

THESE / UNIVERSITÉ RENNES 2 – HAUTE BRETAGNE
sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne

pour obtenir le titre de
DOCTEUR DE L´UNIVERSITÉ EUROPÉENNE DE BRETAGNE
Mention : Géographie

Thèse réalisée en cotutelle avec l´Université de de São Paulo, Brésil

présentée par
Heloisa de Camargo Tozato

Préparée à l'Unité Mixte de recherche COSTEL LETG UMR 6554 CNRS FR/IFR CAREN

Conséquences des changements climatiques sur la diversité biologique des zones humides : une analyse de politiques publiques et de gestion au Brésil et en France

Thèse soutenue le 2 juin 2015
devant le jury composé de :

Anne Elizabeth Laques
Directrice de Recherches à l´ Institut pour la Recherche et le Développement, Montpellier, France / *rapporteur*

José Sabino
Professeur à l´Université Anhanguera, Campo Grande, Brésil / *rapporteur*

Johan Oszwald
Professeur à l´Université de Rennes 2, Rennes, France / *examinateur*

Luiz Carlos Beduschi Filho
Professeur à l´Université de São Paulo, São Paulo, Brésil / *examinateur*

Vincent Dubreuil
Directeur de thèse et Professeur à l´Université de Rennes 2, Rennes, France

Neli Aparecida de Mello-Thèry
Directrice de thèse et Professeur à l´Université de São Paulo, São Paulo, Brésil

Tozato , Heloisa De Camargo. Conséquences des changements climatiques sur la diversité biologique des zones humides : une analyse de politiques publiques et de gestion au Brésil et en France - 2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA AMBIENTAL

UNIVERSITÉ DE RENNES 2
DOCTORAT EN GÉOGRAPHIE

HELOISA DE CAMARGO TOZATO

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BIODIVERSIDADE DAS ZONAS ÚMIDAS: UMA ANÁLISE SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO NO BRASIL E NA FRANÇA

SÃO PAULO
2015

Tozato , Heloisa De Camargo. Conséquences des changements climatiques sur la diversité biologique des zones humides : une analyse de politiques publiques et de gestion au Brésil et en France - 2015

HELOISA DE CAMARGO TOZATO

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BIODIVERSIDADE DAS ZONAS ÚMIDAS: UMA ANÁLISE SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS E GESTÃO NO BRASIL E NA FRANÇA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) da Universidade de São Paulo (USP) em cotutela com a *Université de Rennes 2*, França, para obtenção dos títulos de Doutor em Ciência Ambiental (USP) e *Docteur en Géographie* (Rennes 2).

Orientadores:
Prof.ª Drª Neli Aparecida de Mello-Théry (USP)
Prof. Dr. Vincent Dubreuil (Rennes 2)

Versão Original

SÃO PAULO
2015

Tozato , Heloisa De Camargo. Conséquences des changements climatiques sur la diversité biologique des zones humides : une analyse de politiques publiques et de gestion au Brésil et en France - 2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Tozato, Heloisa de Camargo.

Impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas: uma análise sobre políticas públicas e gestão no Brasil e na França. / Heloisa de Camargo Tozato; orientador : Neli Aparecida de Mello-Théry; Vincent Dubreuil. –São Paulo, 2015.
409f.: il.; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo
Thèse (Doctorat en Géographie) - Université de Rennes 2, France

1. Biodiversidade. 2. Mudanças Climáticas. 3. Políticas Públicas I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Heloisa de Camargo Tozato

Título: Impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas: uma análise sobre políticas públicas e gestão no Brasil e na França.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM), da Universidade de São Paulo (USP), em cotutela com a *Université de Rennes 2*, França, para obtenção dos títulos de Doutor em Ciência Ambiental (USP) e *Docteur en Géographie* (Rennes 2).

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____Instituição:_____
Julgamento: _____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____Instituição:_____
Julgamento: _____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____Instituição:_____
Julgamento: _____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____Instituição:_____
Julgamento: _____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____Instituição:_____
Julgamento: _____ Assinatura:_____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus orientadores Professora Dra. Neli Aparecida de Mello-Théry, do Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental, da Universidade de São Paulo (PROCAM-SP), no Brasil, e Professor Dr. Vincent Dubreuil, do *Doctorat en Géographie*, *l'Ecole Doctorale Sciences Humaines et Sociales* de *l'Université de Rennes 2* (SHS-Rennes2), na França, por um percurso de oportunidades e experiências profissionais ímpares no aprendizado acadêmico, na interface da gestão de políticas públicas e da climatologia geográfica.

À equipe do PROCAM-USP, às gestões da coordenação do doutorado 2010-2015, aos representantes discentes e à equipe da secretaria, em especial ao Sr. Luciano de Souza e à Sra. Julia Ferrarese; à equipe do IEE-USP, em especial à Sra. Marisa Fugino; à equipe da PRPG-USP, em especial à Sra. Cristina Amaral; e à PRP-USP, em especial à Sra. Márcia Hamada. Também agradeço à equipe da SHS-Rennes2, em especial à Mme Joelle Bisson e à equipe do setor administrativo. Todos contribuíram imensamente no suporte institucional do trabalho.

À equipe de professores, pós-doutorandos e doutorandos do *Laboratoire COSTE*L (*Climat et Occupation du Sol par Téledetection - LETG-Rennes*) em Rennes, na França, pelo acolhimento, companheirismo e suporte, em especial ao professor Dr. Johan Oswald, pelos ensinamentos e discussões sobre as técnicas de teledetecção.

Aos professores Dr. Wagner da Costa Ribeiro, do PROCAM-USP, e Dr. Vincent Nédelec, do *Laboratoire* COSTEL, pelas sugestões no período de qualificação da tese.

Ao professor Dr. Hervé Théry, diretor de pesquisas do *Centre national de la recherche scientifique* (CNRS-Creda) e professor convidado da Universidade de São Paulo (USP), pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores que, ao compartilharem suas sabedorias durante as missões bilaterais, visitas de campo, seminários e outras discussões acadêmicas contribuíram com o estímulo e amadurecimento da pesquisa. Em especial agradeço ao Professor Dr. Valmir de França, do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, ao Professor Dr. Messias Modesto da Costa, do departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, à Professora Dra. Deise Eli, do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, ao Professor Dr. João Lima, do departamento de Geografia da UNESP – Presidente Prudente e à Professora Dra. Onélia Carmen Rosseto, do departamento de Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso.

Aos colegas Nathan Debortoli, doutor pelo CDS-UnB e Lindberg Junior e Vinícuis Carmelo, doutorandos em Geografia na UNESP-Presidente Prudente, que contribuíram com as discussões e técnicas sobre climatologia geográfica.

À equipe da secretaria executiva da *Ramsar Convention on Wetlands*, em especial à Sra Kati Wenzel, pelo auxílio no processo de permissão de participação e atividades durante a *11th Conference of the Parties to the Ramsar Convention* (COP11) em Bucareste, Romênia.

À equipe de gestão do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, Poconé-MT-Brasil, especialmente aos biólogos Dr. José Augusto Ferraz de Lima e Dra. Zilma Pereira Silva de Oliveira, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Natureza (ICMBio), e à Dra

Raquel Carvalho, bióloga da Secretaria de Meio Ambiente e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (Brasília-DF), que contribuíram com o desenvolvimento do trabalho na área de estudo brasileira.

À equipe de gestão do sítio Ramsar *Grande Briére*, especialmente à Mme Michèle Gervot, do setor de documentação e ao professor Dr Loic Menanteau do *Institut de Géographie de l' Université de Nantes, Laboratoire IGARUM*, conselheiro científico do *Parc Naturel Régional de Brière*, que contribuíram com o desenvolvimento do trabalho na área de estudo francesa.

Agradeço aos entrevistados e entrevistadas que gentilmente cederam seu tempo e contribuíram para a presente pesquisa.

Ao Programa "Estágio de Doutorado Sanduíche no Exterior", da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-PDSE-Brasil-Processo 5447/11-9), ao Programa "Doutorado Sanduíche no Exterior", do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico a (CNPq-SWE-Brasil-Processo 246239/2012-3) e ao Programa bilateral Brasil-França USP-COFECUB (Processo Uc/Sh 131-11) pelas bolsas de pesquisa durante o período de desenvolvimento da tese na França. Ao Programa CAPES-DS pela bolsa de pesquisa durante o período de desenvolvimento da tese no Brasil. Ao PROAP-CAPES-Brasil, IEE-USP-Brasil, PRP-USP-Brasil, *Laboratoire* COSTEL-França, SHS-Rennes2-França e Laboratório GECA-UFMT-Brasil pelo suporte financeiro e/ou logístico de visitas de campo e/ou eventos científicos.

Aos queridos amigos que me acolheram nas visitas de campo, Felipe Germano Canaveze e Carla Maricato, em Cuiabá-MT e Tais Benato e João Suender, em Brasília-DF. Aos queridos Thais Cristina Costa e Paulo Sena que me receberam durante o evento "III Seminário Internacional Políticas Públicas, Mudanças Climáticas e Impactos Sociais", em São Paulo-SP. A querida Daniela Klebis, que me acolheu durante o evento "*London Symposium on Climate Change*", em Londres, Inglaterra. A querida Gislaine Sayhun, que me acolheu durante o curso intensivo de francês em Londrina-PR. Obrigada pelo carinho e pelos maravilhosos momentos juntos.

Aos queridos amigos que me acompanharam sempre com muito estímulo, apreço, dedicação e confiança, em especial a Renan Nunes, Andrea Cavicchioli, Alessandro Soares, Ana Paula Camilo, Rafael Fonseca, Terezinha Vilela Magalhães, Felipe Canaveze, Véronique Michot, Pauline Dusseux, Xavier Foissard e Solen Le Clec´h, que compartilharam prazerosas discussões acadêmicas em meio a deliciosos sabores das cozinhas brasileira e francesa.

Aos meus pais Elizeu Tozato e Luiza Cristina de Camargo Tozato, e às minhas irmãs Carolina de Camargo Tozato e Cláudia de Camargo Tozato que sempre se orgulharam e torceram para que eu chegasse até aqui.

Ao meu marido Guilherme Borges da Costa, doutorando da *Université de Caen-Basse Normandie*, França, que trilhou comigo esse caminho de descobertas e aprimoramentos com entusiasmo, cumplicidade e amor.

À minha filha Helena Tozato Costa, que nasceu durante essa jornada e me proporcionou a deliciosa oportunidade de ser cientista-mãe.

Meus sinceros agradecimentos.

The sustainability indicators help us to understand better where we are, which way we are going and how far we are from where we want to be.
Sandrine Simon, 2003.

RESUMO

TOZATO, H.C. **Impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas: uma análise sobre políticas públicas e gestão no Brasil e da França**. 2015. 409f. Tese em cotutela (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, *Doctorat en Géographie, Université de Rennes 2, Rennes* (França), 2015.

Visando analisar como o Brasil e a França realizam a gestão da política de Ramsar para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente os desafios impostos pelos impactos das mudanças climáticas, a presente tese utilizou um conjunto multitemático de indicadores ambientais organizados na matriz Pressão-Estado-Impacto-Respostas, adaptada de PNUMA (2004), e sustentados pela análise comparada. O trabalho foi dividido em três partes. Na primeira, o quadro teórico evidenciou que os elementos do clima como a temperatura e a precipitação constituem fatores funcionalmente significativos que controlam a performance biológica por meio dos seus limites de tolerância, quantidade e variabilidade e que a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) vem orientando as partes contratantes desde a década de 90 sobre a o grau de complexidade do tema, a urgência da aplicação de instrumentos de gestão integrados em diferentes setores e escalas nas tomadas de decisão e ainda auxiliando a implantação de medidas de gestão. Na segunda parte foram identificadas as pressões das mudanças climato-hidrológicas, o estado da paisagem e os impactos previstos na biodiversidade nos sítios Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) no Brasil e *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* na França. Apontou-se que a vulnerabilidade da biodiversidade dos sítios está relacionada ao aumento da temperatura, à diminuição do nível das cotas fluviométricas (especialmente nas estações de maior importância pelo aporte hídrico) e alteração dos índices pluviométricos (redução no caso pantaneiro e leve aumento no caso da *Brière*) anuais e mensais nos últimos 41 anos. Em concomitância, na escala da paisagem, a biodiversidade de ambos tem sido influenciada por seis grandes tipologias comuns nas últimas três décadas: o avanço da classe solo nu, o avanço das formações vegetais de menor complexidade estrutural, a supressão de áreas de formações vegetais de maior biodiversidade, a alteração das florestas, a supressão de áreas de formações vegetais de maior umidade e as modificações da tipologia água. Por fim, na terceira parte foram analisadas as respostas do Brasil e da França, no que concerne à implementação da política de Ramsar, para lidar com esta problemática nas diferentes escalas de gestão. Evidenciou-se que a política de zonas úmidas sustenta-se, principalmente, na Política Nacional de Biodiversidade e no Plano Nacional de Áreas Protegidas no caso brasileiro e na Lei sobre a Agua e Meios Aquáticos, Lei relativa ao desenvolvimento rural e no Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas no caso francês. Em ambos os países os quadros de políticas de zonas úmidas apresentam potenciais ferramentas de adaptação e de mitigação. No entanto, enquanto foi possível identificar que as orientações nacionais chegam ao planejamento e gestão local da *Brière*, observou-se que há um distanciamento das respostas dos órgãos federais brasileiros no plano de manejo do PARNA. Tal constatação é fruto da estrutura compartimentalizada do quadro brasileiro de instrumentos de adaptação e de mitigação e do atual modelo de gestão que demora em cumprir (atual descumprimento) as metas e os compromissos. Conclui-se que, no que concerne a triangulação das ações internacional-nacional-local para que as políticas nacionais possam estimular, nortear e respaldar legalmente as ações locais, a França apresenta maior maturidade política na gestão desses ecossistemas e consegue fazer chegar, em nível local, as recomendações e orientações internacionais.
Palavras-chave: biodiversidade, gestão territorial, mudanças climáticas, sítios Ramsar.

ABSTRACT

TOZATO, H.C. **Impacts of climate change on biodiversity of wetlands: an analysis of public policy and management in Brazil and France**. 2015. 409f. Thesis in cotutela (PhD) - Post Graduate Program in Environmental Sciences, University of São Paulo, São Paulo, PhD in Geography, University of Rennes 2, Rennes (France), 2015.

In order to analyze how Brazil and France realizes the management of the Ramsar policy for the wetlands biodiversity conservation in the posed challenges by climate change impacts, this thesis used a multi-thematic set of environmental indicators organized in the Pressure-State-Impact-Answers matrix adapted from UNEP (2004), and supported by comparative analysis. The work were divided into three parts. In the first, the theoretical framework showed that climate elements such as temperature and precipitation are functionally significant factors that control the biological performance through their tolerance, quantity and variability limits. Thus, the Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat (Ramsar Convention) has been guiding the contracting parties since 90s about the complexity degree of the issue, the urgency of integrated environmental management tools in different sectors and scales in decision-making and even helping implementation of management measures. In the second part were identified the pressures of climato-hydrological changes, the state of the landscape and the predicted impacts on biodiversity in Ramsar sites Pantanal Matogrossense National Park (PARNA Pantanal) in Brazil and *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* in France. It was identified that the vulnerability of biodiversity sites is related to the temperature increase, the water level and changes in rainfall (reduction in PARNA and increase in Brière) annual and monthly in the last 41 years. Concurrently, at the landscape scale, six major common types have influenced the biodiversity in the last three decades: the advancement of bare soil, the advance of plant formations of lower structural complexity, the suppression of vegetation areas with greater biodiversity, the changing forests, the removal of areas of higher humidity vegetation and the changes in water type. Finally, in the third part were analyzed the Brazil and France responses concerning the implementation of the Ramsar policy to deal with this problem in different scales of management. It was evidenced that the wetlands policy is sustained principally on National Biodiversity Policy and National Plan of Protected Areas in the Brazilian case and in the Law on Water and Water Resources, Rural Development Act and the National Wetlands Plan in the French case. In both countries, the frames of wetlands policies pose potential tools for adaptation and mitigation. However, while it was identified that the national guidelines come to local planning and management of *Brière*, it was observed that there is a detachment of the responses of the Brazilian federal agencies in the management plan of PARNA. This observation is the result of compartmentalized structure of the Brazilian context of adaptation and mitigation instruments and the current management model that slow in keeping (current failure) the goals and commitments. In conclusion, regarding the triangulation of international-local-national actions for national policies to stimulate, guide and legally endorse local actions, France has greater political maturity in the management of these ecosystems and can do to get in level place, the international recommendations and guidelines.
Keywords: biodiversity, territorial management, climate change, Ramsar sites.

RÉSUMÉ

TOZATO, H.C. **Conséquences des changements climatiques sur la diversité biologique des zones humides : une analyse de politiques publiques et de gestion au Brésil et en France**. 2015. 409f. Thèse de doctorat en cotutelle – Programme d'études supérieures en sciences de l'environnement, Université de São Paulo / Doctorat en géographie, Université Rennes 2, 2015.

Afin d'analyser la gestion par la France et le Brésil de la politique de Ramsar pour la préservation de la biodiversité des zones humides face au défis des conséquences des changements climatiques, la présente thèse utilise un ensemble pluri-thématique d'indicateurs environnementaux, organisés selon une matrice pression-impact-état-réponse adaptée du modèle du PNUE (2004), et soutenue par une analyse comparée. Le travail présente trois parties. La première présente la cadre théorique, et montre comment des éléments climatiques sont des facteurs significatifs sur le plan fonctionnel et contrôlent la performance biologique par le biais des limites de tolérance, de quantité et de variabilité. Elle montre également le rôle d'orientation de la Convention de Ramsar, qui depuis les années 1990 informe les états membres sur le degré de complexité de la thématique, l'urgence d'une mise en œuvre d'instruments intégrés de gestion et leur fournit une aide à la mise en œuvre de mesures de gestion. La seconde partie est consacrée à l'étude des pressions exercées par les changements climatiques et hydrologiques, à l'état des paysages, et aux conséquences prévisibles sur la biodiversité des sites Ramsar PARNA Pantanal au Brésil et Grande Brière en France. La vulnérabilité de la biodiversité des deux sites y apparaît surtout liée à l'augmentation des températures, à la baisse du niveau d'eau dans les cours d'eau, et à l'altération des indices de pluviosité annuels et mensuels au cours des 41 dernières années. Au cours de la même période, la biodiversité des deux sites a subi, à l'échelle des paysages, les conséquences de l'évolution de six grands types communs de végétation et d'usage du sol : la progression des sols nus, celle des formations végétales de structure peu complexe, la suppression des espaces recouverts par des formations végétales de plus grande diversité biologique, l'altération des forêts, la suppression des espaces recouverts des types de végétation les plus humides, et les changements de l´eau. La troisième partie, enfin, analyse les réponses apportées par le Brésil et par la France à la question de la mise à œuvre de la politique Ramsar, en particulier en ce qui concerne l'articulation des différentes échelles de gestion. Dans le cas brésilien, la politique des zones humides apparaît ainsi adossée essentiellement à la politique nationale de la biodiversité, et au Plan national sur les espaces protégés. En France, elle s'appuie surtout sur la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, sur la loi relative au développement des territoires ruraux, et sur le Plan national en faveur des zones humides. Dans les deux cas, la politique établie pour les zones humides inclut de potentiels instruments d'adaptation et d'atténuation. Toutefois, alors que, dans le cas de la Brière, les orientations nationales se retrouvent dans la planification et la gestion locale, on observe, dans le cas du PARNA, une prise de distance du plan local de gestion par rapport aux réponses données par les organes fédéraux. Un tel constat résulte d'une structure compartimentée des instruments du cadre politique brésilien, du modèle actuel de gestion qui structurellement tarde à atteindre les objectifs fixés et à tenir ses engagements. Cette étude nous amène à conclure que, en ce qui concerne la triangulation des actions entre les échelons international-national-local afin de permettre aux politiques nationales de stimuler, orienter et étendre les actions locales sur le plan légal, la France présente une plus grande maturité politique dans la gestion des écosystèmes, et parvient à concrétiser à l'échelon local les recommandations et orientations internationales.
Mots-clefs : biodiversité, gestion territoriale, changement climatique, sites Ramsar, France, Brésil.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 14
Áreas de Estudo 19
Percurso metodológico 28
Organização da tese 32

PARTE 1 34

CAPÍTULO 1. EFEITOS DOS FATORES CLIMÁTICOS NA BIODIVERSIDADE DAS ZONAS ÚMIDAS 34
1.1.INTRODUÇÃO 35
1.1.1 Importância da biodiversidade das zonas úmidas 35
1.1.2 Impactos do clima sobre a biodiversidade das zonas úmidas 41
1.1.3 Respostas observadas e projetadas nos organismos devido às mudanças do clima ... 47
1.1.4 Vulnerabilidade das espécies ao clima e à sinergia com os efeitos dos vetores de pressão antrópicos 56
1.2. SÍNTESE CONCLUSIVA 60

CAPÍTULO 2. A CONVENÇÃO DE RAMSAR COMO UM INSTRUMENTO POLÍTICO DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE DAS ZONAS ÚMIDAS FRENTE OS IMPACTOS DO CLIMA 62
2.1. INTRODUÇÃO 62
2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 64
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 65
2.3.1. Histórico da Convenção de Ramsar 65
2.3.2. Posição da Convenção de Ramsar frente os impactos das mudanças climáticas nas zonas úmidas 75
2.3.3. Análise das estratégias de gestão para a conservação da biodiversidade frente os impactos da mudança climática 83
2.4. SÍNTESE CONCLUSIVA 86

PARTE 2 88

CAPÍTULO 3. TENDÊNCIAS E RUPTURAS CLIMATO-HIDROLÓGICAS NOS SÍTIOS RAMSAR PARNA PANTANAL, NO BRASIL, E GRANDE BRIÈRE, NA FRANÇA, E IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE 88
3.1. INTRODUÇÃO 88
3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 92
3.2.1. Áreas de Estudo 92
3.2.1.1. Perfil climato-hidrológico do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossensse (PARNA Pantanal) 92
3.2.1.2. Perfil climato-hidrológico do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) 98
3.2.2. Séries de dados e análises estatísticas 104
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 108
3.3.1. Sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) 108
3.3.1.1. Tendências e rupturas nas séries históricas anuais e mensais de temperatura mínima e máxima de Cuiabá e Cáceres e impactos na biodiversidade do PARNA Pantanal 110

3.3.1.2. Tendências e rupturas nas séries históricas anuais e mensais de pluviometria acumulada e impactos na biodiversidade do PARNA Pantanal 117
3.3.1.3. Tendências e rupturas nas séries históricas anuais e mensais de cotas fluviométricas e impactos na biodiversidade do PARNA Pantanal 130
3.3.2. *Sítio Ramsar Grande Brière et marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* 144
3.3.2.1. Tendências e rupturas climato-hidrológicas anuais e mensais na bacia do *Brivet-Brière* 144
3.3.2.2. Impactos das tendências e rupturas climato-hidrológicas na biodiversidade do sítio Ramsar *Grande Brière* 148
3.4. SÍNTESE CONCLUSIVA 151

CAPÍTULO 4. DINÂMICAS ESPACIAIS DOS SÍTIOS RAMSAR PARNA PANTANAL, NO BRASIL, E GRANDE BRIÈRE, NA FRANÇA, E IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE 153
4.1. INTRODUÇÃO 153
4.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 155
4.2.1. Áreas de Estudo 155
4.2.2. Dinâmica da ocupação e do uso do solo 158
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 162
4.3.1. Sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) 162
4.3.2. Sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* 179
4.4. SÍNTESE CONCLUSIVA 197

PARTE 3 200

CAPÍTULO 5. POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS E FRANCESAS PARA A CONSERVAÇÃO DAS ZONAS ÚMIDAS 200
5.1. INTRODUÇÃO 200
5.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 201
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 204
5.3.1. Políticas públicas e seus instrumentos de gestão das zonas úmidas no Brasil 205
5.3.2. Políticas públicas e seus instrumentos de gestão das zonas úmidas na França 225
5.4. SÍNTESE CONCLUSIVA 248

CAPÍTULO 6. A GESTÃO NACIONAL-LOCAL DOS SÍTIOS RAMSAR PARNA PANTANAL NO BRASIL E *GRANDE BRIÈRE* NA FRANÇA PARA A PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE FRENTE OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 251
6.1. INTRODUÇÃO 251
6.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 253
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 255
6.3.1. Gestão das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas no Brasil e na França: quadro político instrumental de medidas de adaptação e de mitigação 255
6.3.2. Gestão local dos sítios Ramsar PARNA Pantanal no Brasil e *Grande Brière* na França: quadro instrumental de medidas de adaptação e de mitigação 263
6.4. SÍNTESE CONCLUSIVA 277

CONCLUSÃO 279

BIBLIOGRAFIA 286

APÊNDICES 324
APÊNDICE A 325
Tendências e rupturas climato-hidrológicas nos sítios Ramsar Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* 325
APÊNDICE B 361
Dinâmica da paisagem nos sítios Ramsar Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* 361
APÊNDICE C 366
Resumé 366

INTRODUÇÃO

A biodiversidade representa a variabilidade de organismos vivos em ecossistemas terrestres, marinhos e aquáticos (CDB, 1992). Conservá-la significa manter as diversidades funcional, ecológica, genética e de riqueza de espécies capazes de contribuir com a resiliência dos complexos ecológicos onde estão inseridas e de sistemas adjacentes.

Considerando que as zonas úmidas representam o mais produtivo e maior sistema de suporte de seres vivos e um dos mais importantes ao bem estar humano (HALLS, 1997), manter sua biodiversidade representa garantir seus serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, serviços espirituais, culturais e de suporte essenciais à manutenção da biota e alicerce à prosperidade humana (HALLS, 1997; DIEGUES, 2002; MEA, 2005; BOBBINK et al, 2006; EWEL, 2009, GOPAL, 2009).

Devido essas zonas constituírem ecossistemas complexos e particularmente sensíveis às alterações da quantidade e qualidade do fornecimento de água, vetores de pressão como as mudanças climáticas e o uso e ocupação do solo as tem alterado substancialmente (GITAY et al, 2001; WELTZIN et al, 2000, 2001, 2003; KELLER et al., 2004 PARRY et al, 2007; ACREMAN et al, 2009; GOPAL, 2009). Atualmente restam apenas 50% do total de zonas úmidas do planeta sendo que em alguns continentes, 80% delas desapareceu ou encontra-se severamente degradado (BOBBINK et al, 2006).

A rápida tendência de superaquecimento do planeta demostrada nos relatórios I (HOUGHTON et al, 1990), complementar (HOUGHTON et al, 1992), II (HOUGHTON et al, 1996), III (HOUGHTON et al, 2001), IV (SOLOMON et al, 2007) e V (STOCKER et al, 2013) do Grupo 1- Avaliação Científica das Mudanças Climáticas (*Scientific Assessment of Climate Change*) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) constituem um extenso arcabouço teórico sobre o tema e suas complexidades.

Além deles os indicadores de alterações da biodiversidade publicados nos relatórios I (TEGART et al, 1990), suplementar (TEGART, SHELDON, 1992), II (WATSON et al, 1996), III (MCCARTHY et al, 2001), IV (PARRY et al, 2007), e V (FIELD et al, 2014) do Grupo II - Avaliação dos impactos das mudanças climáticas (*Impacts Assessment of Climate Change*) e também nos relatórios técnicos de impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos (BATES et al, 2008) e na biodiversidade (GITAY et al, 2002) do IPCC apresentam relevantes informações sobre o assunto.

Como exemplo, os documentos apontam que nos últimos trinta anos do século XX essas mudanças vêm causando modificações na fenologia, na distribuição, na abundância, na morfologia e na reprodução das espécies, alterações nas comunidades e em processos ecossistêmicos, alterações nos processos evolutivos das espécies e extinções e invasões (GITAY et al, 2002; PARRY et al, 2007; FIELD et al, 2014). As perdas na biodiversidade podem ser identificadas nas escalas local e regional (MARENGO, 2006; NOBRE et al, 2007; PUTTEN et al, 2010) devido sua interferência nas diferentes escalas de organização biológica (genética, populacional, espécies, comunidades e ecossistemas) e localização espacial (habitat, local, regional e continental) (HEINO et al, 2009).

Diante deste cenário, a questão atual que preocupa a comunidade científica é como os organismos irão responder a essas rápidas mudanças climáticas associadas aos efeitos dos vetores antrópicos[1], uma vez que a sinergia entre eles (BRINSON, MALVAREZ, 2002; RAMSAR, 2002; HEINO et al, 2009; MANTYKA-PRINGLE et al., 2012; OLIVER, MORECROFT, 2014) tem causado eventos casuais e de *feedbacks* positivos e negativos potencialmente mais agressivos do que os efeitos exclusivos de cada uma das variáveis envolvidas (RAMSAR, 2002).

Considerando ainda que o sucesso da conservação desses ecossistemas esta relacionado às ações pertinentes e eficazes de gestão do território nas escalas local, regional, nacional e internacional, a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) assinada em 1971 constitui um tratado estratégico e fundamental para sua manutenção.

Caracterizado como o mais importante regime internacional na orientação da gestão territorial desses ecossistemas (MATTHEWS, 1993; FINLAYSON et al, 2011), ele visa garantir a conservação da diversidade biológica nos sítios Ramsar (zonas úmidas de importância internacional) (RAMSAR, 1993).

Neles o atributo da água ser "o principal fator controlando o meio ambiente e a vida vegetal e animal associada" (RAMSAR, 2013, p.7) compreende eximia relevância para a regulação do seu regime, para a conservação de habitats particulares da fauna e da flora, e para a manutenção dos seus valores econômico, cultural, cientifico e recreativo (RAMSAR 1971, alterado em 1982 e 1987).

[1] Embora as mudanças climáticas observadas no século XX e projetadas para o século XXI sejam associadas à atividade humana (HOUGHTON et al, 1990; 1992; 1996; 2001; SOLOMON et al, 2007; STOCKER et al, 2013), os vetores de pressão antrópicos aqui mencionados referem-se à modificação do hábitat, poluição, super-exploração e invasão de espécies exóticas vinculadas a atividades humanas intencionais e/ou acidentais (MEA, 2005).

Todos os sítios Ramsar devem ser gerenciados de maneira racional e sua gestão deve ser focada no contexto do desenvolvimento sustentável que possibilite a manutenção de suas características ecológicas (leia-se biodiversidade) por meio da implementação da abordagem ecossistêmica (RAMSAR, 1971; FINLAYSON et al., 2011; GARDNER, DAVIDSON, 2011). A intenção é que os 168 países contratantes, como por exemplo, o Brasil e a França fujam do modelo de desenvolvimento ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto.

Signatários da Convenção de Ramsar desde as décadas de 90 no caso brasileiro e de 80 no caso francês, ambos os países se comprometeram com "a conservação e o uso racional de todas as zonas úmidas por meio de ações locais, nacionais e de cooperação internacional como uma contribuição para alcançar o desenvolvimento sustentável em todo o mundo" - missão da Convenção adotada em 1999, aprimorada em 2002 e descrita em RAMSAR (2013, p.7).

Durante a última Conferência das Partes (COP11) de Ramsar em Bucareste em 2012, enquanto o Brasil foi destaque por abrigar grandes extensões de território de zonas úmidas em ambiente tropical, a França destacou-se pela gestão do capital natural das zonas úmidas de ambiente temperado devido seu Plano Nacional de Ação pelas Zonas Úmidas, seu Grupo Nacional pelas Zonas Úmidas e pelas atividades da Associação de Gestores de Sítios Ramsar França.

Considerando os impactos observados e previstos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas pelo IPCC, como se dá esta problemática em ambos estes países? Houve tendências climato-hidrológicas em suas zonas úmidas? Houve rupturas nas séries históricas? Como se deu a dinâmica da paisagem? Quais os possíveis impactos em sua biodiversidade? Como as nações realizam a gestão da política de Ramsar frente esta problemática?

Definidas por Massardier (2003) como os dispositivos pelos quais se dirigem os setores da sociedade, atividades ou projetos, as políticas públicas são provenientes de uma construção coletiva complexa, encabeçada por atores sociais (ou grupos de atores), organizações públicas e organizações internacionais. Compreendem uma ação planejada do governo que visa, por meio de diversos processos, atingir uma finalidade (VIANNA, 1996). Elas e seus instrumentos regulam, segundo Guillaumet et al (2009), as ações concretas de curto, médio e longo prazo, e permitem a combinação de estratégias de conservação em diferentes escalas, urgências e intensidades de intervenção.

Seguindo os estudos de Sartori (1981), de Collier (1993), de Faria (2005) e de Schmitter (2009), a análise da gestão brasileira e francesa de sítios Ramsar por meio da descrição das similaridades e contrastes dos casos estudados constitui um estudo de política comparada capaz de fornecer informações sistemáticas e confiáveis para a tomada de decisão.

Freeman (1873) considera a política comparada a maior realização intelectual para a formulação de analogias entre instituições políticas de tempos e países distantes uns dos outros. Ela constitui um estudo que realiza comparações explícitas e sistemáticas das experiências históricas na ciência política e é capaz de descobrir um mundo no qual história, línguas e nações, que antes pareciam distantes pólos separados, podem encontrar cada um seu lugar e sua relação com os outros.

A política comparada examina formas particulares do sistema político com pequenas amostras de fenômenos políticos, de forma que a comparação qualitativa e sistemática de fatores históricos apresenta importante papel no processo de desenvolvimento de teorias e confirmação ou refutação de hipóteses (COLLIER, 1993).

Segundo Faria (2005), a realização de pesquisas que comparem políticas públicas possui importância: a) para a ciência da política ambiental brasileira, onde a análise de políticas públicas ainda é bastante incipiente, b) na capacidade de revelar ações efetivas que podem ser empregadas na melhoria de programas existentes ou ainda na elaboração de novas propostas, c) na utilização de programas exitosos para se encerrar, reiniciar ou revitalizar ações do ciclo das políticas pelos tomadores de decisão ou mesmo por gerentes de programas similares e/ou de diferentes níveis governamentais; por agentes do governo central e representantes de fundações, d) na utilização de programas exitosos por interessados em conhecer projetos efetivos que mereçam financiamento ou preocupados em melhorar os programas dos quais são responsáveis; membros do legislativo interessados na melhoria de programas existentes ou na elaboração de novas propostas e e) para cientistas sociais e outros avaliadores que buscam aprender com as descobertas e com as metodologias empregadas.

Para Bennet (2004), quando as análises de comparações correspondem a um pequeno número de eventos elas constituem estudos de caso que contribuem com a explicação da sequência de eventos responsável por uma saída histórica particular. Além disso, podem gerar novas hipóteses indutivamente ou apontar variáveis omitidas. Apresentam também elevado nível de validade teórica e ainda possibilitam utilizar generalizações para modelar relações complexas. Segundo Yin (2009), eles constituem o método mais apropriado para pesquisas com perguntas do tipo “como”?

Diante deste cenário, a presente pesquisa de tese visou analisar como o Brasil e a França realizam a gestão da política de Ramsar para a conservação da biodiversidade de zonas úmidas frente os desafios impostos pelos impactos das mudanças climáticas. Nesse sentido, foram associados os seguintes objetivos específicos:

- Sinalizar como as mudanças climáticas podem impactar a biodiversidade das zonas úmidas
- Apontar quais estratégias a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Hábitats de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) orienta que os países membros adotem para seu ordenamento territorial com vistas à conservação da biodiversidade dessas áreas frente os impactos do clima.
- Utilizar dois sítios Ramsar, o Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) no Brasil e o *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* na França como estudo de caso para identificar a ocorrência de tendências e rupturas climato-hidrológicas, a evolução da paisagem (e da biodiversidade) e como tais fatores podem impactar a biodiversidade;
- Identificar como o Brasil e a França implementam a política internacional da Convenção de Ramsar e compreender como este aparato lida com os desafios impostos pelos impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas em diferentes escalas de gestão.

A hipótese adotada foi que a França possui maior maturidade política na gestão das zonas úmidas, e consequente proteção da biodiversidade, frente às pressões e aos impactos locais das mudanças climáticas, e que consegue fazer chegar ao nível local de gestão, as orientações e recomendações internacionais. Inicialmente, o que sinalizava tais prerrogativas era a existência de um plano nacional de zonas úmidas desde 1995, somando-se, posteriormente, ao destaque dado ao país (como modelo na gestão desses ecossistemas), durante a 11ª. Conferência das Partes da Convenção de Ramsar, em Bucareste, na Romênia, em 2012.

Áreas de estudo

O Brasil assinou a Convenção de Ramsar em 1993 e a ratificou em 1996 por meio do Decreto 1905/96. Apresenta 57 complexos de zonas úmidas (DIEGUES, 2002) sendo 6.568.359 hectares deles considerados áreas de importância internacional. A França é signatária da Convenção desde 1986 e apresenta atualmente 29 sítios que totalizam 970.971 hectares de superfície no território metropolitano e ainda outros sete em território exterior (*outre-mer*) que totalizam mais 2.519.607 hectares.

Os sítios Ramsar que compuseram o estudo de caso em cada um dos países foram o *Ramsar site n°602-Pantanal Matogrossense* (Parque Nacional do Pantanal Matogrossense) no Brasil e o *Ramsar site n°713-Grande Brière* (*Grande Brière et Marais du bassin du Brivet*) na França (Figura 1).

Ecologicamente ambos constituem zonas úmidas de interior responsáveis pelo fornecimento de hábitats para uma variedade de espécies de peixes, aves aquáticas e outros organismos, inclusive espécies ameaçadas de extinção. Auxiliam a regular o regime de inundação durante os períodos úmidos reduzindo a erosão e danos da inundação, atuam na filtração, diluição e diminuição de poluentes e consequente qualidade da água e complementam a reposição hídrica dos aquíferos (MUIR, 1992).

Tanto um quanto o outro consistem em zonas úmidas representativas, raras ou únicas (critérios do grupo A da Convenção de Ramsar)[2] com importância internacional para a conservação da biodiversidade (critérios do grupo B da Convenção de Ramsar) uma vez que compõem um conjunto de zonas úmidas complementares em grandes corredores ecológicos.

O sítio Ramsar PARNA Pantanal estabelece a ligação do bioma pantaneiro com a Área Natural de Manejo Integrado San Matias localizada na Bolívia, com as Reservas Particulares do Patrimônio Natural Fazenda Acurizal, Fazenda Estância Dorochê e Penha e com o Parque Estadual do Guirá, todos em território brasileiro (Figura 2). O sítio Ramsar

[2] A Convenção de Ramsar estipula dois grupos de critérios para a designação de sítios Ramsar pelos países contratantes, os Grupos A e B. O Grupo A inclui zonas úmidas representativas, raras ou únicas e apresenta o critério um em que a zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela constitui um representante raro ou exemplo único de um tipo de área alagada natural ou quase natural da região biogeográfica em questão. O Grupo B inclui zonas de importância internacional para a conservação da biodiversidade e apresenta três critérios baseados em espécies e comunidades ecológicas, dois critérios específicos baseados em aves aquáticas, dois critérios específicos baseados nas espécies de peixes e um critério específico baseado em outros táxons (RAMSAR, 2013).

Grande Brière, por sua vez, compõe o mosaico de zonas úmidas francesas que se estende desde o Golfo de *Morbihan* ao lago de *Grand-Lieu* (Figura 3).

Além disso, ambos caracterizam-se por suportar populações de espécies animais e vegetais indispensáveis para a manutenção da diversidade biológica de regiões biogeográficas específicas (critério B2 da Convenção de Ramsar) e apresentam espécies vulneráveis, ameaçadas ou criticamente em perigo ou comunidades ecológicas ameaçadas (critério B3 da Convenção de Ramsar).

Entre as espécies ameaçadas de extinção no PARNA Pantanal podem ser citadas a onça-pintada *Panthera onca*, a ariranha *Pteronura brasiliensis* e o tamanduá-bandeira *Myrmecophaga tridactyla* e entre as aves migratórias, são exemplos a águia-pescadora *Pandion haliaetus*, o maçarico *Tringa flavipes* e o colhereiro *Platalea ajaja*.

O sítio Ramsar *Grande Brière* por sua vez, abriga mais de um terço das espécies e quase a totalidade das espécies de aves relacionadas às zonas úmidas protegidas pelo anexo I[3] da Diretiva Aves 2009/147/CE[4] da União Europeia e também mais da metade das espécies protegidas pelo seu Anexo 2[5] (NATURA 2000, 2007).

Como exemplo, ele constitui o maior sítio francês de reprodução da *guifette noire Chlidonias niger*. Além dela, o sítio abriga populações de *alouette des champs Alauda arvensis,* do *vanneau huppé Vanellus vanellus* (vulnerável de extinção), do *canard pilet Anas acuta* (espécie de ave migratória), do *canard siffleur Anas penelope /Mareca penelope* e do *canard souchet Spatula clypeata* (espécie de ave migratória) (NATURA 2000, 2007).

Além dessas, o sítio também abriga espécies protegidas pela Diretiva Habitats 92/43/CEE relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens europeias. São exemplos o sapo parteiro comum *Alytes obstetricans*, o sapo corredor *Bufo calamita/ Epidalea calamita,* a rã verde *Hyla arbórea*, a rã ágil *Rana dalmatina/ Rana agilis*, o lagarto verde *Lacerta viridis* e a lagartixa *Podarcis muralis.* Todas as espécies estão presentes na lista vermelha da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) (NATURA 2000, 2005).

[3] Espécies que são objeto de medidas de conservação especiais em relação ao seu habitat, de modo a garantir a sua sobrevivência e reprodução na sua área de distribuição.
[4] A Diretiva 2009/147/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Novembro de 2009 e relativa à conservação das aves selvagens, é uma medida tomada pela União Europeia para promover a proteção e gestão das populações de aves selvagens da Europa. Ela substitui a Diretiva 79/409/CEE.
[5] Espécies que podem ser caçadas assunto pela legislação nacional.

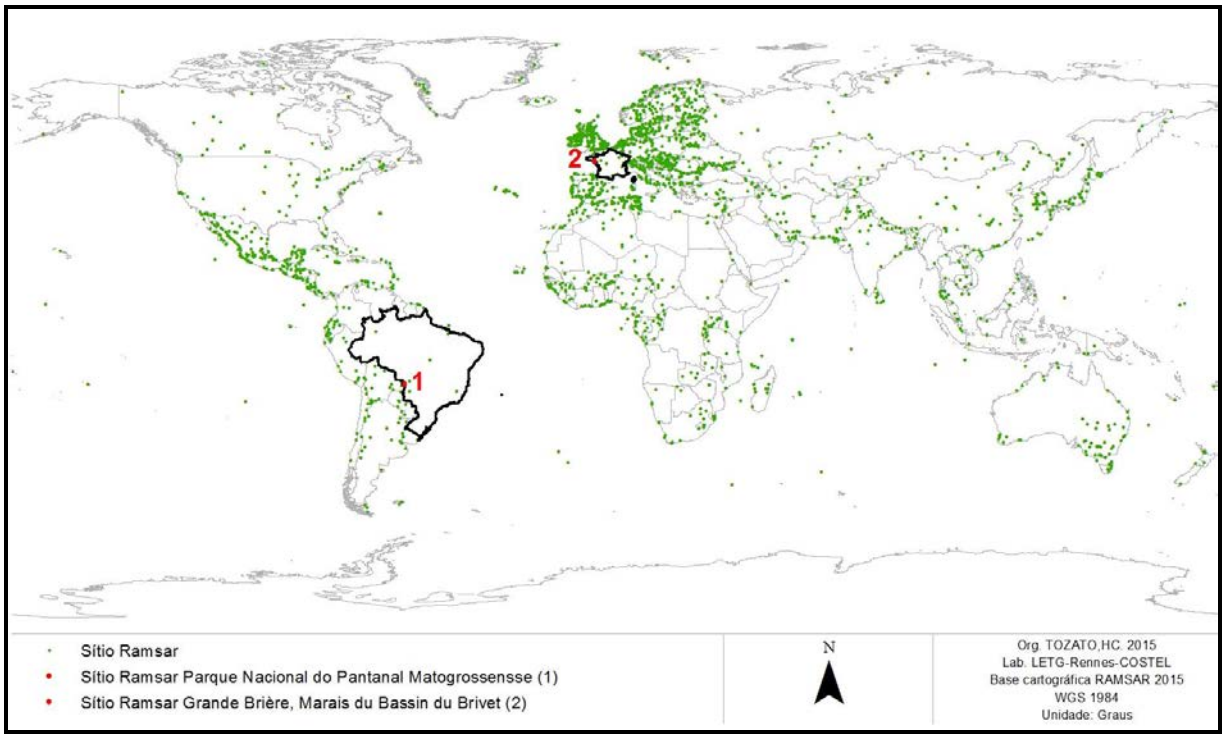

Figura 1. Localização dos sítios Ramsar no mundo. Em destaque os sítios Parque Nacional do Pantanal Matogrossensse no Brasil (1) e *Grande Brière, Marais du Bassin du Brivet* na França (2).

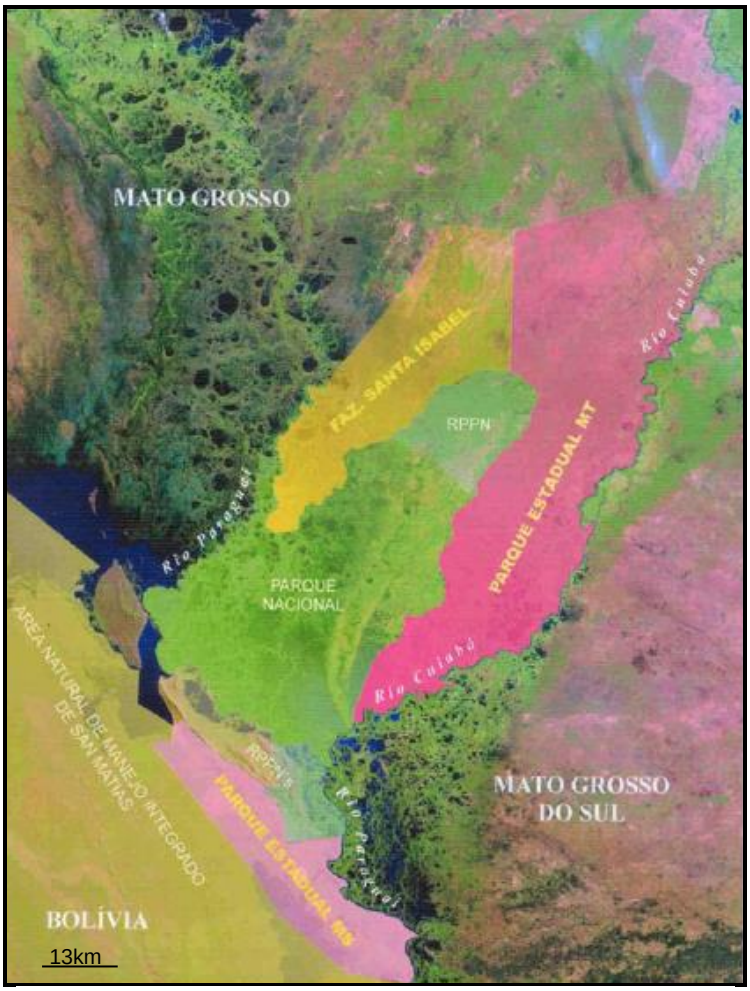

Figura 2. Mosaico de áreas protegidas conservação na região do entorno do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense no Brasil. Adaptado de IBAMA (2003, p.6). Escala aproximada.



Figura 3. Mosaico de áreas protegidas na região do entorno do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* na França. Adaptado de NATURA 2000 (2007, p.10). Escala aproximada.

O sítio brasileiro foi uma das primeiras áreas protegidas do país a ser designada como sitio Ramsar (*BRAZIL 6BR001*) em 1993 e atualmente é o segundo maior em relação à área. Politico-administrativamente localiza-se no município de Poconé (extremo sul do estado do Mato Grosso, na fronteira com a Bolívia).

Constitui uma unidade de conservação federal criada pelo Decreto Federal brasileiro n°86.392 de 1981 (BRASIL, 1981). Situa-se entre as coordenadas 17.26-17.52S e 57.00–57.28W e apresenta 135.606,47 hectares do Bioma Pantanal na planície fluviolacustre da sub-bacia do Alto Paraguai (BAP). O Bioma apresenta "ecossistemas do domínio dos cerrados e Chaco, além de componentes bióticos do Nordeste seco e da região periamazônica" (AB'SABER, 2006, p.12) e funciona como

> um notável interespaço de transição e contato, comportando: fortes penetrações de ecossistemas dos cerrados; uma participação significativa de florestas chaquenhas; inclusões de componentes amazônicos e pré-amazônicos; ao lado de ecossistemas aquáticos e subaquáticos de grande extensão, nos "pantanais" de suas grandes planícies de inundação (AB'SABER, 2006, p.58)

Considerada uma área protegida de proteção integral[6], apresenta segundo IBAMA (2003), sete zonas: intangível, primitiva, de uso extensivo, histórico-cultural, de uso intensivo, de uso especial (todas dentro do limite do parque no município de Poconé) e a zona de amortecimento[7]que abrange parte dos municípios de Poconé (MT), Cáceres (MT) e de Corumbá (MS), na região Centro-Oeste brasileira (IBAMA, 2003) (Figuras 4 e 5).

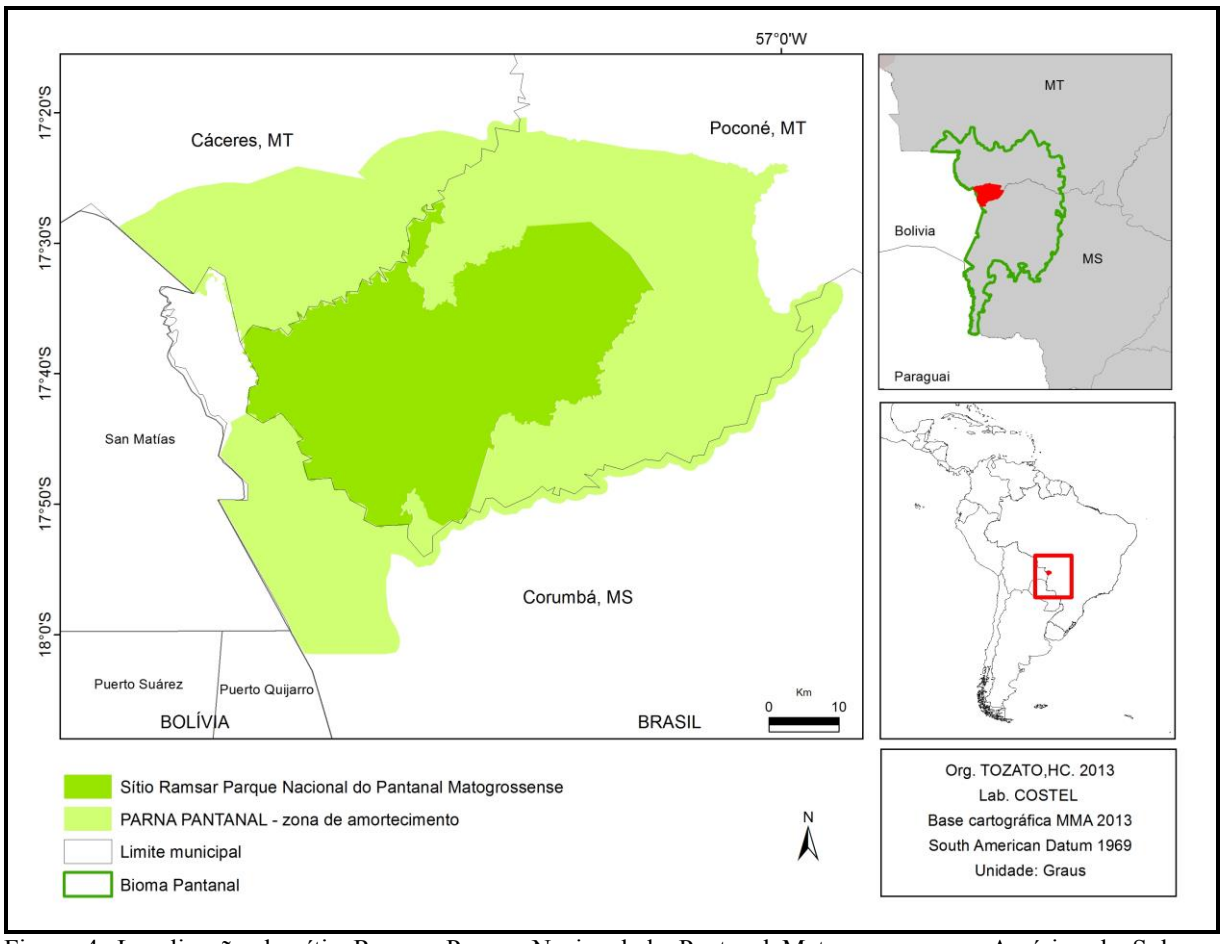

Figura 4. Localização do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense na América do Sul, no Bioma Pantanal e nos municípios de Poconé (MT), Cáceres (MT) e Corumbá (MS).

[6] O objetivo é desse tipo de unidade é "preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais com exceção dos casos previstos na Lei 9.985 de 2000". Esta discussão é retomada no Capítulo 6.

[7] Entende-se como zona de amortecimento o "entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade" (BRASIL, 2000). No caso do Parque, ela foi estabelecida pelo IBAMA (2003) conforme a Lei 9.985 de 2000.



Figura 5. Sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, Poconé, MT, Brasil. a=sede do Parque, b=equipe gestora, c=placa de delimitação de limite do Parque, d-i=paisagem de baixa (09/2010), j-l=paisagem de alta (05/2013). Fotos da autora.

O sítio *Grande Brière* é considerado o segundo maior sitio Ramsar francês e foi designado em 1995 sendo o 13° a ser nomeado *(FRANCE 7FR013)* pelo país. Situa-se nas coordenadas 47º22'N e 002º10'W no departamento *Loire Atlantique*, nos territórios dos municípios (*communes)* de *Besné, Crossac, Donges, Guérande, Herbignac, La Chapelle des Marais, Missilac, Montoir de Bretagne, Pontchâteau, Prinquiau, Saint André des Eaux, Saint Joachim, Saint Lyphard, Saint Malo de Guersac, Saint Nazaire, Saint Reine de Bretagne* e *Trignac* na região *Pays de la Loire* da França (Figura 6).

Apresenta 19.000 hectares de área úmida de água doce dos pântanos *Marais de Grande Brière Mottière, Marais de Donges e Marais périphériques* da Bacia do *Brivet-Brière* no estuário da *Loire* (Figura 7) com florestas e planícies inundáveis responsáveis por abrigar parte da biodiversidade dos pântanos Brierons (MAISON DU PARC, 2001).

Os 6.700 hectares de zona úmida do *Marais de Grande Brière Mottière* são considerados indivisíveis, ou seja, não são partilhados materialmente e pertencem de maneira conjunta aos *Brierons* (habitantes das 14 paróquias durante o Antigo Regime que mais tarde se tornaram 21 municípios vizinhos).

Este estatuto particular é oriundo do reconhecimento de propriedade comum do Duque da Bretanha François II em 1461 e responsável pela preservação do espaço devido o zelo dos co-proprietários em se oporem aos projetos de planejamento e de dessecamento (MAISON DU PARC, 2001).

Por outro lado os pântanos do *Marais de Donges* e os *Marais périphériques* apresentam propriedades privadas.

O sítio Ramsar *Grande Brière* constitui parte do território do *Parc naturel régional de Brière* (PNRB) o qual abrange, além dos municípios citados, as *communes* de *Asserac*, *La Baule Escoublac* e *Saint Molf*. Não pertencem a seu território *Bésne* e *Prinquiau.* O PNRB, criado em 1970, é responsável pela gestão da zona úmida e sua região não nomeada sítio Ramsar caracteriza-se como sua zona de amortecimento.

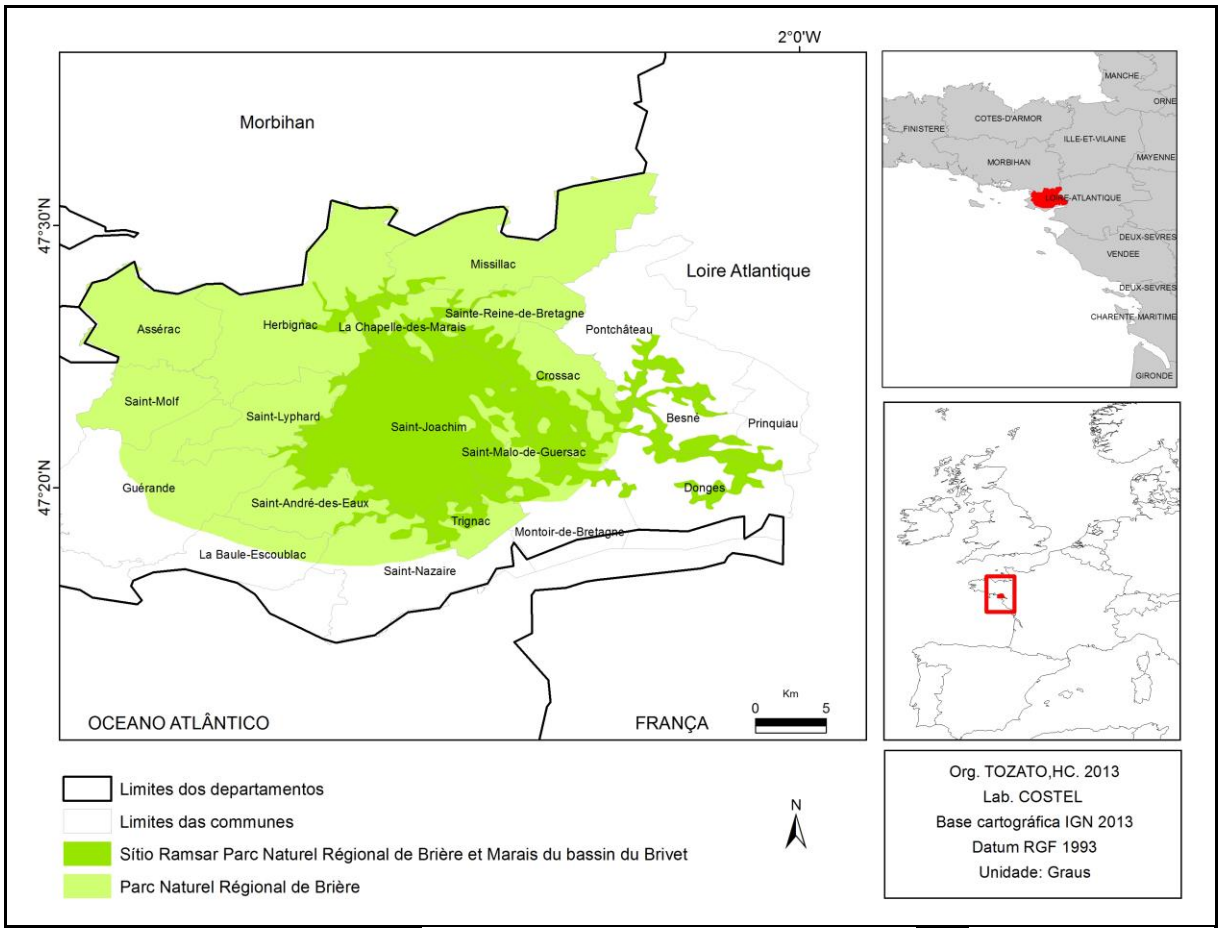

Figura 6. Localização do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* e do *Parc Naturel Régional de Brière* na Europa Ocidental no departamento francês *Loire Atlantique*.



Figura 7. Bacia hidrográfica do *Brivet-Brière* (*la bassin versin du Brivet-Brière*). a=*Marais de la Grande Brière*, b=*Marais de la Boulaie*, c=*Marais du Moyen Brivet*, d=*Marais de Besné*, e=*Marais du Haut Brivet*, f=*Marais de la Taillée amont*, g=*Marais de Martigné*, h=*Marais de Blanche Couronne* e i=*Marais de la Taillée aval*. Adaptado de *Le Syndicat du Bassin Versant du Brivet* (SBVB, 2013).

Percurso metodológico

Considerando que o tema central da pesquisa baseia-se na tomada de decisão do ordenamento do espaço no Brasil e na França para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente os desafios impostos pelos impactos das mudanças climáticas, foi necessária a utilização de um conjunto multitemático de dados e informações de diferentes naturezas para atingir os objetivos propostos.

Segundo os estudos de Santos (2004), pesquisas sobre o ordenamento territorial requerem o conhecimento sobre os componentes que formam o espaço e demandam a utilização de indicadores com a capacidade de descrever o estado ou a resposta dos fenômenos que ocorrem no meio. Baseados em informações objetivas, de fácil interpretação e comparáveis, os indicadores possibilitam a organização de modelos que representam as

realidades. Para a autora, eles constituem a mais importante ferramenta no processo de planejamento ambiental.

Na presente pesquisa os indicadores foram organizados no modelo adaptado da matriz Pressão-Estado-Impacto-Resposta desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas e Meio Ambiente - PNUMA (2004) a partir do padrão Pressão-Estado- Resposta da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development* - OECD) (1993). Segundo Santos (2004), o PER constitui a forma mais usual de organização de instrumentos de gestão territorial sustentável e por conseguir representar as relações entre causa, efeito e retorno da sociedade para a resolução dos impactos. Ele tem sido aplicado com ajustes na estrutura do modelo ou em sua interpretação, por exemplo, por Gouzee et al (1995), Winograd e Uribe (1996), Smeets e Weterings (1999).

No presente estudo, o modelo PEIR foi escolhido devido sua capacidade de apresentar a visão conjunta dos vários componentes de um problema ambiental e das respostas dadas pela sociedade o que facilita o diagnóstico e a avaliação do processo de gestão territorial integrada sustentável, conforme orienta a Convenção de Ramsar nas Resoluções X.24 e XI.14. Ele estabelece

> uma conexão lógica com o intuito de orientar uma análise do ecossistema, demonstrando as causas (PRESSÃO) dos danos ambientais, perpassando pelo estado atual do meio ambiente (ESTADO), pelos custos gerados ao meio ecológico e à sociedade (IMPACTO) e a medida de "contra-ataque" (RESPOSTA) proporcionada ao ambiente (AMARAL et al, 2009, p.5).

Para atingir os objetivos da tese, foram realizadas adaptações. As pressões, que são analisadas pela identificação das atividades antrópicas pela OECD e PNUMA, no presente estudo incluíram como indicadores as tendências e as rupturas climato-hidrológicas locais nos sítios Ramsar brasileiro PARNA Pantanal e francês *Grande Brière* (Figura 8). O estado (ou condição) do meio é geralmente averiguado pela OECD e PNUMA por temas relacionados aos aspectos físicos e biológicos. No presente estudo a condição da biodiversidade foi averiguada com base no estudo da dinâmica da paisagem dos sítios estudados (Figura 8). O impacto ou efeitos sobre o meio diz respeito "às consequências da degradação ambiental sobre o homem e seu entorno" (BARCELLOS et al 2010, p.4). No presente estudo ele concerne à vulnerabilidade da biodiversidade das zonas úmidas dos sítios Ramsar analisados (Figura 8).

As respostas, por sua vez, constituem o retorno da sociedade para impedir, controlar e/ou monitorar as pressões identificadas e conservar as qualidades do meio. No presente

estudo seus indicadores consistem das políticas, seus instrumentos e da gestão territorial internacional, nacional, regional e local brasileira e francesa que almejam deter, reverter ou prevenir os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade com base nas orientações da política internacional da Convenção de Ramsar (Figura 8).

Os materiais, métodos e escalas para o estudo de cada indicador estão sintetizados na Figura 9 e são descritos em cada capítulo da tese.

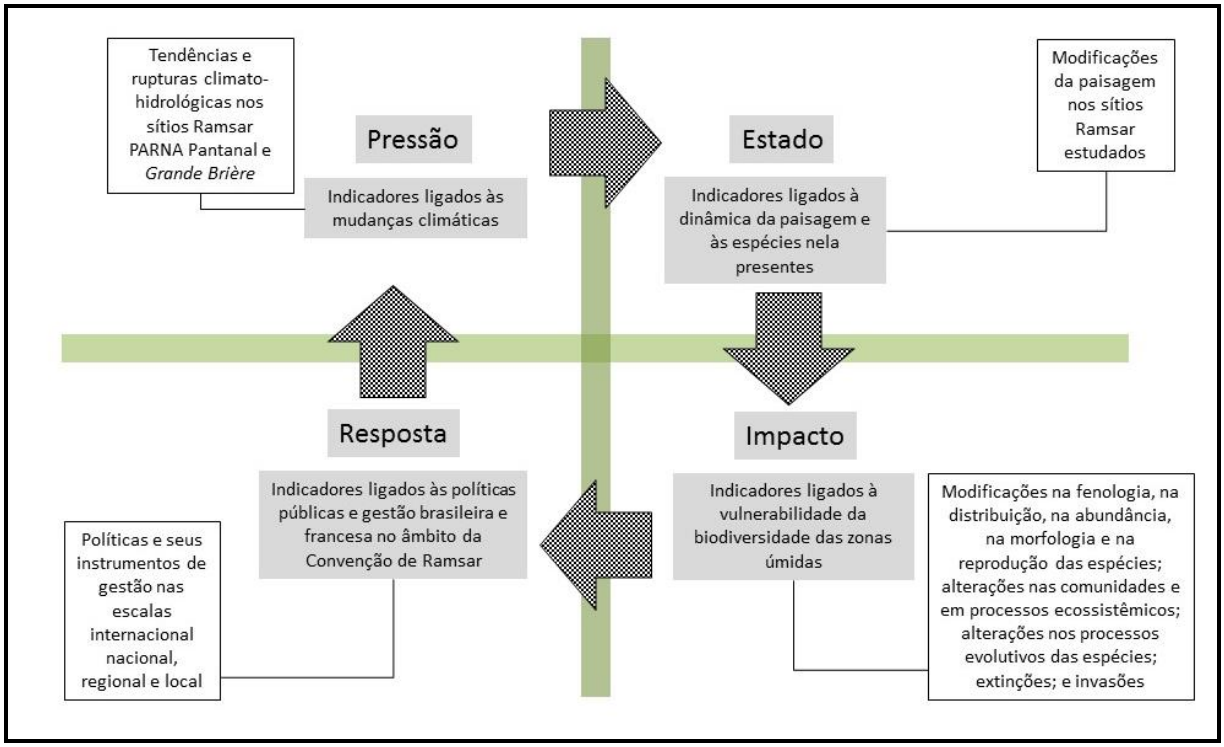

Figura 8. Indicadores de pressão, estado e resposta utilizados no presente estudo. Adaptado do modelo da OECD (1993) e PNUMA (2004).

Indicadores	Materiais	Métodos	Escala
• Tendências e rupturas climato-hidrológicas regionais nos sítios Ramsar PARNA Pantanal e Grande Brière	• Séries históricas diárias de temperatura, pluviometria e de cotas fluviométricas de 1971 a 2011 da ANA, INMET e SEMANHI	• Verificação, correção e seleção dos dados (OMM, 2013) • Testes estatísticos de Pettitt (PETTITT, 1979), • Mann-Kendall (KENDALL, 1975; MANN, 1945) e de Regressão Linear (RIBEIRO et al 2006) • Krigagem exponencial (RIBEIRO et al 2006)	Regional – Local
• Modificações na fenologia, na distribuição, na abundância, na morfologia e na reprodução das espécies, alterações nas comunidades e em processos ecossistêmicos, alterações nos processos evolutivos das espécies e extinções e invasões	• Relatórios técnicos e artigos científicos publicados	• Revisão da literatura (BEAUD, 1988; BACHELARD, 1992; BECKER, 2002)	
• Modificações da paisagem	• Imagens de satélite Landsat das décadas de 1980 e 2000	• Correção geométrica (BONN, ROCHON, 1996) • Mascaramento manual geográfico (GIRARD, GIRARD, 1999) • Identificação das tipologias por meio do NDVI (GAO, 1996), NDWI (GAO, 1996) e do DWV (GOND et al, 2004) • Verificação da validade das classes pelo teste de Jeffries-Matusita (DAVIS et al, 1978) • Visitas de campo para validação das tipologias identificadas	Local
• Políticas, programas e projetos nacionais, regionais e locais do Brasil e da França • Gestão das zonas úmidas	• Relatórios Nacionais brasileiro e francês submetidos às COPs • Planos de gestão dos sítios Ramsar	• Análise documental (IGLESIAS, GOMEZ, 2004; MOREIRA, 2005). • Entrevistas semi-estruturadas (MINAYO, 2002) • Observação participante (GIL, 1987; MAY, 2004).	Internacional – Nacional – Regional – Local

Figura 9. Materiais, métodos e escalas de análise utilizados no presente estudo. Baseado em Santos (2004).

Organização da tese

A presente tese constituiu um trabalho realizado em cotutela entre a Universidade de São Paulo (Brasil) – Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM-USP) e a *Université de Rennes 2* (França) – *Doctorat em Géographie* no âmbito do programa bilateral Brasil-França USP-COFECUB[8]. Para atingir os objetivos propostos o trabalho foi dividido em três partes com dois capítulos cada uma delas. As atividades da pesquisa bilateral refletiram na estrutura do trabalho e cada capítulo apresentou os tópicos introdução, procedimentos metodológicos, resultados e discussão e síntese conclusiva.

A Parte 1 (Capítulos 1 e 2) aprofundou a problemática da pesquisa por meio da investigação teórica sobre como os fatores climáticos podem impactar a biodiversidade das zonas úmidas e quais estratégias a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) orienta que os países membros adotem para seu ordenamento territorial com vistas à esta problemática.

No Capítulo 1 foi apresentado o marco teórico sobre a importância das zonas úmidas e sobre a atual situação de deterioração e modificação de seu caráter ecológico devido as mudanças climáticas. Evidenciou-se que os elementos do clima como a temperatura e a precipitação constituem fatores funcionalmente significativos que controlam a performance biológica por meio dos seus limites de tolerância, quantidade e variabilidade.

No Capítulo 2 foi realizada a análise de como a Convenção de Ramsar se posiciona frente à problemática global dos impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas. Neste capítulo foram destacados os momentos decisivos de gestão durante sua evolução e foram elencadas suas estratégias e seus instrumentos políticos norteadores ao ordenamento territorial dos países membros frente esta problemática.

A Parte 2 (Capítulos 3 e 4) identificou as pressões das mudanças climato-hidrológicas, o estado da paisagem e os impactos previstos na biodiversidade nos sítios Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) no Brasil e *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* na França.

No Capítulo 3 foi averiguada a presença de tendências e rupturas climato-hidrológicas nas bacias hidrográficas de drenagem de cada um dos sítios Ramsar e sinalizado como esses

[8] USP-COFECUB Processo Uc/Sh 131-11.

fenômenos podem impactar as espécies locais. No PARNA Pantanal foram avaliados os dados das estações localizadas na sub-bacia do Alto Paraguai (BAP), sendo as séries de cotas fluviométricas especificamente das micro-bacias que compreendem o interior e região a montante do sítio. No sítio francês foram avaliados os dados das estações localizadas na *bassin du Brivet.*

No Capítulo 4 foi analisado como a paisagem dos sítios brasileiro e francês evoluiu nas três últimas décadas. A verificação foi realizada dentro do limite de cada sítio, nas áreas de amortecimento e no território dos municípios que os inclui. A análise possibilitou identificar as modificações do uso e da ocupação do solo nas zonas úmidas, deduzir os vetores de pressão que as induzem e ainda distinguir qualitativamente os efeitos das forçantes na biodiversidade.

A Parte 3 (Capítulos 5 e 6) apontou as respostas do Brasil e da França, no que concerne à implementação da política de Ramsar, para compreender como as partes lidam com os desafios impostos pelos impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas úmidas em diferentes escalas de gestão.

O Capítulo 5 apresentou as respostas do Brasil e da França para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas. A análise possibilitou identificar as políticas públicas e seus instrumentos para a gestão das zonas úmidas em cada uma das partes contratantes e também discutir como elas se relacionam com as diretrizes de política de zonas úmidas orientada pelo tratado.

No Capítulo 6 foi analisado como é realizada a gestão nacional-local desses ecossistemas diante dos impactos das tendências e rupturas climato-hidrológicas, da dinâmica da paisagem e do estado da biodiversidade verificados nos capítulos 3 e 4 da presente tese, e ainda das políticas públicas de proteção das zonas úmidas de ambos os países, elencadas no capítulo 5.

Posteriormente aos capítulos, a conclusão da tese traz os argumentos finais e os apêndices apresentam os dados brutos identificados nos capítulos 3 e 4 e o resumo expandido em francês conforme o acordo de cotutela entre a USP e Rennes2.

PARTE 1

CAPÍTULO 1. EFEITOS DOS FATORES CLIMÁTICOS NA BIODIVERSIDADE DAS ZONAS ÚMIDAS

Com o intuito de sinalizar como os fatores climáticos podem impactar a biodiversidade das zonas úmidas, o presente capítulo discorreu, por meio de recuperação bibliográfica de estudos internacionais (BEAUD, 1988; BACHELARD, 1992; BECKER, 2002) sobre a importância das zonas úmidas e a deterioração e modificação de seu caráter ecológico devido os vetores de pressão antrópicos e as mudanças climáticas. A relação dos princípios ecológicos com os elementos do clima temperatura e precipitação foram traçados a partir das Leis do Mínimo, Lei dos Fatores Limitantes e Lei da Tolerância descritas por Odum et al (1971). A título de exemplo, foram elencadas as respostas ecológicas observadas e esperadas no Brasil e na França. Os indicadores publicados no Documento técnico V-Mudanças climáticas e biodiversidade (GITAY et al, 2002) e nos Relatórios Primeiro (TEGART et al, 1990), Suplementar (TEGART et al, 1992), Segundo (WATSON et al, 1996), Terceiro (MCCARTHY et al, 2001), Quarto (PARRY et al, 2007) e Quinto (FIELD et al, 2014) do Grupo II– Impactos, adaptação e vulnerabilidade do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) foram utilizados como base por serem considerados instrumentos norteadores para a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar), atual e mais importante regime internacional na orientação da gestão territorial desses ecossistemas.

1.1. INTRODUÇÃO

1.1.1 Importância da biodiversidade das zonas úmidas

As zonas úmidas representam o mais produtivo e maior sistema de suporte dos seres vivos e um dos mais importantes ao bem estar humano (HALLS, 1997). Elas ocupam a zona de transição entre ambientes aquáticos e terrestres, são distinguidas pela predominância e dinâmica da água na superfície e região subterrânea, podem suportar períodos de inundação e de água estagnada com alternância do domínio aquático e do domínio terrestre, apresentam tipo de solo único ou condições sedimentares diferentes das áreas não úmidas adjacentes e suportam uma fauna e flora especialmente adaptada às suas condições permanentes e/ou sazonais de inundação e de restrita aeração (Figura 10) (MALTBY, 2009).

Sua característica de transição e a variada localização na paisagem produzem uma diversidade de ambientes em uma única faixa de superfície. Em regiões inundáveis naturalmente, os hábitats variam desde a cabeceira dos rios até sua foz, desde a lâmina d´água até as regiões mais profundas devido à quantidade de matéria orgânica e ao alcance da luz solar.

São exemplos a presença de turfeiras de planalto, áreas úmidas de planalto alimentadas com água subterrânea, lagos de águas profundas, áreas úmidas de depressão em várzeas, reservatórios, lagos rasos em depressões, manguezais, canais modificados, canais marginais, áreas de água salobra, várzeas modificadas para agricultura, rios de canais naturais com diques, áreas úmidas de rios com vegetação marginal, pântanos com canais de drenagem, etc (Figura 11) (MALTBY, 2009).

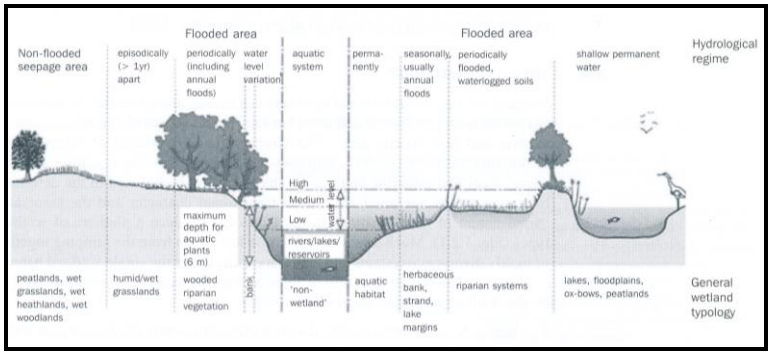

Figura 10. Variedade de habitats em uma zona úmida com rio e lagoa marginal. Organizado por Maltby (2009, p.6)

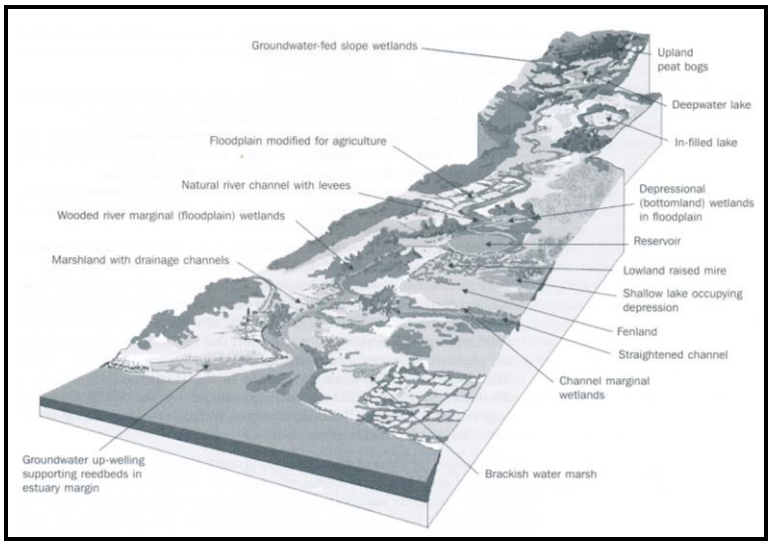

Figura 11. Variedade de habitats encontrados em uma bacia hidrográfica de zona úmida. Organizado por Maltby (2009, p.6)

Além de constituírem ecossistemas distintos com funções ecológicas, biogeoquímicas e hidrológicas com predominância, suporte e dependência de água, elas também se caracterizam por serem heterogêneas entre si. Diferentes zonas úmidas podem exibir características próprias cuja combinação pode ser única e estar ausente em outras.

A heterogeneidade, aliada à dificuldade de demarcação entre o território seco e úmido ao longo do *continuum,* entrava seu conceito exato o qual, por vezes, acaba sendo muito restritivo (MALTBY, 2009).

Atualmente a definição aceita por 168 países é a da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar) (RAMSAR, 1971)[9], a qual aborda todo o leque de zonas úmidas, desde as pouco perturbadas, como áreas naturais, até regiões com padrões mistos de uso humano e ecossistemas intensamente administrados e modificados, como zonas úmidas agrícolas e urbanas. Segundo ela,

> [...] é considerada zona úmida toda extensão de pântanos, charcos e turfas, ou superfícies cobertas de água, de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, contendo água parada ou corrente, doce, salobra ou salgada. Áreas marinhas com profundidade de até seis metros em situação de maré baixa também são consideradas zonas úmidas (RAMSAR, 1971).

Sua biodiversidade, entendida aqui como o conjunto de fatores dos processos biológicos e químicos (diversidade funcional), heterogeneidade de ambientes (diversidade

[9] É considerado o tratado internacional de maior pertinência para a gestão das zonas úmidas (HALLS, 1997; FRAZIER, 1999; FARRIER, TUCKER, 2000; FINLAYSON, 2012) e que vem elaborando diretrizes para sua adaptação e atenuação aos efeitos das mudanças do clima de acordo com os avanços dos estudos do IPCC e de outros autores.

ecológica), material genético presente em populações (diversidade genética) e riqueza de espécies nos diferentes habitats (diversidade de espécies) (MILLER Jr, 2008), apresenta uma adaptação evolucionária relacionada, segundo Halls (1997), Gopal e Junk (2000), Bobbink et al (2006) e Maltby (2009) com:

a) as mudanças no tempo através da sucessão ecológica. Um exemplo são os diferentes estágios (seres) e a alteração da dinâmica ou características temporais da zona úmida quando muitas espécies podem ser naturalmente substituídas e posteriormente obtém novo sucesso de colonização sazonal de acordo com os fluxos hidrológicos.

b) a zonação de espécies no ecossistema. A topografia e a hidrologia apresentam importante papel na presença de espécies dominantes e de mosaicos complexos de comunidades de plantas.

c) as mudanças através das estações ou mais frequentemente pelos pulsos do ciclo hidrológico ou eventos individuais. Como exemplo, a vegetação é composta de adaptações fisiológicas e morfológicas para suportar a hipóxia e anóxia durante os grandes períodos de inundação. Algumas características adaptativas para permanecer a alta produtividade durante a época de águas altas são a habilidade de optar pelo processo de fermentação para produção de energia, medidas de economia de energia na ausência de oxigênio e os mecanismos para tolerar a toxicidade dos produtos finais da fermentação de matéria orgânica durante este alto nível de produtividade.

d) pelas relações com os ecossistemas adjacentes. A complexidade estrutural da vegetação proporciona a heterogeneidade de nichos e uma complexa rede de interações intra e interespecíficas. Ela pode abrigar, além de espécies residentes da própria zona úmida, animais que fazem migrações regulares de habitats mais profundos, que fazem migrações regulares de planaltos terrestres, que fazem migrações regulares de outras zonas úmidas, que constituem visitantes ocasionais e animais que são indiretamente dependentes da biota da zona úmida em questão.

A biodiversidade, aliada às estruturas geomorfológica, hidrológica e de solos das zonas úmidas, exercem funções ecossistêmicas[10] hidrológicas, biogeoquímicas e ecológicas que proveem uma variedade de benefícios locais, regionais ou mesmo globais (Tabela 1).

[10] Constituem atribuições do ecossistema que passam a ser denominadas como serviços ecossistêmicos quando apresentam possibilidade/potencial de utilização humana (HUETING et al, 1998).

Tabela 1. Benefícios das funções hidrológicas, biogeoquímica e ecológicas das zonas úmidas (traduzida de MALTBY et al, 1996).

Função ecossistêmica	Processo	Benefícios
Hidrológica:		
Detenção de enchentes	Retém as inundações	A detenção de enchentes diminui a altura d'água em rios diminuindo os danos causados a jusante. Fornece habitats especialmente importantes para a comunidade aquática.
Recarga de água subterrânea	Recarga de água subterrânea	Reabastecimento de águas subterrâneas, manutenção de ecossistemas dependentes em áreas de descargas, manutenção do fluxo base de rios alimentados pela descarga de outros locais.
Descarga de água subterrânea	Descarga de água subterrânea	Surgimento de nascentes ou zonas de infiltração, manutenção do fluxo dos rios, manutenção de ecossistemas dependentes de regimes de solos úmidos.
Retenção de sedimentos	Retenção de sedimentos	Melhoria da qualidade da água devido à redução da entrada de sedimentos suspensos e de nutrientes associados a eles.
Biogeoquímica		
Retenção de nutrientes	Retenção de nitrogênio e fósforo a longo prazo através da absorção pelas plantas, armazenamento de N e P na matéria orgânica, absorção de N como amônio, absorção e retorno de P no solo, retenção de nutrientes particulados (N e P)	Retenção ou atraso do lançamento de nutrientes ricos em N e P nos corpos d'água prevenindo efeitos potencialmente deletérios. A eutrofização modifica a composição do ecossistema e altera a qualidade da água.
Exportação de nutrientes	Exportação de N gasoso por meio de desnitrificação e de volatilização da amônia. Exportação de nutrientes pelas plantas e via processos mediados pelo vento e pela água.	Além da remoção gasosa de N, os nutrientes podem ser exportados por uma variedade de formas devido a remobilização e transportes tardios.
Retenção de carbono *in situ*	Acumulação de matéria orgânica	O estoque de carbono por longos períodos como turfa auxilia na mitigação da mudança do clima, suporta comunidades biológicas raras, pode ser utilizado como combustível e fonte de produtos farmacêuticos.
Armazenamento de elementos traço	Retenção física e biogeoquímica de elementos traço	Melhoria da qualidade d'água por meio da redução de elementos traço suspensos ou dissolvidos, os quais apresentam efeitos tóxicos à comunidade aquática. Há também a prevenção da contaminação de águas subterrâneas e da translocação desses elementos pelos cursos d'água.

Continua.

Continuação.

Tabela 1. Benefícios das funções hidrológicas, biogeoquímica e ecológicas das zonas úmidas (traduzida de MALTBY et al, 1996).

Função ecossistêmica	Processo	Benefícios
Exportação de elementos traço	Absorção de elementos traço pelas plantas, remobilização física e biogeoquímica desses elementos.	Os riscos na produção alimentar acontecem quando a capacidade de armazenamento de elementos no solo ou sedimento é excedida. Há a possibilidade da remoção controlada desses elementos mas o perigo de efeitos tóxicos nas plantas e recontaminação das águas superficiais e subterrâneas pode acontecer.
Controle da concentração de carbono		As zonas úmidas influenciam a concentração de carbono dissolvido na água, os fatores chave de qualidade da água e o ecossistema aquático em áreas ricas em carbono orgânico dissolvido.
Ecológicos		
Manutenção do ecossistema		Os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nas zonas úmidas contribuem com o aparecimento de habitats únicos, os quais suportam uma variedade de organismos. Contribui com a biodiversidade global, com recreação e qualidade de vida.
Suporte da cadeia trófica		As cadeias tróficas das zonas úmidas tanto contribuem quanto são suportadas pela biomassa local ou de detritos e organismos provenientes de outros ecossistemas.

Entre os serviços ecossistêmicos[11] prestados, os estudos de Halls (1997), Diegues (2002), MEA (2005), Bobbink et al (2006), Ewel (2009) e Gopal (2009) destacam:

- serviços de provisão, como alimentos (produção de peixes, frutos, grãos e de espécies vegetais e animais que podem ser cultivadas), caça (comercial e esportiva), água (para abastecimento da população e irrigação de culturas), madeira e fibras (produção de toras, lenha, turfa, forragem), minerais, combustíveis, materiais para a construção, materiais para a medicina, berçários de muitas espécies responsáveis pelo fornecimento de juvenis para ambientes aquáticos adjacentes, variedade de habitats em diferentes escalas espaciais e temporais, recursos alimentares, reprodução, refúgio permanente ou temporário para inúmeras espécies.

- serviços reguladores, como clima (influencia na temperatura local e regional, precipitação, fonte e captação de gases do efeito estufa), fluxo hidrológico (recarga de aquíferos), purificação hídrica (retenção, recuperação e remoção de excesso de nutrientes e outros poluentes), regulação da erosão (retenção do solo e de sedimentos), regulação de

[11] Constituem os benefícios diretos e indiretos, em diferentes escalas espaciais e temporais, obtidos dos ecossistemas para o bem estar humano (COSTANZA et al., 1997; DE GROOT et al., 2002).

ameaças naturais (controle da inundação e de tempestades), polinização (habitat de polinizadores), reguladores de doenças (vetores).

- serviços culturais como espiritual e de fonte de inspiração (muitas religiões atribuem valores espirituais e religiosos a aspectos dos ecossistemas das zonas úmidas), recreacionais (oportunidades para atividades recreativas), estéticos e educacionais (oportunidades para a educação formal e não formal).

- serviços de suporte, como formação do solo (retenção de sedimentos e acúmulo de matéria orgânica), fotossíntese e ciclo de nutrientes (armazenamento, reciclagem, tratamento e aquisição de nutrientes).

Mesmo esses serviços apresentando à sociedade valores de uso direto, por meio do consumo, de uso indireto, por meio dos benefícios das funções ecossistêmicas e valores de não uso pelo benefício de sua existência, atualmente restam 50% das zonas úmidas da superfície terrestre e em alguns continentes 80% delas desapareceram ou encontram-se severamente degradadas (BOBBINK et al, 2006).

Segundo Gosselink e Maltby (1990), Gitay et al (2001), Keller et al (2004), MEA (2005), Acreman et al (2009), Gopal (2009) e Ramsar (2010), as principais causas de deterioração e modificação de seu caráter ecológico[12] são os efeitos diretos, indiretos e sinérgicos das mudanças climáticas do século XX reportadas nos estudos do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)[13] em 1990 (HOUGHTON et al, 1990; TEGART et al, 1990), 1992 (HOUGHTON et al, 1992; TEGART, SHELDON, 1992), 1996 (HOUGHTON et al, 1996; WATSON et al, 1996), 2001 (HOUGHTON et al, 2001; MCCARTHY et al, 2001), 2007 (SOLOMON et al, 2007; PARRY et al, 2007), 2013 (STOCKER et al, 2013) e em 2014 (FIELD et al, 2014) e dos vetores de pressão antrópicos resultantes da modificação do solo.

[12] O caráter ecológico das zonas úmidas é definido por Ramsar (2010) como a combinação dos componentes do ecossistema, processos e benefícios/serviços.
[13] Instituído pela *United Nations Environmental Programme* (UNEP) e pela *World Meteorological Organization* (WMO) em 1988.

1.1.2 Impactos do clima sobre a biodiversidade das zonas úmidas

A mudança climática é definida pelo IPCC (STOCKER et al, 2013) como a existência de alterações nas propriedades do clima[14] tal como mudanças em seu estado médio, desvios-padrão e ocorrência de eventos extremos que extrapolam os eventos climáticos individuais nas escalas espaciais e temporais e persistem durante um longo período de tempo, tipicamente de décadas ou mais.

Segundo o IPCC (SOLOMON et al, 2007), são indicadores desta mudança o aumento de 32% das concentrações de CO_2 e de 151% da concentração de CH_4 na atmosfera entre 1750 e 2000, o aumento da temperatura média global da superfície de até 0.6ºC nos últimos 100 anos, o aumento de 5 a 10% da precipitação na maioria das latitudes médias e altas dos continentes do Hemisfério Norte e diminuição da mesma em até 3% na maioria das áreas subtropicais, a diminuição de 10% da extensão da cobertura de neve e gelo no Hemisfério Norte (especialmente América, Europa e Ásia) desde o final da década de 1960 devido alterações na primavera, a maior frequência e intensidade de episódios de aquecimento do fenômeno ENSO[15] desde a década de 1970, a maior frequência e intensidade de episódios de eventos extremos[16], entre outros.

A previsão é que as mudanças climáticas projetadas para o século XXI amplifiquem os riscos relacionados com o clima existente e crie novas ameaças para os sistemas naturais. Se por um lado alguns destes riscos fiquem limitados a um determinado setor ou região, outros terão efeitos em cascata. São exemplos a redução significativa dos recursos hídricos de superfície e subterrâneos e o aumento da ameaça de extinção de espécies terrestres e de água doce. No caso das zonas úmidas, é esperado o alto risco de mudança de escala regional, abrupta e irreversível na composição, estrutura e função dos ecossistemas (FIELD et al, 2014).

---

[14] Definido em sentido restrito em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes de temperatura, chuva e vento ao longo de um período de tempo que varia de meses a milhares ou milhões de anos ou, em sentido mais amplo, como o estado do sistema climático, um complexo arranjo constituído pela atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a litosfera, a biosfera e as interações entre eles que evolui no tempo devido a influência de sua própria dinâmica interna e/ou forças externas, como erupções vulcânicas, variações solares e forçantes antropogênicas (STOCKER et al, 2013).

[15] Formado pela Oscilação Sul (desvio da pressão atmosférica a partir de uma compensação barométrica entre Pacifico Sul e Oriental), El Niño (TSM - temperatura da superfície do mar acima da média climatológica) e La Niña (TSM - abaixo da média climatológica).

[16] Definido por Stocker et al (2013) como um modelo de evento meteorológico raro e que persiste por um tempo, como em uma estação do ano, em um lugar específico, e especialmente se apresenta uma média ou total, que é por si só extrema.

De acordo com Carpenter et al (1992, p.119), as mudanças climáticas representam "enormes efeitos sobre a distribuição e interação de espécies". Nas zonas úmidas distinguem-se seus efeitos diretos como elevação da temperatura e da concentração de CO_2 na atmosfera e os efeitos indiretos, como alterações regionais e globais nos regimes de precipitação e seus impactos na evaporação, radiação, velocidade do vento e alteração dos regimes hidrológicos (ACREMAN et al, 2009; GITAY et al, 2001; WELTZIN et al, 2000, 2001, 2003; KELLER et al., 2004; PARRY et al, 2007).

Há interferência nas diferentes escalas de organização biológica (genética, populacional, espécies, comunidades e ecossistemas) e localização espacial (habitat, local, regional e continental) em consequência de seu caráter altamente variável (JOHNSTON e BENNET, 1996; MARENGO, 2006; NOBRE et al, 2007; HEINO et al, 2009; PUTTEN et al, 2010).

A perturbação ocorre devido quase que a totalidade dos aspectos da vida dos organismos ser associada ao nicho climático, um aspecto do nicho ambiental[17], definido por limites da variação climática que garantem a taxa positiva de crescimento dos organismos desde que estejam nele contidos (PEARMAN et al, 2007). O vínculo dá-se dentro de complexas relações ecológicas onde os elementos do clima (temperatura e precipitação, por exemplo) constituem fatores funcionalmente significativos (Figura 12).

[17] O nicho ambiental reúne todas as condições ambientais que atendem os requisitos necessários para a manutenção da taxa de crescimento populacional positivo de uma espécie. Ao desconsiderar as interações bióticas é denominado nicho fundamental e ao considerá-las, é denominado nicho realizado (PEARMAN et al, 2007).

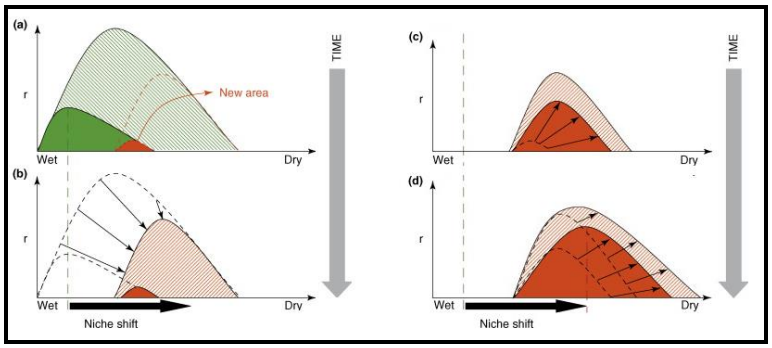

Figura 12. Dinâmica do nicho ambiental - fundamental e realizado - de uma população ao longo de um gradiente de umidade. a=região verde escura representa o nicho realizado e região verde tracejada representa no nicho fundamental (onde podem ocorrer taxas reprodutivas na ausência de concorrentes); b=com a modificação da umidade, as espécies tendem a se estabelecer dentro dos nichos realizados e fundamentais originais (vermelho e tracejado, respectivamente), os quais são menores que em sua escala original; c=uma vez estabelecidas, as espécies expandem seu nicho realizado e fundamental não ocupados na faixa original devido a liberação competitiva; d=a seleção direcional favorece indivíduos que toleram o ambiente imposto (mais seco, no caso) Adaptado de Pearman et al (2007, p.150).

Para Muir (1992) e Walther et al (2002) a temperatura e a precipitação constituem os principais fatores climáticos que atuam na circulação global, cuja variabilidade contribui para a heterogeneidade da dinâmica ecológica dos sistemas naturais e pela definição das ecorregiões terrestres mundiais.

No caso da interferência da modificação do nicho climático dos animais, Zhao et al (2006) discutem que existem duas hipóteses sobre ela, uma sobre a influência direta em sua fisiologia e variação espacial e outra sobre a influência indireta por meio da troficidade, ou seja, por meio da produtividade das plantas e, por conseguinte, fornecimento de recursos para alimentação e abrigo.

O controle sobre os organismos segue os princípios ecológicos das Leis do Mínimo, Lei dos Fatores Limitantes e Lei da Tolerância discutidos por Odum et al (1971) descritas no Quadro 1. Elas preveem que na natureza os indivíduos são regidos tanto pelos limites de tolerância quanto pela quantidade e variabilidade desses fatores essenciais (temperatura, pluviosidade, umidade, etc), de forma que em escala de indivíduos, populações, espécies, composição e função de ecossistemas, os elementos do clima apresentam a capacidade de impossibilitar, dificultar ou otimizar a performance biológica.

Quadro 1. Bases dos princípios ecológicos dos organismos (organizado de ODUM et al, 1971).

Lei	Descrição	Autor
Lei do mínimo	Os organismos requerem uma quantidade mínima de um nutriente em particular para seu crescimento de forma que sua ausência interfere e limita uma série de outros fatores.	Justus Von Liebig (1840)
Lei dos fatores limitantes	Esta lei incorporou a lei do mínimo e estipula que a deficiência ou o elevado nível de um fator modifica o efeito limite de outro no organismo por meio de um processo de interação. Assim, de acordo com Taylor (1934), o funcionamento de um organismo é controlado pela somatória da combinação, ou não, de fatores ambientais essenciais desfavoráveis. O controle acontece em períodos críticos durante o ano ou durante um período severo do ciclo climático.	F. I. Blackman (1905)
Lei da tolerância	Os organismos são limitados pelo mínimo e máximo de um fator em uma escala onde o meio é a condição ótima para seu crescimento e reprodução. Os extremos são denominados limites de tolerância. São princípios da lei de Tolerância: a) Os indivíduos podem apresentar uma amplitude de tolerância de um fator maior que de outro; b) Os indivíduos com largas amplitudes de tolerância para todos os fatores apresentam maior probabilidade de se apresentarem com maior distribuição geográfica; c) A exposição de uma espécie à uma condição de pressão a um fator pode reduzir o limite de tolerância à outros fatores; d) Os organismos apresentam fatores limitantes mais importantes que outros; e) O período de reprodução dos organismos constitui a época em que há a maior possibilidade da existência de fatores limitantes, uma vez que os limites de tolerância são geralmente mais estreitos para fases reprodutivas do que para animais adultos.	V.E. Shelford (1911)

A temperatura, por exemplo, considerada um fator universalmente limitante, controla, juntamente com os ritmos de luz, humidade e de marés, as atividades sazonais e diárias dos organismos. Eles reagem tanto a seu aumento quanto à sua diminuição por meio de mudanças fisiológicas (como, por exemplo, desnaturação proteica, atividade enzimática, período de maturação das gônadas, espermatogênese, determinação sexual, desenvolvimento de ovos e de larvas, coloração, taxa de comprimento do corpo, sobrevivência, etc) e comportamentais que diferem entre espécies e entre suas fases do ciclo de vida dependendo da tolerância[18] (JOHNSTON, BENNET, 1996).

Em plantas, enquanto temperaturas mais elevadas podem acelerar seu desenvolvimento (volume, peso, forma e estrutura), baixas temperaturas podem prolongar o tempo de seu ciclo de vida de semente a semente.

Em animais, o acréscimo térmico amplifica e acelera a maioria dos processos metabólicos como, por exemplo, o aumento da taxa de consumo de oxigênio na ordem de

[18] O grau de tolerância térmica permite classificar as plantas em termófilas e os animais como estenotérmicos (apresentam o mínimo, o ótimo e o máximo térmico tolerados próximos entre si e, portanto, menor resistência à amplitude térmica) e euritérmicos (apresentam, por sua vez, maior grau de tolerância térmica e, portanto, maior amplitude entre o mínimo, o ótimo e o máximo tolerados). Animais estenotérmicos quando tolerantes a baixas temperaturas são denominados oligotérmicos, e quando a altas, denominadas politérmicos. Para ambas a pequena variação térmica pode ser crítica (ODUM et al, 1971; SCHMIDT-NIELSEN, 1997a).

duas ou três vezes com o aumento de 10°C, podendo ser ainda maior em organismos com maiores limites de tolerância térmica (SCHMIDT-NIELSEN, 1997a).

Como exemplo, segundo o estudo de Woodward et al, (2010), a forte pressão do cenário de aquecimento sobre os organismos que se encontram na faixa termal ótima influencia a riqueza das espécies tanto devido à invasão de espécies euritérmicas e perda da diversidade de espécies estenotérmicas (cenário A da Figura 13), quanto pela diminuição da riqueza de espécies em ecossistemas relativamente homogêneos, em sistemas próximos dos limites fisiológicos da existência para a maioria dos organismos (cenário B da Figura 13).

Da mesma forma, prevê-se que ela beneficie mais espécies ectotérmicas[19] em relação às endotérmicas, como observaram Aragon et al (2010) na Espanha e Zhao et al (2006) na China, embora seu efeito seja diferente entre os grupos de vertebrados. No estudo de Aragon et al (2010), por exemplo, a variabilidade térmica teve menor importância na alteração da distribuição de anfíbios, répteis e aves do que a precipitação, outra importante variável climática do ponto de vista ecológico.

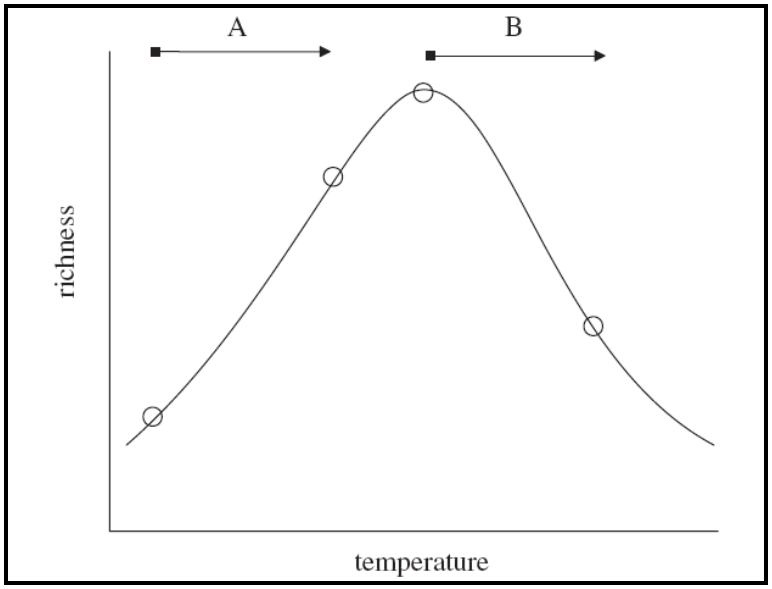

Figura 13. Relação hipotética entre riqueza de espécies local e temperatura. Organizado por Woodward et al, (2010, p.2098).

A precipitação, outro elemento do clima, atua em conjunto com a evaporação e o transporte de vapor dá água e é considerada o principal impulsionador do sistema hidrológico da superfície terrestre. Ela proporciona, por meio de sua distribuição temporal e espacial e

[19] Espécies capazes de ajustar sua temperatura corporal explorando o ambiente ou mesmo se tornando inativos se tornando dormentes por estivação ou hibernação. Neste segundo caso, a radiação solar constitui a principal fonte de calor. Por outro lado, animais endotérmicos são capazes de regular e manter sua temperatura corporal constante mesmo com as variações térmicas do ambiente por meio de processos internos, como compensação metabólica, vascularização periférica, insolação e termo-regulação cerebral (SCHMIDT-NIELSEN, 1997a).

juntamente com fontes ou mananciais subterrâneos e abastecimentos provenientes de regiões vizinhas, a oferta de água para as funções biológicas dos organismos. Para Muir (1992, p.121), ela é geralmente o fator limitante que determina se a maior parte das áreas terrestres mundiais serão desertos, pradarias ou florestas.

Nas zonas úmidas, uma vez que as planícies de inundação (zona de máxima interação entre um rio e seu vale) são altamente dependentes da inundação regular controlada pela precipitação, pelo escoamento superficial a montante e pelos reservatórios de superfície e subterrâneos, as alterações climáticas têm um grande potencial de modificar a duração e extensão da inundação e, por conseguinte, o fornecimento de nutrientes, matéria orgânica e abrigo fértil para peixes e outros organismos.

Segundo as discussões de Carpenter et al (1992) os habitats aquáticos pequenos e rasos, como lagoas, riachos de cabeceira, pântanos, e pequenos lagos, são os que expressam em primeiro lugar os efeitos da alteração da precipitação. No cenário de sua redução, a maior e imediata preocupação concerne a piscinões reclusos e córregos ocupados por espécies ameaçadas de extinção.

Em plantas, a diminuição de chuvas acarreta, em associação com outros elementos[20], a alteração na absorção hídrica e de nutrientes e permeabilidade das membranas refletindo no balanço hídrico e nutricional, fatores que resultam em mudanças em seu metabolismo, balanço hormonal, trocas gasosas e produção de EROs[21] devido a salinização (PRISCO, FILHO, 2010)

Em regiões que alternam períodos sazonais secos e úmidos e onde há períodos de elevada taxa de solutos suficientemente capaz de promover a perda de água dos organismos pelo mecanismo de osmose, como nas zonas úmidas, o padrão fenológico de muitas espécies de plantas acompanha a oscilação sazonal de acordo com a tolerância à salinização do ambiente[22].

As respostas incluem, por exemplo, a indução da redução do crescimento e queda de folhas, flores e frutos e em casos de secas prolongadas com alta demanda evaporativa, o ciclo de espécies mais sensíveis pode ser prolongado ou mesmo suprimido. Da mesma forma,

[20] Associam-se também a elevada evaporação e acumulação de íons provenientes do intemperismo de atividades antrópicas.

[21] EROs constituem intermediários metabólicos neutralizados por antioxidantes em condições homeostáticas e que podem ocasionar a oxidação de lipídios de membranas, desnaturação proteica e originar mutações devido reações com o DNA durante o estresse oxidativo (PRISCO, FILHO, 2010).

[22] A capacidade em tolerar a presença de sais solúveis no substrato e de completar seu ciclo de vida permite classificar as espécies vegetais como halófitas (apresentam tolerância à elevada quantidade de sais sem afetar seu crescimento) ou glicófitas (não toleram a presença de alta concentração de sais no substrato) (FLOWERS et al, 1977; GREENWAY, MUNNS, 1980).

durante a época de cheia, espécies podem ser naturalmente substituídas e posteriormente obtém novo sucesso de colonização sazonal de acordo com os fluxos hidrológicos.

Em animais, uma vez que a presença da água é fisiologicamente imprescindível para o processo de regulação iônica no qual a concentração de solutos deve ser mantida dentro de limites bastante restritos nos fluidos do corpo, a manutenção apropriada das concentrações iônicas internas pode ser obtida, dentro do limite tolerado[23], pela diminuição de sua permeabilidade e pela regulação do gradiente de concentração entre os fluidos do corpo e o ambiente (SCHMIDT-NIELSEN, 1997b).

Em um cenário de menor influxo de água, elevada evaporação e aumento da temperatura, espera-se que haja, por exemplo, a substituição de espécies de peixes estenoalinas de ambientes lacustres de baixas altitudes pelas eurialinas (BELL et al, 2011), como aconteceu nas microbacias de Ontario, EUA (MINNS, MOORE, 1995).

1.1.3 Respostas observadas e projetadas nos organismos devido às mudanças do clima

De acordo com o Documento técnico V-Mudanças climáticas e biodiversidade (GITAY et al, 2002) e os Relatórios Quarto (PARRY et al, 2007) e Quinto (FIELD et al, 2014) do Grupo II– Impactos, adaptação e vulnerabilidade do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) o impacto da mudança climática durante o século XX constitui um fator de contribuição causal proeminente na alteração nos sistemas biológicos.

Segundo Gitay et al (2002), Parry et al (2007) e Field et al (2014), ainda que alguns ecossistemas sejam particularmente mais sensíveis às mudanças do clima que outros, a probabilidade de que as respostas biológicas observadas poderiam ocorrer ao acaso é insignificante. São exemplos observados e esperados: mudanças na fenologia, na distribuição, na abundância, na morfologia e na reprodução das espécies, alterações nas comunidades e em processos ecossistêmicos e modificações nos processos evolutivos das espécies, além de extinções e invasões.

[23] Segundo o grau de concentração interna de íons, os animais podem ser classificados em hiperosmóticos (com fluidos do corpo mais concentrados osmoticamente que o meio) ou hiposmóticos (com fluidos do corpo menos concentrados osmoticamente que o meio) e de acordo com a tolerância, podem ser denominados eurialinos (apresentam alta tolerância à salinidade) ou estenoalinos (apresentam tolerância limitada às variações na concentração sais do meio) (SCHMIDT-NIELSEN, 1997b).

a) Mudanças na fenologia das espécies

As alterações na fenologia das espécies (mudanças no tempo dos eventos biológicos) tal como mudanças sazonais do comportamento de insetos, anfíbios, répteis, pássaros e vegetais talvez constituam, segundo Parry et al (2007), o processo mais simples e claro para o acompanhamento das modificações na ecologia dos organismos em resposta às mudanças climáticas.

No caso das plantas, a identificação dos eventos climáticos no tempo e no espaço permite descrever detalhes de suas relações com o ambiente, uma vez que cada etapa de seu ciclo de vida necessita de demandas hídricas, fotoperiódicas e térmicas. As respostas à variação desses fatores incluem alterações na formação de folhas, na floração, no amadurecimento de frutos, folhas de coloração, queda de folhas, na fotossíntese e respiração (SAXE et al, 2001)

Segundo Siqueira et al (2009), essas características aliadas aos registros de eventos antigos sobre sua fenologia (como calendários agrícolas de mais de 5000 anos) permitem avaliar séries temporais longas e fornecem os melhores subsídios para estudos que efetivamente almejam avaliar os efeitos das mudanças climáticas sobre comunidades biológicas. No meio acadêmico esses fatores têm proporcionado, durante os últimos 500 anos, a maior quantidade de pesquisas sobre o tema, as quais demonstram o prolongamento da estação de crescimento das plantas em elevadas latitudes no hemisfério norte em resposta ao aquecimento global.

Na França, por exemplo, ainda que os autores não tenham trabalhado especificamente com zonas úmidas, Denelle et al (1987) verificaram alterações no sexo e polimorfismo sexual em populações naturais do arbusto da família Thymelaeaceae devido a mudança climática na região da *Provence-Cote d'Azur* e Lebourgeois et al (2008) identificaram modificações nas fases fenológicas (broto, amarelecimento e duração da estação de crescimento) de espécies de angiospermas de florestas temperadas durante as primaveras e outonos de 1997 a 2006.

No Pantanal brasileiro, Fava (2010) verificou que a espécie de palmeira *Bactris glaucesens* apresenta aumento das fenofases de brotamento e senescência foliar em condições de temperatura e precipitação elevadas. No bioma, Mattos (1999) encontrou uma relação negativa entre o crescimento radial de *Tabebuia heptaphylla* e de *Anadenanthera colubrina* e a precipitação local.

Segundo Cleland et al (2007) e Parmesan (2007), estas respostas das espécies vegetais aos estímulos climáticos apresentam consequências generalizadas para as interações tróficas, serviços ecossistêmicos e interações biosfera-atmosfera, uma vez que cada uma delas

apresenta magnitude e direção diferentes. Para Pau et al (2011), espécies que apresentam período de transição sazonal (período de estabilidade climática que propicia o crescimento e floração da maioria das espécies) relativamente longo e gradual ao clima, tal qual nos biomas temperados, são mais sensíveis que espécies com transições rápidas, como por exemplo os biomas tropicais.

Em animais, mudanças fenológicas são observadas, por exemplo, em borboletas, peixes, répteis e mamíferos e embora haja diferenças em relação às espécies, regiões, eventos observados e métodos aplicados, os dados mostram que o recente aquecimento climático vem provocando o prolongamento da estação de crescimento com a antecipação da primavera e retardo do outono durante a segunda metade do século XX (PARRY et al, 2007).

Na França, por exemplo, alterações na fenologia de espécies de mosquitos Culicidae das zonas úmidas naturais *la Dombes* e *la Basse Vallée de l'Ain* na região *Rhône*-Alpes são discutidas por Pradel et al (2007) em relação ao aquecimento e mais especificamente, às alterações de temperatura, humidade, precipitação e fotoperíodo.

Em populações de aves, o aquecimento global tem causado modificações na alimentação (CRICK et al, 1997; WINKEL, HUDDE 1997; VISSER et al, 2006) e na migração (TRYJANOWSKI et al, 2002; COTTON 2003; GORDO et al, 2005; JONZEN et al, 2006; 2007). Segundo Jones e Cresswell (2010), uma vez que as alterações climáticas não ocorrem igualmente sobre o globo, a interferência na fenologia pode chegar a tal ponto que a migração pode tornar-se inoportuna devido à falta de sincronização com a disponibilidade de recursos para alimentação, abrigo e reprodução.

Como exemplo, populações de quatro espécies de aves migratórias neárticas que utilizam o Pantanal de Poconé (MT) brasileiro para alimentação e abrigo foram descritas pelos autores Butler (2003), Murphy-Klassen et al (2005), Varrin et al (2007) e Solonen (2008) como espécies que tiveram a chegada de populações antecipada nos EUA e Canadá devido ao aquecimento global.

b) Mudanças na distribuição e abundância das espécies

Segundo Walther et al (2002), a mudança climática pode alterar a definição dos limites de distribuição geográfica dos organismos levando à expansão da escala ou à contração de seu alcance geográfico. As alterações relacionam-se aos limites fisiológicos de tolerância específica à temperatura e à precipitação.

Para Breshears et al (2008) há três tipos de mudança de distribuição de espécies em relação ao gradiente latitudinal e altitudinal e resultante de alterações no crescimento,

estabelecimento, declínio e/ou mortalidade e as quais podem ocorrer em várias combinações (Figura 14):

a) *Lean*, quando a faixa geográfica tolerada permanece constante, mas há alteração da abundância de espécies,

b) *March*, onde toda a distribuição e o seu alcance se movem para uma zona de maior gradiente latitudinal e altitudinal conseguindo se estabelecer, e

c) *Crash*, onde a mortalidade é generalizada no novo gradiente latitudinal e altitudinal.

Em *March* e *Crash*, novas pressões e relações são estabelecidas, mas não necessariamente como eram no intervalo original, uma vez que as espécies podem ser forçadas a interagirem com aquelas a partir das quais estavam anteriormente espacialmente separadas.

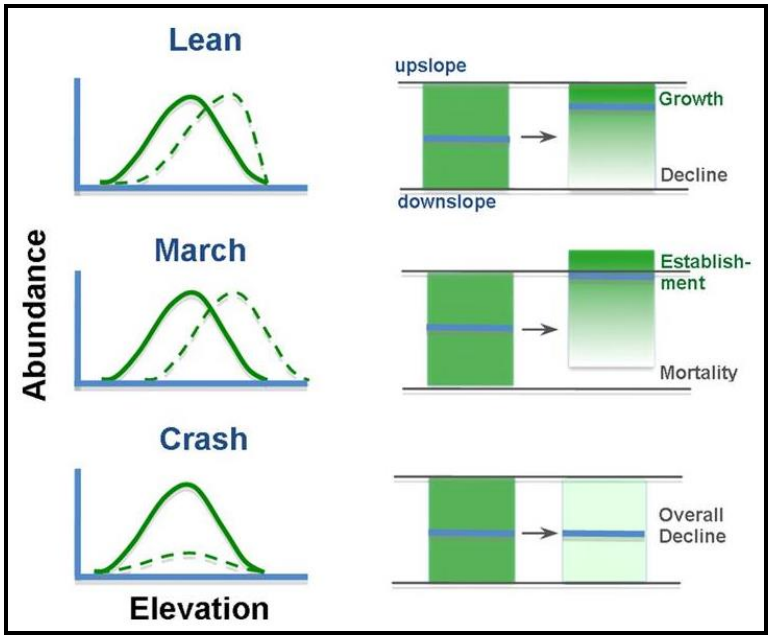

Figura 14. Tipos de curvas de distribuição de espécies em relação às mudanças climáticas. Organizado por Breshears et al (2008).

De acordo com os estudos de Gitay et al (2002), Parry et al (2007) e Field et al (2014), essas mudanças ocorreram em uma ampla gama de grupos taxonômicos e localizações geográficas durante o século XX. A temperatura tende a ser o principal condutor da alteração geográfica de maneira coordenada e sistemática.

Como exemplo, Kullman (2008) demonstrou a modificação dos padrões biogeográficos na ordem de 50-300 km para o norte e 500-800m para cima de três espécies arbóreas termófilas em relação ao aumento de 1.2ºC na temperatura da Suécia desde 1920.

Resultados semelhantes foram observados por Sanz-Elorza et al (2003) em espécies arbustivas espanholas devido ao aumento das temperaturas mínimas e máximas da região no período de 1957 a 1991.

No Brasil, Diniz-Filho et al (2009) utilizaram uma abordagem de combinação de métodos de distribuição geográfica potencial para elaborar mapas-consenso da distribuição da riqueza de 753 espécies de vertebrados do bioma Cerrado no ano 2050. Segundo eles, o aquecimento levará a uma mudança na riqueza máxima de espécies a partir do sudeste em direção ao centro-sul do bioma, incluindo regiões onde atualmente há a utilização da área para atividades pecuárias.

No Bioma Mata Atlântica brasileiro, Colombo e Joly (2010) observaram, também por meio de técnicas de modelagem, a distribuição geográfica presente e futura de 38 espécies arbóreas típicas com o aumento da concentração de CO_2 e da temperatura em dois cenários projetados para 2050. De acordo com o estudo, observou-se a redução na área que as espécies estudadas poderão ocupar, bem como um deslocamento delas em direção ao sul do Brasil.

Ainda neste ecossistema brasileiro, Lemes et al (2014) verificaram, por meio de modelização do nicho ecológico de 430 espécies de anfíbios, que o aquecimento será responsável pela modificação da distribuição e alteração da riqueza dessas espécies, principalmente quando analisada juntamente à variação da altitude.

Na França, o estudo de Nevoux (2008) observou respostas negativas (diferentes entre adultos e juvenis) sobre parâmetros demográficos e taxa de crescimento da população das espécies de cegonha branca *Ciconia ciconia* e de albatroz *Thalassarche melanophris* em relação ao aquecimento.

c) Mudanças na morfologia e reprodução das espécies

Segundo os estudos de Gitay et al (2002), Parry et al (2007) e Field et al (2014), na escala regional, o aquecimento tem influenciado o tamanho do corpo de aves e mamíferos e o alongamento e fortalecimento evolutivo das asas de insetos. Em borboletas, além do tamanho do corpo, ele tem provocado o aumento de populações por conta da maior postura de ovos. Em aves a mudança é variável quanto ao aumento e diminuição do tamanho dos ovos, mas generalizada quanto à antecipação da época de reprodução. As alterações também têm modificado o período e a quantidade de pólen produzido pelas plantas.

No Brasil, segundo Grandis et al (2010), em regiões alagadas da Amazônia, espera-se que, com a mudança do clima prevista, os efeitos do aumento da concentração de CO_2 e as

temperaturas elevadas se somem positivamente a ponto de ocorrer o aumento do crescimento de plantas ligado ao período em que as espécies não estão submetidas ao alagamento. Para os autores, o crescimento ocorrerá principalmente em espécies de crescimento rápido. Entretanto, quando a temperatura atingir valores acima dos ótimos para a maioria das plantas, elas possivelmente diminuirão sua atividade metabólica.

Na França, a evolução térmica proporcionou a modificação dos padrões de reprodução e de abundância de peixes durante 1986 a 2006 no reservatório de *Mirgenbach* (MASSON et al, 2008) e na bacia do *Upper Rhône River* de 1979 a 1999 (DAUFRESNE et al, 2003).

d) Extinções e invasões relacionadas às mudanças do clima

Segundo Wilson et al (2004), o rápido aquecimento do clima tem levado à diminuição do tamanho da escala, da abundância e da densidade de indivíduos na faixa geográfica em que ocorrem e do habitat preferido dentro do alcance das espécies, promovendo assim casos de extirpação (perda de uma população em um determinado local) ou extinção (perda global de todos os indivíduos de uma espécie).

Evidências foram reunidas por Parry et al (2007) e Field et al (2014) para espécies de anfíbios, borboletas e aves, por exemplo. Segundo Weygoldt (1989), no Brasil, os invernos extremamente secos foram as causas mais prováveis das extinções de anfíbios *Cycloramphus fuliginosus* e da família Hylodinae a partir de 1981 no Estado do Espírito Santo.

No centro-sul da França, espera-se a extinção de mais de 80% das espécies de plantas analisadas por Thuiller et al (2005) nas regiões de *Cevennes* e do *Massif Central* devido o aumento de temperatura previsto no modelo A1-HadCM3 do IPCC (Figura 15).

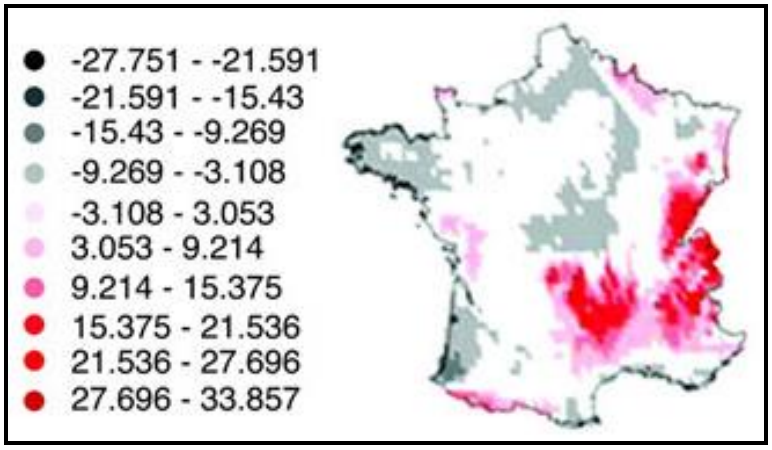

Figura 15. Projeção regional de extinção de espécies em relação ao aumento da temperatura e disponibilidade de umidade na França. Cores vermelhas indicam maior perda de espécies. Adaptado de Thuiller et al (2005).

Além das extinções, Parry et al (2007) e Field et al (2014) ressaltam a invasão de espécies, como de patógenos e plantas exóticas termófilas, por exemplo, devido à flutuação da disponibilidade de recursos provocada pelo aquecimento do clima. Um exemplo no Brasil, Equador e Venezuela é o estabelecimento da quitridiomicose em espécies de anfíbios devido à interferência de variáveis micro e macro-climáticas como humidade e temperatura na dinâmica da doença, dentro do complexo processo envolvendo os hospedeiros e patógenos (LIPS et al, 2008).

Na França, Pradel et al (2007) discutem que o aquecimento pode estar influenciando mudanças biológicas nas populações de mosquitos vetores do arbovírus em duas zonas úmidas naturais *la Dombes* e *la Basse Vallèe de l´ain* na região *Rhône*-Alpes (não receberam tratamento anti-mosquitos pelo órgão *l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication* - EID) a ponto de causar impactos na capacidade em transmitir os agentes patogênicos na região.

e) Mudanças das comunidades de espécies e em processos ecossistêmicos

Os Quarto e Quinto Relatórios do Grupo II do IPCC (PARRY et al, 2007; FIELD et al, 2014) ressaltam que as alterações anteriormente citadas (alterações na fenologia, distribuição, abundância, reprodução e promoção de extirpações e extinções) têm proporcionado a alteração da composição de espécies nos ecossistemas.

O fenômeno ocorre devido o importante papel das sobreposições temporal e espacial dos elementos do clima tanto sobre as espécies (as quais não respondem em sincronia a tais pressões externas) quanto sobre as interações bióticas, de forma que os impactos não acontecem somente nos atores em si, mas também sobre as ligações dentro das redes ecológicas (WALTHER, 2010; HOFFMANN e SGRO, 2011).

Alterações em níveis tróficos mais baixos, por exemplo, podem induzir efeitos *bottom-up* através de redes ecológicas e ainda induzirem processos de *feedback*. O mesmo é verdadeiro sobre as influências das alterações em níveis tróficos mais elevados, como por exemplo, a dependência de uma comunidade de plantas à presença ou ausência de herbívoros (WALTHER, 2010).

Segundo Walther (2010), o agravamento desses fatores relaciona-se à ausência de sincronia entre o tempo de adaptação de populações e do estabelecimento de relações ecológicas (diferenças de tempo de reação e de interações intra e interespecíficas, como cadeias alimentares, relações parasita-hospedeiro e/ou de relações de mutualismo) dentro de uma mesma comunidade, as quais podem contribuir com a promoção da incompatibilidade do

calendário de condições ambientais favoráveis (como disponibilidade de alimentos, por exemplo) e ainda forçar a interação de espécies que eram anteriormente espacialmente separadas.

O resultado é a mudança de dominação dentro das comunidades existentes e a formação de comunidades não equivalentes onde espécies existentes co-ocorrem, mas em novas combinações (WALTHER, 2010).

Evidências foram descritas por Phillips et al (2004) nas florestas da Amazônia onde mudanças ambientais estimularam o aumento significativo das taxas de rotatividade, mortalidade e recrutamento de espécies de lianas, sendo que esta última tem excedido consistentemente a de mortalidade ao longo das duas últimas décadas.

No bioma Mata Atlântica, Loyola et al (2014) observaram que a contração do alcance da distribuição de espécies de anfíbios em relação ao aquecimento é clado-específica, de forma que espécies basais como as das famílias Gymnophiona e Pipidae foram positivamente afetadas e espécies de clados finais e divergentes, como das famílias Cycloramphidae, Centrolenidae, Eleutherodactylidae e Microhylidae foram negativa e severamente impactadas.

f) Processos evolutivos das espécies

Segundo Thomas (2005), os efeitos das mudanças do clima descritas e previstas pela comunidade científica inferem pressões seletivas nos organismos provocando respostas evolucionárias generalizadas, se não ubíquas. Eles explicam que, mesmo que uma espécie em particular não esteja diretamente limitada pelos elementos climáticos, a alteração em outras delas é capaz de gerar consequências virtualmente adversas e aplicar pressões seletivas em toda a comunidade.

Todavia, Buckeridge (2007) aponta que, quanto maior o nível de complexidade do ecossistema, mais intrincado o complexo de integração das redes de relações ecológicas e mais resistente se torna o sistema às alterações por flutuação de fatores externos.

De qualquer forma, quando o nicho climático é alterado, a resposta inicial dos organismos consiste na alteração fenotípica, sem, necessariamente, modificações genéticas. Exemplos de plasticidade fenotípica (existência de respostas flexíveis para a adaptação das espécies) são a dispersão para locais mais adequados, a persistência *in situ* e a aclimatação. Uma vez extrapolada esta plasticidade devido os efeitos deletérios de eventos extremos e mudanças climáticas, por exemplo, alguns genótipos são favorecidos em relação a outros (THOMAS, 2005; HOFFMANN e SGRO, 2011).

Hoffmann e Sgro (2011) discutem que tais mudanças evolutivas são principalmente rápidas em espécies invasoras e em nativas que respondem à presença de exóticas. No caso de mosquitos *Aedes aegypti*, por exemplo, Kearney et al (2009) preveem o rápido favorecimento da espécie devido mudanças evolucionárias de resistência à dessecação de ovos em relação ao nível d'água e temperatura diária nos próximos 50 anos na região de Darwin na Austrália, (Figura 16).

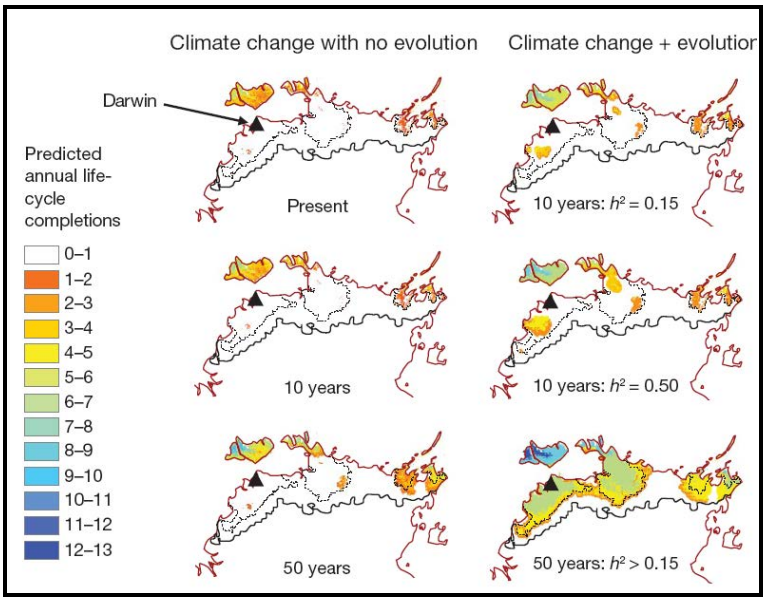

Figura 16. Efeito potencial evolutivo da resistência de ovos do mosquito *Aedes aegypti* à dessecação na região de Darwin, na Austrália. No caso de previsões que envolvem a mudança evolutiva são mostrados cenários de baixa (h^2=0-15) e de alta herdabilidade (h^2=0-50). Adaptado de Kearney et al (2009 *apud* HOFFMANN e SGRO, 2011, p.483).

Ressalta-se que, no caso da impossibilidade de dispersão natural ou de translocação antrópica de espécies, a adaptação genética ao clima pode representar a única maneira de persistência de uma espécie (HOFFMANN, SGRO, 2011). Exemplo são os indivíduos de espécies arbóreas que, como não apresentam a capacidade de se movimentarem em reação à mudança do clima (a ocupação de novas regiões ocorre por meio da dispersão de sementes e estabelecimento passivo de mudas em locais onde as condições permitem), sua adaptação genética constitui o ponto central da resposta biológica à mudança do clima (DAVIS, SHAW, 2001).

Uma questão preocupante é que esses indivíduos ou mesmo populações não possam responder às novas condições do nicho climático impostas no século XX e previstas para o século XXI. Em estudo sobre os pólens de árvores do Quaternário, Davis e Shaw (2001),

mostram que a rápida mudança do clima impõe condições em que as adaptações fenotípica e genética são impraticáveis pelas plantas.

Outro exemplo é mostrado no estudo de Quintero e Wiens (2013), onde é esperada uma evolução genética 10.000 ou mais vezes mais lenta que a demandada pela evolução da temperatura e precipitação até o ano 2100 em 540 espécies de vertebrados terrestres, incluindo grupos de mamíferos, aves, lagartos, cobras, tartarugas, crocodilos, salamandras e sapos (Figura 17).

Embora isso não signifique necessariamente que haverá uma extinção generalizada de espécies de vertebrados, o estudo ressalta que a adaptação evolutiva *in situ* das populações às mudanças nas condições climáticas exigirá taxas de evolução em grande parte inexequíveis entre as espécies durante o período necessário, exibindo sua alta vulnerabilidade.

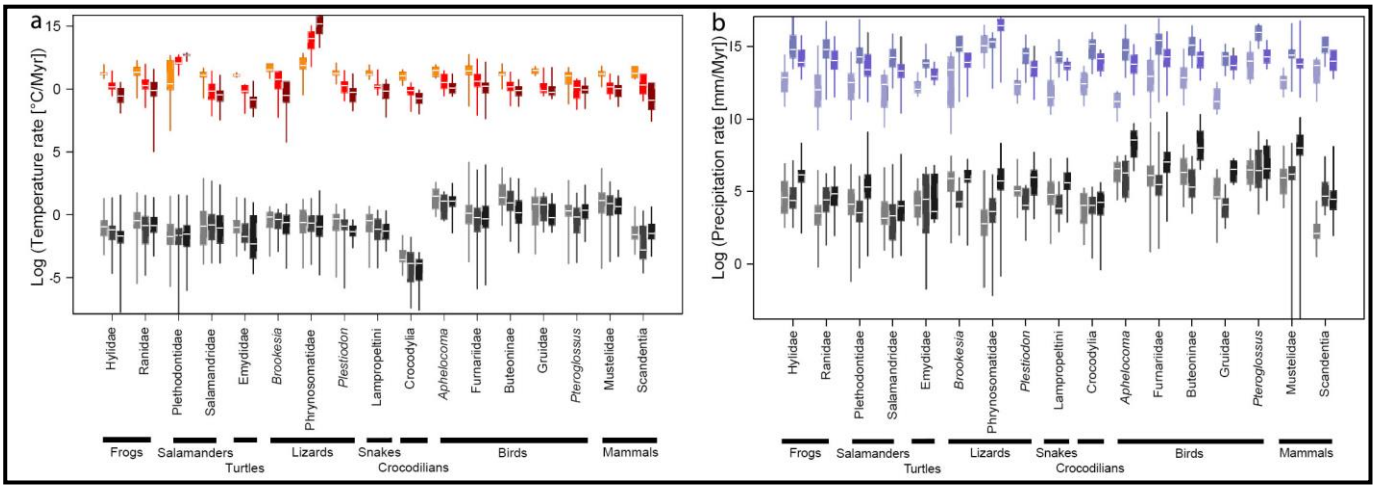

Figura 17. Estimativa de taxas de mudança evolutiva de 540 espécies de vertebrados (*box plots* em amarelo, vermelho e roxo e *box plots* em tons de azul) em relação as taxas projetadas de temperatura (a) e de precipitação (b) (*box plots* em tons de cinza) até 2100. As amostras de espécies são provenientes de biomas e regiões geográficas tropicais e temperadas. Adaptado de Quintero e Wiens (2013).

1.1.4 Vulnerabilidade das espécies ao clima e à sinergia com os efeitos dos vetores de pressão antrópicos

Dawson et al (2011) discutem que a vulnerabilidade de uma espécie ou população em diminuir, apresentar perda genética ou se extinguir devido os impactos do clima depende de sua exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação. Quanto maior a exposição às

mudanças do clima, maior a sensibilidade e menor a adaptabilidade, maior será a vulnerabilidade do organismo.

Segundo os autores, a exposição, caracterizada como a extensão da exposição da espécie ou localidade ao clima, depende da frequência e magnitude das mudanças climáticas (temperatura, precipitação, inundação, etc), em hábitats e regiões ocupadas pelas espécies. A sensibilidade compreende o grau de sobrevivência, regeneração, desempenho e depende de fatores como ecofisiologia, história de vida e preferências de microhabitat. A capacidade adaptativa, conforme discutido anteriormente, constitui a habilidade de uma determinada espécie ou população em lidar com a mudança do clima para persistir *in situ* ou se deslocar para outros habitats.

No entanto, o sucesso de cada organismo depende, além da exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação aos novos nichos climáticos, do domínio da configuração espacial do hábitat na paisagem, o qual não é homogêneo e muitas vezes representa restrições para a plasticidade fenotípica, à diversidade genética, às taxas evolutivas e às capacidades de dispersão e colonização, como acontece em ambientes parcialmente e/ou integralmente alterados pela sociedade.

Isto significa que a alteração da composição, diversidade e funcionamento dos ecossistemas pela mudança climática acontece, claramente, de forma não aleatória ou ao acaso. Embora ela aconteça em concomitância às perdas relacionadas aos impactos antrópicos e à velocidade com que o ambiente se modifica[24] (GITAY et al, 2002), como variável sozinha ela pode ser responsável pela extinção de 15 a 37 % das espécies terrestres (THOMAS et al, 2004) podendo superar a destruição do habitat como a maior ameaça mundial à biodiversidade ao longo das próximas décadas (LEADLEY et al, 2010).

Nas zonas úmidas, além das mudanças climáticas são exemplos de transformação parcial a completa dos ecossistemas a alteração da drenagem para o provimento de culturas agrícolas, de silvicultura, de controle de vetores de doenças; o fluxo de dragagem para a navegação, para a proteção contra enchentes, para a manutenção de reservatórios, habitação e desenvolvimento; a mudança do uso do solo para a agricultura e aquicultura; a construção de diques, barragens e açudes, abastecimento hídrico e muralhas de proteção marinha para controle de enchentes; as atividades de extração de turfa, carvão, cascalho, areia e argila; a captação de água dos aquíferos, reservatórios e rios para abastecimento populacional e

[24] A atividade humana causa extinções diretas e/ou secundárias das espécies há 45.000 anos devido a mudança do uso e ocupação do solo pelas sociedades, sendo a perda e degradação do habitat um problema global (HAMBLER e CANNEY, 2013).

processos industriais; as obras de engenharia como alteração no escoamento hídrico; a adição de sedimentos oriundos da disposição de resíduos sólidos, da construção de estradas, rodovias, do desenvolvimento comercial, residencial e industrial; a adição de resíduos de culturas, como pesticidas, herbicidas e nutrientes ou provenientes da deposição atmosférica; e a sedimentação devido à captação e mineração (GOSSELINK, MALTBY, 1990).

O relatório *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) discute que, embora essas ameaças globais possam ter sido (ou serem) diferentes em regiões específicas e mesmo que os ecossistemas tenham recebido (ou recebam) perturbações antrópicas moderadas, os impactos do clima e da poluição representam, atualmente, os vetores de pressão progressivamente mais fortes e com alta tendência de aumento (Figura 18).

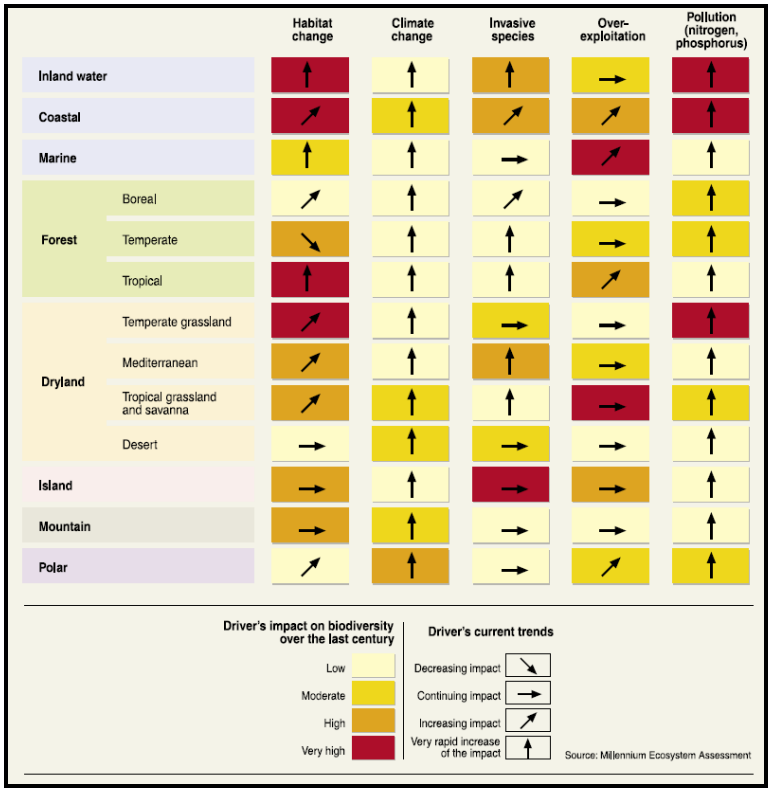

Figura 18. Impactos globais na biodiversidade de zonas úmidas de diferentes regiões nos últimos 50-100 anos (quadrados coloridos) e previstos (setas). Organizado por MEA (2005, p.5).

Segundo Ramsar (2002), a correlação entre os vetores de pressão climáticos e não climáticos produz uma sinergia de eventos casuais e de *feedbacks* positivos e negativos potencialmente mais agressiva às zonas úmidas que os efeitos exclusivos de cada uma das variáveis envolvidas.

Mantyka-Pringle et al (2012) realizaram uma pesquisa para tentar compreender os efeitos combinados das alterações do uso do solo e mudanças climáticas através do espaço.

Ao reunirem os resultados de 1.319 estudos sobre os efeitos da perda de habitat em todo o mundo e realizarem uma meta-análise sobre as interações entre perda de habitat e efeitos do clima, os autores descobriram que o fator perda de habitat foi maior em áreas de elevadas temperaturas e onde a precipitação diminuiu ao longo do tempo.

De acordo com Oliver e Morecroft (2014), embora haja dificuldade em identificar os efeitos quantitativos da sinergia entre os vetores de pressão de uso do solo e das mudanças climáticas, é possível distinguir qualitativamente diversas maneiras de interferência desta relação na biodiversidade.

Para eles, os fatores melhor estabelecidos são que a mudança na estrutura da paisagem afeta a distribuição de espécies; que a mudança climática afeta a persistência da metapopulação; a heterogeneidade topográfica e de habitats fornecem gradientes microclimáticos mais amplos; a deposição de nutrientes altera os microclimas; os impactos de eventos climáticos extremos são influenciados pelo uso do solo; as mudanças nas comunidades induzidas pelo clima são influenciados pelo uso do solo; e que os regimes de perturbação natural são afetados tanto pelo uso do solo quanto pelas mudanças climáticas.

As secas, por exemplo, além de poderem levar a altas temperaturas e à fragmentação do hábitat, podem exacerbar os impactos da eutrofização e de toxinas, aumentando as concentrações dos poluentes. Da mesma forma, a fragmentação do hábitat e a presença de barreiras de dispersão de origem antrópica interferem no sucesso dos organismos em alterar sua distribuição geográfica estabelecida pelas pressões climáticas (WOODWARD et al, 2010) e restringem o fluxo de genes e reduzem a taxa de adaptação a um grau muito abaixo do exigido e, consequentemente, aumentam ainda mais a vulnerabilidade das espécies (OPDAM, WASHER, 2004).

Gitay et al (2011), que são os representantes da equipe técnica da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Hábitats de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar), discutem que no caso da vulnerabilidade das zonas úmidas à mudança do clima, o conceito pode ser definido como o grau em que ela é sensível e incapaz de se adaptar ou reduzir as consequências das alterações climáticas e pressões antropogênicas para manter seu caráter ecológico.

A abordagem evidencia a inserção da matriz de biodiversidade das zonas úmidas no contexto das relações sociais uma vez que ela depende, em grande parte, da ação humana nos diversos cenários geográficos em que estão localizadas.

Segundo Guillaumet et al (2009), uma vez que esses cenários estão sujeitos a utilizações competitivas e até mesmo contraditórias, o diálogo aplicado às políticas públicas é

inevitável. Com instrumentos de gestão do espaço para regulação das ações concretas de curto, médio e longo prazo, elas permitem a combinação de estratégias de conservação em diferentes escalas, urgências e intensidade de intervenção.

Como exemplo, poderiam ser empregados desde o *laissez-faire*, ou seja, deixar os processos naturais executarem naturalmente sua dinâmica até as intervenções mais intensas de comando e controle (DAWSON et al, 2011).

Atualmente a política de maior relevância para a gestão das zonas úmidas e que vem elaborando diretrizes para sua adaptação[25] e atenuação[26] aos efeitos das mudanças do clima é a estabelecida pela Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Hábitats de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) (HALLS, 1997; FRAZIER, 1999; FARRIER, TUCKER, 2000; FINLAYSON, 2012), um tratado internacional assinado por 168 países e que cobre, atualmente, 208.674.247 hectares de superfície total desses ecossistemas.

1.2. SÍNTESE CONCLUSIVA

A presente revisão bibliográfica sinalizou as respostas ecológicas dos organismos à mudança climática, principalmente no que concerne aos limites de tolerância, quantidade e variabilidade de fatores essenciais como as variáveis temperatura e precipitação. O controle segue os princípios ecológicos das Leis do Mínimo, Lei dos Fatores Limitantes e Lei da Tolerância discutidos por Odum et al (1971) e são perceptíveis nas mudanças na fenologia, distribuição, abundância, morfologia e reprodução das espécies, extinções e invasões, alterações das comunidades, processos ecossistêmicos e modificações de processos evolutivos das espécies.

Nas zonas úmidas a capacidade desses eventos em impossibilitar, dificultar ou otimizar a performance biológica é ainda mais preocupante devido esses ecossistemas serem altamente dependentes da qualidade e disponibilidade de água e da somatória com os

[25] As medidas de adaptação relacionam-se a capacidade de um sistema em se ajustar às mudanças climáticas (incluindo variabilidade climática e eventos extremos), ao potencial para moderar danos, aproveitar oportunidades ou para lidar com as consequências (GITAY et al, 2002).

[26] A atenuação ou mitigação é definida como uma intervenção antropogênica para reduzir a emissão de gases de efeito estufa que permita reduzir a pressão das mudanças climáticas sobre os recursos naturais e humanos. As opções incluem a redução de uso de combustíveis fósseis, a redução das emissões terrestres via conservação e o aumento da taxa de sequestro de carbono pelos ecossistemas (GITAY et al, 2002).

impactos dos efeitos sinérgicos dos vetores de pressão antrópicos. Consideradas os mais produtivos e maiores sistemas de suporte dos seres vivos e um dos mais importantes ao bem estar humano, elas necessitam de medidas de intervenção multifacetadas, que considerem todos os aspectos de sua vulnerabilidade ao clima e pressões antropogênicas, desde sua exposição e sensibilidade até a capacidade de adaptação.

Considerando que o sucesso da sua conservação está relacionado às ações pertinentes e eficazes de gestão do território, a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Hábitats de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) constitui uma política de destaque. Quais estratégias ela orienta que os países membros adotem para seu ordenamento territorial com vistas à conservação dessas áreas frente os impactos do clima? Com o objetivo de responder esta questão, a temática foi abordada no capítulo seguinte da presente tese.

CAPÍTULO 2. A CONVENÇÃO DE RAMSAR COMO UM INSTRUMENTO POLÍTICO DE PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE DAS ZONAS ÚMIDAS FRENTE OS IMPACTOS DO CLIMA

Considerando que os fatores climáticos podem impactar a biodiversidade das zonas úmidas, a conservação destas áreas frente a esses fatores depende da urgência da aplicação de instrumentos de gestão integrados em diferentes setores e escalas nas tomadas de decisão. Atualmente a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) constitui o tratado de maior relevância para a gestão territorial desses ecossistemas e a problemática constitui um desafio tanto ao regime quanto aos países membros. Com o intuito de realizar a análise histórica dos momentos decisivos durante a evolução da Convenção, de elencar sua posição frente os impactos das mudanças climáticas nas zonas úmidas e de analisar as estratégias de gestão oferecidas aos tomadores de decisão para minimizar a vulnerabilidade da biodiversidade, foi realizada a análise documental das recomendações, resoluções e outros documentos oficiais do tratado desde sua formação em 1971.

2.1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a discussão sobre a preservação e conservação do ambiente tem ganhado destaque na agenda de debates da comunidade internacional. Oriundo de uma série de acontecimentos[27] -os quais culminaram, segundo Ribeiro (2008), na organização da Ordem

[27] São exemplos: a) a realização da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo em 1972, considerada o marco das discussões internacionais sobre a conservação ambiental frente ao modelo desenvolvimentista (embora não tenha ainda tratado sobre os efeitos da variação climática sobre a biodiversidade, a Conferência de 1972 serviu como suporte para as discussões seguintes), b) os conflitos políticos sobre mudança climática na década de 80 e a criação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization*) bem como seus relatórios sobre as mudanças climáticas gerados desde 1990, c) a realização da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Brasil em 1992, no qual foi gerada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) que reconheceu a mudança do clima da Terra e seus efeitos negativos como uma preocupação comum da humanidade e a Convenção sobre Biodiversidade, e d) a realização da Convenção de Mudanças Climáticas que acontece desde 1996, e) A COP 03 da Convenção Quadro em 1997 em Kyoto, no Japão, encontro que deu origem ao o Protocolo de Kyoto que criou leis e metas de redução e combate ao

Ambiental Internacional, um subsistema em construção do sistema internacional que se baseia em tratados[28] para regular a ação humana sobre o ambiente-, o debate constitui mais do que uma concordância de ideais.

Ele relaciona-se ao modelo de desenvolvimento de países centrais e periféricos que ultrapassaram os limites territoriais das unidades políticas sem respeitar as fronteiras geográficas e históricas das populações e ecossistemas afetados (RIBEIRO, 2008). A repercussão é uma preocupação difusa com a preservação dos recursos naturais e com a implementação do desenvolvimento sustentável como instrumento para garantir os direitos geracionais.

Em consequência, diferentes esforços de regulamentação têm sido apresentados em políticas públicas multicêntricas, formuladas por organizações privadas, organizações não governamentais, organismos multilaterais, redes de políticas públicas (*policy networks*) e atores estatais e em políticas estatais (exclusivamente formuladas por atores estatais) para a gestão territorial da crise ambiental nas diferentes escalas.

Segundo Neuhaus e Born (2007, p.7), o objetivo é

> criar e aprimorar condições de governança, local a global, valendo-se inclusive dos regimes multilaterais, de instrumentos de comando-controle (ou seja, associados ao Poder Público regulamentador e gestor de interesses de toda a sociedade) e de instrumentos econômicos.

Um exemplo é a regulação das ações de gestão para reduzir a vulnerabilidade da biodiversidade das zonas úmidas aos impactos das mudanças climáticas descritas no Documento técnico V - Mudanças climáticas e biodiversidade (GITAY et al, 2002) e nos Relatórios Primeiro (TEGART et al, 1990), Suplementar (TEGART, SHELDON, 1992), Segundo (WATSON et al, 1996), Terceiro (MCCARTHY et al, 2001), Quarto (PARRY et al, 2007) e Quinto (FIELD et al, 2014) do Grupo II – Impactos, adaptação e vulnerabilidade do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

A capacidade das mudanças climáticas em impossibilitar, dificultar ou otimizar a performance biológica segue os princípios ecológicos das Leis do Mínimo, Lei dos Fatores Limitantes e Lei da Tolerância discutidos por Odum et al (1971). São perceptíveis mudanças

---

aquecimento global; f) os Objetivos do Milênio, adotados pela Organização das Nações Unidas em 2000 com metas até 2015; g) a publicação do estudo Avaliação Ecossistêmica do Milênio divulgado pela ONU em 2005.

[28] Os tratados são aqui definidos como regimes internacionais ou instituições com regras explícitas, acordadas entre os governos e que são pertinentes a grupos específicos de temas nas relações internacionais (KEOHANE, 1989).

na fenologia, distribuição, abundância, morfologia e reprodução das espécies, extinções e invasões, alterações das comunidades, processos ecossistêmicos e modificações de processos evolutivos das espécies (GITAY et al, 2002; PARRY et al, 2007; FIELD et al, 2014).

As perdas podem ser identificadas nas escalas local e regional (MARENGO, 2006; NOBRE et al, 2007; PUTTEN et al, 2010) devido sua interferência nas diferentes escalas de organização biológica (genética, populacional, espécies, comunidades e ecossistemas) e localização espacial (habitat, local, regional e continental) (HEINO et al, 2009).

A problemática, que infere a necessidade de estratégias de intervenção para a regulação humana, constitui um desafio tanto para a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar), tratado de maior relevância para a gestão das zonas úmidas, quanto para seus países membros e outros atores-chave envolvidos.

Neste sentido, o presente capítulo visou apontar quais estratégias a Convenção de Ramsar orienta que os países membros adotem para seu ordenamento territorial com vistas à conservação dessas áreas frente os impactos das mudanças climáticas.

2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada uma pesquisa qualitativa dos documentos oficiais da Convenção de Ramsar disponibilizados durante 11ª. Conferência das Partes em Bucareste (Romênia) em 2012 e dos documentos disponíveis online no site da Secretaria.

De acordo com Moreira (2005), a análise documental consiste em identificar, verificar e apreciar os documentos com uma finalidade específica. Com ela é possível obter o retrato dos dados originais, localizar, identificar, organizar e avaliar as informações para descrevê-las e representá-las de forma unificada e sistemática. Iglesias e Gomez (2004) acrescentam que esse conjunto de operações intelectuais permite garantir a recuperação e possibilita seu intercambio, difusão e uso. Para Bardin (1997) esses procedimentos de transformação facilitam a consulta e a referenciação das informações que outrora encontravam-se menos acessíveis, dispersas e não contextualizadas.

No presente estudo foi realizada a investigação histórica dos momentos decisivos da evolução da Convenção de Ramsar, foi elencada sua posição política frente os impactos das

mudanças climáticas nas zonas úmidas e foram analisadas as estratégias de gestão oferecidas aos tomadores de decisão para minimizar a vulnerabilidade de sua biodiversidade.

Para tanto, foram realizadas as etapas de apuração e organização do material e de análise documental conforme Moreira (2005). Na primeira etapa foram averiguadas, mediante leituras sucessivas e sistemáticas, as 83 recomendações das Conferencias das Partes primeira à sétima, as 196 Resoluções e os 14 Anexos das COPs primeira à décima primeira, os 21 volumes dos *handbooks* e os 16 documentos disponibilizados durante as palestras da COP11.

Os parágrafos dos documentos que descreviam ou indicavam alguma posição, ação ou indagação sobre as ações de gestão para a redução da vulnerabilidade da biodiversidade das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas foram destacados, lidos novamente, classificados de acordo com os questionamentos elaborados com base no referencial teórico e transcritos em tabelas.

Na segunda etapa foram identificadas, a partir da organização das informações presentes no arcabouço de estratégias de gestão, as alternativas disponibilizadas pela Convenção de Ramsar para o processo de tomada de decisão nos países contratantes conforme os estudos de Santos (2004).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Histórico da Convenção de Ramsar

A iniciativa da proposição de um regime internacional com um sistema de normas, regras e compromissos entre Estados para regular as ações de gestão e proporcionar a conservação do habitat de aves aquáticas migratórias foi dada na década de 1960, no cenário da Guerra Fria, em meio a disputas de poder de influência política, econômica e ideológica norte-americana e soviética e de disputas regionais que impuseram um esforço expressivo para a negociação de seu texto.

Em 1971 a versão final do tratado foi assinada por representantes de 18 países em Ramsar, no Irã e foi denominada Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar). Em 1975 ela entrou em vigor após sete países a terem assinado, aderido ou ratificado e

consolidou-se como um regime formal (*formal regime*), legislado por organizações internacionais, mantido por um conselho e monitorado por burocracias internacionais.

Sua proposta constituiu o primeiro tratado multilateral moderno para conservar os recursos naturais na escala global (MATTHEWS, 1993; FINLAYSON et al, 2011) e seu texto com 12 Artigos (Quadro 2) foi considerado avançado para a época devido orientar o compromisso do uso racional (*wise use*) e a manutenção do caráter ecológico das zonas úmidas dentro da lógica da interdependência entre o homem e o meio ambiente.

Entre os atores-chave lideraram ornitólogos e as instituições União internacional para a conservação da natureza e dos recursos naturais (*Union for the conservation of nature and natural resource*s) hoje denominada *The world conservation union* (IUCN), o Conselho internacional para a preservação das aves (*International council for bird preservation*), hoje chamado *Birdlife International*, e o Escritório de pesquisa internacional de aves aquáticas e zonas úmidas *(International waterfowl and wetlands research bureau*) atualmente conhecido como *Wetlands International* (MATTHEWS, 1993; GRIFFIN, 2012).

Quadro 2. Síntese das orientações dos artigos aprovados na Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) em 1971.

Artigo	Orientação
Artigo 1	Define zonas úmidas como "toda extensão de pântanos, charcos e turfas, ou superfícies cobertas de água, de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, contendo água parada ou corrente, doce, salobra ou salgada. Áreas marinhas com profundidade de até seis metros, em situação de maré baixa, também são consideradas zonas úmidas". Conceitua aves aquáticas como as ecologicamente dependentes das zonas úmidas.
Artigo 2	Insta as partes contratantes a designarem pelo menos uma zona úmida de importância internacional para serem inseridas na lista de sítios Ramsar (áreas de importância internacional em termos de ecologia, botânica, zoologia, limnologia ou hidrologia, principalmente se abrigarem aves aquáticas migratórias) no momento da assinatura da Convenção. A soberania do território é exclusiva da parte contratante a qual pode designar novas áreas ou expandir, diminuir ou aumentar os sítios designados. Orienta também a conservação, gestão e exploração racional dos estoques de aves aquáticas pelas partes contratantes.
Artigo 3	Recomenda a elaboração e a implementação de planos de gestão territorial que promovam a conservação das zonas úmidas incluídas na Lista de sítios Ramsar, e, tanto quanto possível, seu uso racional. Qualquer mudança ou possibilidade de modificação do caráter ecológico deve ser informada à secretaria da Convenção.
Artigo 4	Instrui a conservação e a proteção de zonas úmidas e de aves aquáticas pelo estabelecimento de reservas naturais incluídas ou não na Lista de Ramsar. No caso da necessidade de diminuição ou deleção de um sítio Ramsar a parte contratante deverá criar novas áreas do habitat original. Orienta a pesquisa e o intercâmbio de dados e publicações sobre áreas úmidas, sua flora e fauna, o esforço da gestão para aumentar as populações de aves aquáticas e a formação de pessoal qualificado para a pesquisa, gestão e proteção.
Artigo 5	Estimula o contato e o apoio entre as partes contratantes para a regulamentação de políticas atuais e futuras no esforço de conservação das zonas úmidas, sua fauna e flora, principalmente entre países que compartilham um sistema de água.

Continua.

Continuação.

Quadro 2. Síntese das orientações dos artigos aprovados na Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) em 1971.

Artigo	Orientação
Artigo 6	Estabelece o período, as competências, as regras e as contribuições financeiras da conferência das partes contratantes (COP) e institui que os países membros devem instruir seus atores-chave sobre as recomendações das COPs para a conservação, gestão e exploração racional de zonas úmidas e à sua flora e fauna. Este artigo foi atualizado pelas Alterações de Regina em 1987.
Artigo 7	Indica que as partes contratantes devem incluir nas COPs especialistas em áreas úmidas ou aves aquáticas. Cada país membro que tem direito a um voto. As decisões são adotadas por maioria simples dos presentes e votantes. Este artigo foi atualizado pelas Alterações de Regina em 1987.
Artigo 8	Orienta que a coordenação da Convenção de Ramsar será desempenhada pela IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) até que outra organização seja nomeada pelas partes contratantes e esclarece as funções permanentes da secretaria da Convenção.
Artigo 9	Esclarece sobre a assinatura da Convenção a qual permanece aberta por tempo indeterminado e que para sua ratificação ou adesão é necessário o depósito de um instrumento de ratificação ou adesão ao Depositário diretor geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*). Este artigo foi atualizado pelo Artigo 5 do Protocolo de Paris na conferência extraordinária de 1982.
Artigo 10	Estipula que a Convenção entra em vigor quatro meses após sete Estados tenham tornado partes contratantes e que é válida para cada Estado após quatro meses da data de sua assinatura. O Artigo 10 bis, inserido pelo Artigo 1 do Protocolo de Paris na conferência extraordinária de 1982, esclarece sobre a possibilidade de alterações no texto da Convenção.
Artigo 11	Indica sobre casos de denúncias na Convenção por qualquer parte contratante. Este artigo foi atualizado pelo Artigo 1 do Protocolo de Paris na conferência extraordinária de 1982.
Artigo 12	Descreve sobre a comunicação, por parte do Depositário, dos depósitos de ratificação, adesão, data de vigor e casos de denúncia a todas as partes contratantes. Indica que as versões do texto em inglês, francês, alemão e russo são igualmente autênticas. Este artigo foi atualizado pelo Artigo 2 do Protocolo de Paris na conferência extraordinária de 1982.

Maltby (2009) faz ressalvas à definição de zonas úmidas descrita no Artigo 1 (Quadro 2) pois entende que esta seja extremamente ampla e não necessariamente cientificamente precisa. Para o autor, um conceito seria

> constituem ecossistemas heterogêneos, mas distintos quanto suas funções ecológicas, biogeoquímicas e hidrológicas especiais, derivadas da dominância de água, em casos particulares da química e periodicidade de inundação ou saturação. Elas ocorrem em uma grande variedade de paisagens e podem suportar água parada temporária ou permanente (geralmente < 2m). Apresentam solos, substratos e biota adaptados a inundações e/ou alagamentos e condições de aeração restrita (MATBY, 2009, p.9).

Em contrapartida, Matthews (1993) explica que o conceito acordado em 1971 e ainda atualmente aceito agrupa como zonas úmidas os ecossistemas que apresentam substrato coberto, sazonalmente, por um ativo líquido (derivado do mar, chuva e/ou rios) o qual constitui um recurso internacional que deve ser conservado e mantido livre de poluição por meio de um acordo mundial.

Vale dizer que a abrangência de variados habitats na definição de zonas úmidas de Ramsar garante a conservação da diversidade biológica[29] (RAMSAR, 1993) nos ecossistemas onde a "água é o principal fator controlando o meio ambiente e a vida vegetal e animal associada" (RAMSAR, 2013, p.7) por meio de processos de adaptação evolucionários, conforme discutido no capítulo 1.

Por tais razões, a Convenção identifica 42 tipos de zonas úmidas, sendo 12 tipos agrupados como zonas úmidas marinhas ou costeiras, 20 tipos como zonas úmidas de interior e 10 como zonas úmidas de origem antrópica (Recomendação 4.7, alterada pelas Resoluções VI.5 e VII.11 da Conferência das Partes 6 e 7, respectivamente). As categorias

> não se destinam a serem cientificamente exaustivas, mas apenas para fornecerem um quadro amplo para a rápida identificação dos principais tipos de habitats de zonas úmidas representados em cada local, com o tipo de zonas úmidas dominante claramente indicado (RAMSAR, 2013, p.56).

O objetivo é incorporar, na Lista de zonas úmidas de importância internacional (Lista de Ramsar) desde zonas úmidas pouco perturbadas, como áreas naturais, até regiões com padrões mistos de uso humano e ecossistemas intensamente administrados e modificados, como zonas úmidas agrícolas e urbanas distribuídas em todo o mundo. Uma vez incorporadas, estas áreas são denominadas sítios Ramsar (áreas úmidas de interesse internacional) e devem ser geridas de acordo com as orientações de planejamento acordadas nas Conferências das Partes (COP).

Cumpre especificar que a Conferência das Partes (COP) constitui o órgão supremo decisório no âmbito da Convenção. Durante o evento são discutidos sua implementação e posterior desenvolvimento, são apresentadas as experiências nacionais para analisar a situação local dos sítios Ramsar, são adotadas orientações técnicas e políticas para as partes contratantes em assuntos que afetam as zonas úmidas em seus territórios, são promovidas

[29] Conforme descrito no Capítulo 1, a diversidade biológica (ou biodiversidade) é entendida como o conjunto de fatores dos processos biológicos e químicos (diversidade funcional), heterogeneidade de ambientes (diversidade ecológica), material genético presente em populações (diversidade genética) e riqueza de espécies nos diferentes habitats (diversidade de espécies).

atividades de cooperação, são recebidos os relatórios de organizações internacionais e é aprovado o orçamento para a secretaria da Convenção (RAMSAR, 2013).

A primeira COP aconteceu no município de Cagliari, na Itália em 1980. Além dela foram realizadas, até o momento, a Reunião extraordinária da COP no município de Paris na França em 1982; a COP 2 no município de Croningen na Holanda em 1984; a COP 3 no município de Regina no Canadá em 1987 (Reunião extraordinária); a COP 4 no município de Montreux na Suíça em 1990; a COP 5 no município de Kushiro no Japão em 1993; a COP 6 no município de Brisbane na Austrália em 1996; a COP 7 no município de San José na Costa Rica em 1999, a COP 8 no município de Valencia na Espanha em 2002; a COP 9 no município de Kampala na Uganda em 2005; a COP 10 no município de Changwon na República da Coréia em 2008 e a COP 11 no município de Bucareste na Romênia em 2012. A próxima COP está programada para acontecer em 2015 em Punta del Este no Uruguai.

Aberta a atualizações e diante do panorama das discussões internacionais do Relatório Brundtland sobre desenvolvimento sustentável (CMMAD, 1987), da Convenção sobre a Diversidade Biológica (1992) e do debate da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005), a Convenção de Ramsar ampliou seu objetivo inicial de criação de uma rede internacional de refúgios de zonas úmidas para a conservação de aves aquáticas e a questão-chave do tratado direcionou-se para a conservação e o uso sustentável desses ecossistemas.

Este tipo de mudança evolucionária (*evolutionary change*) caracterizada por Puchala e Hopkins (1983) como bastante excepcional, característica principalmente de regimes funcionais específicos e que acontece dentro das normas processuais sem causar grandes mudanças na distribuição de poder entre os participantes, representou, para Ramsar, um salto para longe das abordagens protecionistas ou preservacionistas que tinham dominado as discussões para o resguardo das zonas úmidas até aquele momento e levou a uma maior ênfase em abordagens integradas na gestão.

Dois resultados merecem destaque. O primeiro foi a integração da conservação da biodiversidade das zonas úmidas no modelo de desenvolvimento sustentável, uma vez que a biodiversidade fora incorporada nas características ecológicas desses ecossistemas (explicitamente como um atributo que as gera, conforme a Resolução VI.1) e que o desenvolvimento sustentável fora considerado sinônimo ao conceito de uso racional pela Convenção.

O segundo, de igual importância, foi a incorporação do princípio de precaução (*precautionary principle*)[30] como base para a formulação e implementação de instrumentos políticos no intuito de reduzir a vulnerabilidade das zonas úmidas a níveis mínimos, mesmo que ela ainda não tenha sido empiricamente provada ou considerada de consenso cientifico irrefutável.

Maltby (2009) afirma que as mudanças de atitude em relação à conservação das zonas úmidas ocorridas a partir da década de 80 associam-se ao aumento de pesquisas científicas para sua conservação; ao aumento de movimentos conservacionistas; à maior sensibilização sobre a importância sócio-econômica dos seus serviços ambientais; à importância das zonas úmidas, particularmente nos países em desenvolvimento, em proporcionar uma melhoria no bem-estar e na subsistência de populações locais por meio do desenvolvimento de iniciativas integradas de redução da pobreza; ao progressivo reconhecimento de seu papel potencial (ou real) em vários quadros políticos, incluindo legislações específicas de desenvolvimento sustentável; e ao maior conhecimento sobre as consequências da degradação das zonas úmidas em um longo alcance, especialmente em relação à mudança climática.

Esses fatores ampliaram o escopo da Convenção de Ramsar e forneceram um alicerce para a entrada de um conjunto complexo de instituições e organizações locais a globais não necessariamente com uma ligação direta com a conservação de zonas úmidas (Tabela 2).

[30] O princípio de precaução foi desenvolvido e consolidado na Alemanha na década de 70 *(vorsorge prinzip*) e estabelecido mundialmente na Conferência no Rio de Janeiro, em junho de 1992 por meio do Princípio 15, que precisa "o princípio de precaução deverá ser amplamente aplicado pelos Estados de acordo com as suas capacidades. Onde há ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de total certeza científica não deve ser utilizada como razão para o adiamento de medidas eficazes, em termos de custo, para evitar a degradação ambiental" (UN, 1992). Na Convenção de Ramsar ele foi adotado pelo Anexo da Resolução 5.3 da COP5 de 1993.

Tabela 2. Tratados e políticas globais complementares à Convenção de Ramsar

Tratados e políticas globais	Mecanismos-chave de parcerias para a conservação de zonas úmidas
Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural (*World Heritage Convention*) (1972)	Esta Convenção foi promovida pela UNESCO em 1972 e teve como objetivo principal a preservação de sítios naturais e culturais de interesse da humanidade (RIBEIRO, 2008). Para a Convenção, os monumentos naturais, os habitats de espécies animais e vegetais ameaçadas e os lugares ou zonas com valor para a ciência, conservação e beleza natural com um valor universal excepcional compreendem o patrimônio natural (ZANIRATO e RIBEIRO, 2006). O acordo de cooperação com a Convenção de Ramsar, assinado em 1999, tem como objetivo a coordenação de informações e a nomeação de sítios em ambos tratados (RAMSAR, 2011).
Convenção sobre Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagem em Perigo de Extinção (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) (1973).	Representa uma tentativa de impedir a continuidade do comércio ilegal de animais silvestres através da proibição da comercialização de espécies em risco de extinção, de espécies que correm risco de entrar em extinção e de espécies que exigem cuidados especiais em seu manejo (RIBEIRO, 2008). A aliança com a Convenção de Ramsar acontece no âmbito da conservação de espécies animais e vegetais de zonas úmidas incluídas pela CITESWFF (RAMSAR, 2010).
Convenção sobre a Conservação das Espécies Migratórias Pertencentes à Fauna Selvagem (*Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*) (1979)	Esta Convenção foi realizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 1979 e entrou em vigor em 1983. O objetivo é conservar as espécies migratórias e seus habitats, impedindo se tornem ameaçadas. A relação entre ela e a Convenção de Ramsar foi estabelecida pelo acordo multilateral em 1997 entre ambas para a conservação das zonas úmidas utilizadas pelas espécies migratórias (RAMSAR, 2010; 2011).
Convenção sobre Diversidade Biológica (*Convention on Biological Diversity* - CBD) (1992)	A CBD foi assinada em 1992 durante a Rio92 no Brasil e seu objetivo era tanto o uso sustentável da diversidade biológica quanto a repartição justa de seus benefícios, como o acesso aos recursos genéticos e de transferência de tecnologia. O tratado resguardou a soberania dos países detentores de recursos naturais aos direitos e autoridade para o acesso de seus recursos genéticos, representando uma vitória para países periféricos (RIBEIRO, 2008). Constitui a mais relevante aliança, realizada em 1996 (Resolução VI.9), para a Convenção de Ramsar. Todos os países membros da Convenção de Ramsar são também membros da CBD (RAMSAR, 2010; 2011).
Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) (1992)	Baseada no estudo do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de 1990 que envolveu cerca de 300 cientistas de 20 países e comprovou que a temperatura do planeta está aumentando e que suas consequências relacionam-se à alteração da dinâmica dos recursos naturais, a UNFCCC foi assinada em 1992 no Rio de Janeiro e entrou em vigor em 1994. A Convenção de Ramsar apresenta uma cooperação para a investigação, planejamento e ação conjunta com a CMC para a conservação das áreas através de ações de planejamento e gestão e também para o combate às mudanças climáticas utilizando zonas úmidas como sumidouros do carbono natural (RAMSAR, 2010).
Convenção para o Combate à Desertificação (*United Nations Convention to Combat Desertification* - UNCCD) (1994)	O objetivo da UNCCD foi mitigar os problemas da seca e combater a desertificação, ações que podem contribuir com as diretrizes da Convenção-Quadro de Mudanças Climáticas. Causada pela má utilização do solo aliada à influência do clima, a desertificação foi considerada, na UNCCD, um problema não relacionado apenas às áreas áridas e semi-áridas. Com o objetivo de preparar programas de ação, a Convenção de Ramsar age em consonância com a UNCCD desde um acordo de cooperação assinado em 1998 para gerenciar áreas úmidas que possam estar propensas à desertificação e à seca. Ela apresenta várias disposições para o uso e gerenciamento sustentável de recursos das zonas úmidas (RAMSAR, 2010).

As alianças com os tratados internacionais apresentados na Tabela 2 garantiram um novo potencial político e força legal e passaram a atrair um número crescente de nações que se tornaram membros da Convenção principalmente no período da década de 80 até a metade da década de 90. O cenário apresentado pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992 e onde foram lançadas as bases para uma nova concepção de desenvolvimento, foi decisivo.

Até outubro de 2014, a Convenção de Ramsar apresentava 208.674.247 hectares de área total de zonas úmidas consideradas como de importância internacional (sítios Ramsar) distribuídos nos territórios de 168 partes contratantes.

As discussões da arena política formada definiram prioridades estratégicas de gestão e as metas, anteriormente estabelecidas pelo Quadro de Implementação da Convenção desde a COP2 em 1984, passaram a ser traçadas pelos planos estratégicos trienais a partir de 1996 (Tabela 3). A intenção é fornecer orientação para os atores-chave, incluindo as partes contratantes, o comitê permanente, a secretaria, o grupo de trabalho de revisão técnica e científica (*Scientific and Technical Review Panel* - STRP) e outros colaboradores.

O primeiro plano, aprovado pela Resolução VI.14 na COP6 em 1996 apresentou oito metas e foi considerado inovador e referência para outras instituições ambientais. O segundo, aprovado pela Resolução VIII.25 na COP8 em 2002 apresentou cinco metas (Tabela 3). O terceiro, atualmente em vigor e também com cinco metas, foi aprovado pela Resolução XI.3 na COP11 e contém três pilares de ação: i) trabalhar para o uso racional das zonas úmidas por meio de uma ampla gama de ações e processos que contribuam para o bem estar humano; ii) dedicar especial atenção à identificação, designação e acompanhamento eficaz da gestão dos sítios Ramsar como uma contribuição para o estabelecimento de uma rede ecológica global; e iii) colaborar internacionalmente com a conservação e o uso racional das zonas úmidas (Tabela 3).

Tabela 3. Metas dos três planos estratégicos da Convenção de Ramsar

Planos estratégicos	**Objetivos**
Quadro de Implementação da Convenção a partir de 1984, aprovado pela recomendação 2.3 durante a COP2 em 1984	1-Adotar medidas nacionais flexíveis e adaptadas para as condições específicas de cada parte contratante. Incluir as abordagens científica, política e jurídica, gestão, educação e conscientização pública e medidas especiais para os sítios Ramsar nas políticas nacionais de áreas úmidas. 2- Adotar medidas internacionais também flexíveis e adaptadas para as condições específicas de cada parte contratante. Promover a eficácia da Convenção, disponibilizar dados, proporcionar a assistência financeira e técnica e impulsionar a cooperação internacional.
Quadro de Implementação da Convenção 1991-1993 Aprovado pelo documento DOC.C.4.12 durante a COP4 em 1990	1-Das partes contratantes: conservar as zonas úmidas, promover a cooperação internacional e as ações de comunicações para a conservação de zonas úmidas e apoiar o trabalho da Convenção. 2-Da secretaria da Convenção: ajudar as partes contratantes a atenderem suas obrigações para conservar as zonas úmidas, promover a cooperação internacional e ações de comunicação para a conservação das zonas úmidas e administrar a Convenção.
Quadro de Implementação da Convenção 1994-1996 Aprovado pela resolução 5.1 durante a COP5 em 1993	1-Das partes contratantes: conservar as zonas úmidas, promover a cooperação internacional e as ações de comunicações para a conservação de zonas úmidas e apoiar o trabalho da Convenção. 2-Da secretaria da Convenção: ajudar as partes contratantes a atenderem suas obrigações para conservar as zonas úmidas, promover a cooperação internacional e ações de comunicação para a conservação das zonas úmidas e administrar a Convenção.
Plano estratégico 1997-2002 Aprovado pela resolução VI.14 durante a COP6 em 1996	1-Avançar em direção à adesão universal da Convenção. 2-Alcançar o uso racional das zonas úmidas pela implementação e pelo desenvolvimento futuro das diretrizes de Ramsar. 3- Aumentar a conscientização sobre os valores e as funções das zonas úmidas em todo o mundo e em todos os níveis. 4-Reforçar a capacidade de cada instituição signatária em alcançar a conservação e o uso racional das zonas úmidas. 5-Assegurar a conservação de todos os sítios incluídos na lista de zonas úmidas de importância internacional (Lista de Ramsar). 6-Designar sítios Ramsar que cumpram os critérios da Convenção, especialmente os tipos ainda sub-representados e os transfronteiriços. 7-Promover a cooperação internacional e mobilizar a assistência financeira para a conservação racional das zonas úmidas em colaboração com outras convenções e agências, tanto governamentais quanto não-governamentais. 8-Fornecer à Convenção os mecanismos e recursos institucionais necessários.
Plano estratégico 2003-2008 Aprovado pela Resolução 8.25 durante a COP8 em 2002	1-Estimular e apoiar todas as partes contratantes a desenvolverem, adotarem e a utilizarem os instrumentos e as medidas necessárias e apropriadas para assegurar o uso racional das zonas úmidas em seus territórios. 2-Estimular e apoiar todas as partes contratantes na implementação adequada dos sítios Ramsar para o desenvolvimento futuro da Lista de Ramsar, incluindo o monitoramento e o gerenciamento apropriados de sítios como uma contribuição para o desenvolvimento estratégico sustentável. 3-Promover a cooperação internacional por meio da aplicação ativa das diretrizes no âmbito da Convenção e em especial para mobilizar assistência técnica e financeira adicional para a conservação e o uso racional das zonas úmidas. 4-Garantir que a Convenção tenha os mecanismos necessários de implementação, recursos e capacidade para cumprir sua missão. 5-Avançar em direção à adesão de todos os países na Convenção.

Continua.

Continuação.

Tabela 3. Metas dos três planos estratégicos da Convenção de Ramsar

Planos estratégicos	Objetivos
Plano estratégico 2009-2015 Aprovado pela resolução DR1 durante a COP10 em 2008	1-Trabalhar no sentido de alcançar o uso racional das zonas úmidas, garantindo que todas as partes contratantes desenvolvam, adotem e utilizem os instrumentos e as medidas necessárias e adequadas com a participação da população indígena e não-indígena local fazendo uso dos conhecimentos tradicionais. Ao mesmo tempo garantir que a conservação e a utilização racional das zonas úmidas contribuam para a erradicação da pobreza, para a mitigação e adaptação às alterações climáticas, bem como para a prevenção de doenças e de catástrofes naturais. 2-Desenvolver e manter uma rede internacional de zonas úmidas importantes para a conservação da diversidade biológica global incluindo rotas migratórias de aves aquáticas e populações de peixes para a manutenção da vida humana, garantindo que todas as partes contratantes implementem devidamente as orientações estratégicas para o desenvolvimento futuro da Lista de Ramsar. Que os países membros adotem uma gestão adequada para o uso racional das zonas úmidas de importância internacional que ainda não estão formalmente designadas como sítios Ramsar mas identificadas com qualificações por meio da aplicação interna do quadro estratégico ou outro processo equivalente. 3-Melhorar a conservação e o uso racional das zonas úmidas por meio da cooperação internacional eficaz orientada pelas diretrizes da Convenção de Ramsar. 4-Avançar no cumprimento da missão da Convenção, garantindo que ela tenha os mecanismos, recursos e capacidade necessários para tanto. 5-Progredir no sentido da adesão universal da Convenção.

Para alcançar os objetivos dos planos estratégicos descritos na Tabela 3, a Convenção vem publicando, desde a COP7 de 1999, uma coleção de livros norteadores[31] (*handbooks*) com material de orientação baseado nas decisões adotadas pelas partes contratantes para auxiliarem os atores-chave a implementarem as práticas internacionalmente acordadas nos níveis internacional, regional, nacional ou local. Estas, sem sanções punitivas por inadimplência ou violação de compromissos, são baseadas em normas prescritas igualitariamente e sensíveis à mobilidade dos participantes mais desfavorecidos.

Cumpre observar, todavia, que como seus termos constituem um acordo solene, o não cumprimento de seus compromissos pode, além de levar ao desconforto político e diplomático nos fóruns internacionais e nos meios de comunicação, ter impacto nos esforços para garantir o financiamento internacional para a conservação das zonas úmidas (RAMSAR, 2013).

Desta forma, ao se tornarem parceiros e ao se comprometem com "a conservação e o uso racional de todas as zonas úmidas por meio de ações locais, nacionais e de cooperação internacional como uma contribuição para alcançar o desenvolvimento sustentável em todo o

[31] Como exemplo, o *Handbook* 2- Políticas Nacionais das zonas úmidas *(National Wetland Policies)* pontua oito estratégias para implementação da política de zonas úmidas pelas partes contratantes e o *Handbook* 18 - Gerenciando zonas úmidas *(Managing wetlands*) estabelece as funções que os planos de gestão dos sítios Ramsar devem cumprir.

mundo" - missão da Convenção adotada em 1999, aprimorada em 2002 e descrita em RAMSAR (2013, p.7) - todas as nações membro, sejam as de economia consolidada ou em transição, projetam-se como maduras e confiáveis para desempenharem papéis importantes neste contexto mundial. Um exemplo é a aplicação, em seus territórios, de uma gestão pertinente e eficaz para reduzir a vulnerabilidade das zonas úmidas à mudança do clima a níveis mínimos e conservar sua biodiversidade.

2.3.2. Posição da Convenção de Ramsar frente os impactos das mudanças climáticas nas zonas úmidas

As mudanças climáticas notificadas nos relatórios I (HOUGHTON et al, 1990), complementar (HOUGHTON et al, 1992) e II (HOUGHTON et al, 1995) do Grupo 1- Avaliação Científica das Mudanças Climáticas (*Scientific Assessment of Climate Change*) e especialmente os indicadores de alterações das zonas úmidas devido à mudança climática publicados nos relatórios I (TEGART et al, 1990), complementar (TEGART, SHELDON, 1992) e II (WATSON et al, 1996) do Grupo 2 - Avaliação dos impactos das mudanças climáticas (*Impacts Assessment of Climate Change*) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) despertaram o interesse da Convenção de Ramsar.

Em 1990, durante a COP4, e em 1993, durante a COP5, foi ressaltada a importância do fluxo contínuo de informações sobre essas questões globais entre as partes contratantes para a conservação da biodiversidade e o planejamento e uso racional das zonas úmidas (Quadro 3). Mais tarde, o primeiro plano estratégico (1997-2002) aprovado na COP6 em 1996 incluiu, em seus objetivos, ações de identificação dos potenciais impactos das mudanças climáticas no caráter ecológico dos sítios Ramsar (ação 5.1.6) e de início das relações diplomáticas com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (ação 7.2.7).

No manuscrito do segundo plano (2003-2008), aprovado na COP8 em 2002, os impactos previstos da mudança climática na distribuição e qualidade dos ecossistemas e as implicações destes para a sobrevivência das espécies foram reconhecidos como uma das principais questões globais que influenciam a conservação e o uso racional das zonas úmidas. A publicação do relatório III (MCCARTHY et al, 2001) do Grupo II do IPCC, dos documentos COP8-DOC11 e COP8-DOC40 (Quadro 3) desenvolvidos pelo comitê científico

da Convenção de Ramsar (*Scientific and Technical Review Panel-STRP*) e a Recomendação VIII.3 (Quadro 3) foram decisivos na proposição das ações de gestão.

De maneira sintética, elas incluíram: o desenvolvimento de metodologias para a avaliação, por parte das nações participantes, da vulnerabilidade da mudança do caráter ecológico das zonas úmidas frente os impactos da mudança climática (ação 1.2.4); a aplicação dessas avaliações (ação 1.2.5); a instrução de que os países membros deveriam garantir a integração das políticas de conservação das zonas úmidas com outros setores, em particular com as relacionadas à conservação da biodiversidade e das mudanças climáticas (ação 2.1.2); a análise sintética dos valores e funções dos sítios Ramsar em especial à mitigação das mudanças climáticas (ação 3.3.2); integrar as políticas territoriais para o uso racional das zonas úmidas considerando as respostas à mudança do clima nos processos de decisão nos níveis nacionais, regionais, provinciais e locais por todas as partes contratantes (ação 3.4); promover a gestão das zonas úmidas em relação à gestão adaptativa e à mitigação dos impactos das alterações climáticas, em particular no contexto do uso e ocupação do solo em colaboração com o IPCC e com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (ação 3.4.8); assegurar que os sítios Ramsar fossem utilizados como referência no monitoramento ambiental nacional, regional e internacional para detectar perdas de biodiversidade e mudanças climáticas (ação 11.2.2); reforçar as ações conjuntas com as Convenções sobre Diversidade Biológica Diversidade, de Combate à Desertificação, sobre Espécies Migratórias, do Patrimônio Mundial, e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (ação 13.1.1); desenvolver atividades de formação e treinamento nos *handbooks* sobre impactos das mudanças climáticas, gestão adaptativa e mitigação (ação 20.1.5).

O documento do plano estratégico atualmente válido (terceiro plano) adotado na COP10 em 2008 apresenta ações para o triênio 2009-2015 que acolhem, além dos conhecimentos do IPCC e de Ramsar anteriormente citados, as informações do IV relatório do Grupo II do IPCC (PARRY et al, 2007), o documento COP10-DOC25 e a Recomendação X.24 da Convenção de Ramsar (Quadro 3).

No seu roteiro, os impactos da mudança do clima são considerados questões-chave que impulsionam a alteração, perda e deterioração contínuas das zonas úmidas e a urgência da modificação da governança ambiental nacional de planos setoriais para a abordagem inter-setorial e ecossistêmica (incluindo atividades de mitigação e adaptação às mudanças climáticas) nas tomadas de decisão foram distinguidos como os maiores desafios futuros para o regime.

Três estratégias relacionadas a esta problemática foram elencadas e as ações devem ser concluídas pelas partes contratantes, secretaria da convenção e instituições parceiras até 2015. São elas: aumentar o reconhecimento inter-setorial de atenção na tomada de decisões de áreas úmidas para garantir a conservação da biodiversidade e mitigação ou adaptação às mudanças climáticas (estratégia 1.4); realizar a gestão de base-científica das zonas úmidas com políticas nacionais e planos de gestão baseados no conhecimento técnico e o tradicional disponíveis e apresentados pelas partes contratantes e pela secretaria da Convenção (estratégia 1.6); implementar a abordagem ecossistêmica nas políticas, gestão integrada dos recursos hídricos, nas atividades de planejamento e nos processos de tomada de decisão em todas as partes contratantes, particularmente no que concerne a políticas de mitigação e/ou adaptação às mudanças climáticas (estratégia 1.7); continuar as atividades conjuntas com outros acordos internacionais e regionais, incluindo a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (estratégia 3.1).

Vale destacar que, devido o acordo de Ramsar com a Convenção sobre Diversidade Biológica, o Plano Estratégico de Ramsar 2009-2015 recebeu ajustes durante a COP11 realizada em 2012 por meio da Resolução XI.3. O objetivo foi deixar o documento em concordância com as Metas de Aichi de Biodiversidade 2011-2020 adotadas durante COP10 da CDB (Quadro 3).

Quadro 3. Síntese das recomendações, resoluções e outros documentos da Convenção de Ramsar para a conservação das zonas úmidas frente os impactos das mudanças do clima.

Conferência das Partes e ano do evento	**Documento oficial**	**Abordagem sobre os impactos da mudança do clima nas zonas úmidas**
COP4 1990	DOC.C.4.12 Quadro de Implementação da Convenção 1991-1993	Pontua que a Convenção de Ramsar permite um fluxo contínuo de informações sobre questões globais de longo prazo entre as partes contratantes, tais como os efeitos da mudança climática nas zonas úmidas.
COP5 1993	Resolução 5.1 Quadro de Implementação da Convenção 1994-1996	Sinaliza que as Diretrizes para a implementação do conceito de uso racional evidenciam os benefícios e valores das zonas úmidas para a contribuição para a estabilidade do clima. Pontua que a Convenção de Ramsar permite um fluxo contínuo de informações sobre questões globais de longo prazo entre as partes contratantes, tais como os efeitos da mudança climática nas zonas úmidas.
COP6 1996	Resolução VI.14 Plano estratégico 1997-2002	Aprova o plano estratégico 1997-2002 da Convenção de Ramsar. A identificação dos potenciais impactos das mudanças climáticas no caráter ecológico dos sítios Ramsar foi solicitada à secretaria e às partes contratantes.

Continua.

Continuação.

Quadro 3. Síntese das recomendações, resoluções e outros documentos da Convenção de Ramsar para a conservação das zonas úmidas frente os impactos das mudanças do clima.

Conferência das Partes e ano do evento	Documento oficial	Abordagem sobre os impactos da mudança do clima nas zonas úmidas
COP7 1999	Resolução VII.11	Estabelece que os sítios Ramsar devem ser usados como base e referência para as áreas de monitoramento ambiental nacional, supranacional / regional e internacional para detectar tendências na perda de diversidade biológica, mudanças climáticas e processos de desertificação.
COP7 1999	Resolução VII.27	Solicita que o SRTP elabore um documento que avalie os riscos das zonas úmidas às mudanças do clima para ser examinado na COP8. Visto estes impactos, solicita um protocolo de cooperação com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) com ações de aplicação de ambas convenções nas esferas internacional, nacional e local.
COP8 2002	Documento DOC11	Descreve os impactos das mudanças do clima nas zonas úmidas e apresenta medidas de adaptação, mitigação e avaliação da vulnerabilidade. Discute a alteração das estações do ano e alterações nas funções hidrológicas das zonas úmidas e consequentes mudanças no ciclo biológico de espécies dependentes desses fatores. Esclarece que os impactos potenciais da mudança do clima atuam em sinergia com outros vetores de pressão exacerbando a perturbação e por isso sua análise deve ser conjunta.
COP8 2002	Documento DOC40	Descreve os impactos biofísicos e socioeconômicos das mudanças climáticas sobre as zonas úmidas, seu efeito em relação às outras pressões que afetam estas áreas, as opções para se adaptar às mudanças climáticas e para sua utilização na mitigação das emissões de gases de efeito estufa.
COP8 2002	Resolução VIII.3	Solicita às partes contratantes a gestão das zonas úmidas com o objetivo de reforçar sua resiliência às alterações climáticas e eventos meteorológicos extremos. Solicita que usem as informações sobre clima nos documentos da Convenção de Ramsar na elaboração da política nacional de conservação e exploração racional de zonas úmidas. Solicita aos países membros esforços para a implementação da UNFCCC e do Protocolo de Quioto. Solicita a construção e fortalecimento da capacidade institucional e das sinergias entre os instrumentos nacionais para abordar as ligações entre alterações climáticas e zonas úmidas. Estipula a elaboração de relatório geral sobre os pontos principais que ligam as zonas úmidas e mudanças climáticas
COP8 2002	Resolução VIII.18	Reconhece que a mudança climática acarretará a invasão de espécies exóticas em novas áreas e que espécies anteriormente consideradas benignas podem se tornar invasoras. Solicita às partes contratantes a realizarem estudos de risco das espécies exóticas que possam representar ameaças ao caráter ecológico das zonas úmidas em resposta à mudança climática.

Continua.

Continuação.

Quadro 3. Síntese das recomendações, resoluções e outros documentos da Convenção de Ramsar para a conservação das zonas úmidas frente os impactos das mudanças do clima.

Conferência das Partes e ano do evento	**Documento oficial**	**Abordagem sobre os impactos da mudança do clima nas zonas úmidas**
COP8 2002	Recomendação VIII.25 Plano estratégico 2003-2008	Aprova o plano estratégico 2003-2008 da Convenção de Ramsar. A mudança do clima foi descrita como um dos principais vetores de pressão das zonas úmidas e deve ser considerada na gestão adaptativa das zonas úmidas. Os objetivos da Convenção são: a) desenvolver metodologias para a avaliação da vulnerabilidade e mudanças no caráter ecológico das zonas úmidas, incluindo a sua vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas. b) garantir que as políticas de zonas úmidas sejam totalmente integradas e harmonizadas com instrumentos estratégicos ou processos de planejamento relacionados com a conservação da biodiversidade e adaptação e mitigação às mudanças do clima e gestão de bacias hidrográficas c) a promover a gestão de zonas úmidas em relação à gestão adaptativa e mitigação dos impactos das mudanças climáticas, especialmente no contexto do uso e ocupação do solo, incluindo, silvicultura, turfeiras e agricultura.
COP10 2008	Documento DOC25	Apresenta informações adicionais sobre as questões de mudanças climáticas e áreas úmidas, como metodologias para avaliação da vulnerabilidade hidrológica, papel no sequestro de carbono. Discute a importância do trabalho da Convenção de Ramsar em conjunto com outras entres idades, como a UNFCCC, CBD, UNCCD, IPCC, PNUMA, PNUD, FAO e o Banco Mundial. Descreve que os atores políticos nos níveis internacional, regional, nacional e local devem ser encorajados a desenvolver e implementar novos mecanismos para alcançar a adaptação e redução de impactos do clima nas zonas úmidas
COP10 2008	Resolução X.1 Plano estratégico 2009-2015	Aprova o plano estratégico 2009-2015 da Convenção de Ramsar. A mudança do clima foi descrita como uma questão chave que impõe mudanças continuas nas zonas úmidas. Esclarece sobre a urgência em modificar a governança ambiental setorial para a abordagem ecossistêmica na tomada de decisão. As ações de mitigação e adaptação integram o objetivo sobre garantir conservação das características ecológicas das zonas úmidas.
COP10 2008	Resolução X.19	Reconhece que a mudança climática exacerbará os problemas de fornecimento de água às zonas úmidas, que deve ser realizada a avaliação de adaptação desses ecossistemas às mudanças climáticas, que esses impactos devem ser levados em consideração no processo de tomada de decisão na gestão das bacias hidrográficas.

Continua.

Continuação.

Quadro 3. Síntese das recomendações, resoluções e outros documentos da Convenção de Ramsar para a conservação das zonas úmidas frente os impactos das mudanças do clima.

Conferência das Partes e ano do evento	Documento oficial	Abordagem sobre os impactos da mudança do clima nas zonas úmidas
COP10 2008	DR24 e Resolução X.24 Atualizou e substituiu a Resolução VIII.3	Insta as Partes Contratantes para: a) gerir zonas úmidas com sabedoria para reduzir as múltiplas pressões que enfrentam no intuito de aumentar a sua resiliência às alterações climáticas, b) manter o caráter ecológico das zonas úmidas, particularmente em relação à alocação de água para os ecossistemas, c) promover a restauração de rios, lagos e aquíferos, bacias e suas zonas úmidas como um aspecto importante da política relativa às alterações climáticas, d) promover a gestão integrada no desenvolvimento e/ou implementação das políticas nacionais setoriais para a resolução dos prováveis impactos negativos do clima e proteção do caráter ecológico das zonas úmidas, e) desenvolver e implementar políticas que promovam oportunidades para aproveitar os serviços de regulamentação já fornecidos pelas zonas úmidas para o sistema climático global, f) estimular estudos sobre o papel das zonas úmidas no armazenamento e sequestro de carbono, g) fazer pleno uso da orientação Ramsar existente sobre o uso racional de zonas úmidas na implementação de suas políticas, h) levar à Convenção questões nacionais e regionais por meio dos pontos focais.
COP11 2012	Resolução XI.3 Atualizou o Plano estratégico 2009-2015	Realizou ajustes no Plano estratégico 2009-2015 para inserir as Metas de Aichi de Biodiversidade 2011-2020 adotadas durante a 10ª Convenção de diversidade biológica. Esclarece que o objetivo 15 de Aichi da CDB sobre aumentar a resiliência dos ecossistemas e sua contribuição para estocar carbono por meio de medidas de conservação e restauração (esta de, ao menos, 15% dos ecossistemas degradados) para contribuir com a atenuação e adaptação às mudanças climáticas está incluído nas estratégias 1.4, 1.5 e 1.8 do Plano estratégico de Ramsar 2009-2015.
COP11 2012	DR14 e Resolução XI.14	Incentiva o uso de sítios Ramsar e outras zonas úmidas naturais como linha de base e referência para detectar as tendências de mudanças climáticas. Entre outras coisas; reconhece: a) a gestão e a designação eficazes dos sítios Ramsar podem desempenhar importante papel na adaptação e resiliência às alterações climáticas; b) a degradação e perda de muitos tipos de zonas úmidas pode ser agravada pelas mudanças climáticas, c) a recuperação de zonas úmidas como uma ferramenta para as respostas do clima, d) a utilização racional das zonas úmidas e a conservação da biodiversidade auxiliam na adaptação à mudança climática, fornecendo conectividade, corredores e rotas, e outros percursos migratórios para a biota. e) reconhece a resolução 5.13 do AEWA (Medidas de Adaptação às Mudanças Climáticas para as aves aquáticas) e as séries técnicas 41 e 59 da CDB sobre a relação da biodiversidade e mitigação das alterações climáticas e adaptação e sobre REDD+ e da biodiversidade, respectivamente. f) insta as partes contratantes para manter ou melhorar o caráter ecológico das zonas úmidas, incluindo os seus serviços dos ecossistemas, para aumentar a resiliência das zonas úmidas na medida do possível em face de mudanças ecológicas provocadas pelo clima, incluindo, quando necessário, sua restauração.

Observando o Quadro 3 verifica-se que embora a discussão sobre os impactos da mudança climática tenha despertado o interesse da Conferência das Partes em 1990 devido a publicação dos estudos do IPCC, foi após a publicação e aprovação dos DOC11 e DOC40, ambos elaborados pelo comitê científico da Convenção de Ramsar (*Scientific and Technical Review Panel-STRP*), que a discussão ganhou força na Convenção.

Quase uma década após a primeira publicação do IPCC, a Convenção estabeleceu, pela RESVII.11, que os países membros deveriam utilizar os sítios Ramsar como referência para o monitoramento ambiental nacional, supranacional / regional e internacional para detectar tendências na perda de diversidade biológica e de mudanças climáticas. Por fim, a solicitação da gestão com estratégias de adaptação foi decretada pelas RESVIII.3 e RESVIII.18 posteriormente atualizada pelas X.24 e XI.14.

Seguindo os estudos de Santos (2004) em que as alternativas apresentadas no processo de tomada de decisão devem dispor de uma sequência lógica de aplicação e estarem estruturadas dentro de uma ordem hierárquica, estas estratégias apresentadas nas resoluções, recomendações e planos da Convenção de Ramsar constituem o primeiro nível hierárquico de abrangência. Elas e ainda elementos do segundo e terceiro níveis, que abarcam, respectivamente, programas (com os tópicos de um conjunto de ações) e projetos de ação (com operações para cumprir as proposições especificadas) são propostos no kit de *handbooks*.

A intenção destes tipos de documentos é garantir a precisão, a clareza e a compreensão dos tomadores de decisão sobre as ações na redução da vulnerabilidade das zonas úmidas à mudança climática e também que eles permaneçam fieis às decisões acordadas.

De acordo com o *Handbook 2 National Wetland Policies* (Políticas Nacionais das zonas úmidas) (4ª. edição de 2010), é esperado que os países membros apresentem, no planejamento federal, uma política nacional de zonas úmidas vinculada a outros instrumentos políticos, inclusive estratégias de gestão dos impactos das mudanças climáticas e um programa nacional de monitoramento desses ecossistemas a fim de reconhecer mudanças ecológicas, na fauna e flora e na hidrologia em resposta à mudança climática.

Outros projetos que transitam entre o planejamento federal, macro-regional, estadual, micro-regional e/ou municipal devem apresentar:

a) atividades de planejamento de abordagem ecossistêmica na gestão de bacias hidrográficas, águas subterrâneas e atividades de adaptação e mitigação às mudanças climáticas (*Handbook 8*);

b) avaliação regional das funções, serviços e valores, funções ecológicas e as funções socioeconômicas das zonas úmidas relacionadas à adaptação às mudanças climáticas (*Handbook 9*);

c) conhecimento da oferta e procura atual e futura sobre os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, levando em consideração os possíveis impactos das mudanças climáticas (*Handbook 9*);

d) certificação da alocação de água às zonas úmidas para que estas possam reduzir picos e fluxos de inundação através da retenção de água na superfície e armazenamento de águas subterrâneas, regular o ciclo hidrológico para a regulação do clima local e global e manter a qualidade e quantidade de recursos hídricos locais (*Handbook 10*);

e) avaliação dos impactos existentes e potenciais das mudanças climáticas globais, regionais ou locais em cada zona úmida ou aquífero (*Handbook 11*);

f) implementação de opções de mitigação às mudanças climáticas (*Handbook 11*);

g) avaliação de como as interações zonas úmidas-águas subterrâneas devem mudar no futuro em virtude de cenários de mudanças climáticas e alterações do solo na bacia ou aquífero (*Handbook 12*);

h) avaliação da vulnerabilidade das zonas úmidas e verificação de até que ponto elas são suscetíveis a, ou incapazes de lidar com os efeitos adversos da mudança e variabilidade do clima e outras pressões, como as mudanças no uso e cobertura da terra, alterações do regime hídrico, sobre-exploração e invasão por espécies exóticas (*Handbook 13*);

i) especial atenção à conservação da biodiversidade das zonas úmidas com efetiva incorporação na avalição ambiental estratégica e tomadas de decisão (*Handbook 16*);

j) garantia da manutenção da capacidade da biodiversidade para se adaptar a ambientes com mudanças climáticas (*Handbook 16*);

k) utilização dos sítios Ramsar para monitorar a situação e as tendências das áreas úmidas e detectar tendências na perda de biodiversidade e mudança climática (*Handbook 19*).

2.3.3. Análise das estratégias de gestão para a conservação da biodiversidade frente os impactos da mudança climática

Considerando as estratégias da Convenção de Ramsar para a orientação da gestão eficaz na conservação da biodiversidade de zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas, destacam-se três pontos de análise.

O primeiro deles é acerca da abordagem da conservação da biodiversidade das zonas úmidas pela Convenção. Ao entender a diversidade biológica (ou biodiversidade) como um atributo das zonas úmidas responsável por garantir suas características ecológicas e ao solicitar a todos os países membros que essas características devam ser imperiosamente preservadas e continuamente monitoradas, a Convenção inseriu sua conservação em todas as estratégias de gestão vigentes.

Não só a biodiversidade presente em áreas selvagens é resguardada, mas também àquela de ambientes com a presença humana. Segundo Larrede (1997) e Sachs (2002) este tipo de gestão territorial que assume a associação dos objetivos sociais e ecológicos é essencial no caminho da conservação da biodiversidade para as gerações futuras. Outro ponto de convergência entre ambos os autores e a Convenção de Ramsar é assumir, neste processo, a gestão ecológica prudente e o aproveitamento sensato da natureza. Para tanto, o tratado requisita às nações membro o uso racional das zonas úmidas, ou seja, seu uso humano de forma sustentável.

Outro ponto de análise trata da forma que Ramsar projeta-se como um instrumento de gestão para a conservação da biodiversidade. Ao apontar as alterações na performance biológica devido as mudanças climáticas, ao assumir seus efeitos combinados com as alterações do uso do solo e ao prognosticar que a repercussão desta sinergia é potencialmente mais agressiva que os efeitos exclusivos de cada uma das variáveis envolvidas, a Convenção sinaliza o grau de complexidade e a urgência da aplicação de instrumentos de gestão integrados em diferentes setores e escalas nas tomadas de decisão.

A integração e a harmonização das políticas de conservação das zonas úmidas com outros setores garantem que outras estratégias setoriais como as relacionadas à infraestrutura urbana, agricultura, pecuária, indústria, energia, redução da pobreza, promoção da saúde, transporte, segurança pública e desenvolvimento econômico auxiliem ou, ao menos, não atrapalhem a conservação desses ecossistemas.

A gestão integrada do meio ambiente (*Integrated environmental management* - IEM) constitui, segundo Margerum (1999), uma abordagem holística e orientada de gestão ambiental que aborda interligações por meio de uma abordagem estratégica e que necessita da colaboração das partes interessadas e do envolvimento do público para a operacionalização.

Para auxiliar a implantação dessas medidas, o regime dispõe de um arsenal técnico compreendido pelos *handbooks*, planos estratégicos e recomendações que apontam ferramentas para a avaliação e para os três momentos do processo decisório dos tomadores de decisão: a sistematização da questão, o esclarecimento de estratégias e o prognóstico das consequências da decisão tomada.

Como exemplo de medidas para a avaliação dos sítios Ramsar frente os impactos do clima na biodiversidade são elencados: a) o conhecimento dos tipos, extensão, condição e hidrologia dos sítios Ramsar; b) a compreensão das respostas das zonas úmidas e das espécies aos efeitos sinérgicos ou cumulativos com a modificação do solo; c) a avaliação da distribuição geográfica das espécies e sua resposta às mudanças climáticas a nível regional; d) a análise do uso e ocupação do solo com a projeção do futuro estado das zonas úmidas; e) a discussão de opções de adaptação e mitigação.

Além das medidas, Ramsar também recomenda as escolhas de alternativas que devem ser tomadas, uma vez que as decisões nos processos políticos impostas pela complexidade do tema tendem a engessar a evolução do processo como um todo rumo a soluções concretas (MELLO-THERY et al, 2013). A medida compreende o segundo passo do processo decisório, no qual, segundo Santos (2004), acontece a definição do que deve ser decidido e a determinação dos critérios que levam à escolha de alternativas específicas (e que indeferem outras) de forma clara durante a sistematização da questão.

Para tanto, o tratado orienta às partes contratantes: a) a preferência na escolha de sítios Ramsar para o monitoramento da alteração e/ou perda de biodiversidade frente os impactos do clima (ao invés da utilização de outras áreas protegidas presentes no território), b) investir na gestão territorial que garanta a conectividade, corredores e rotas, e outros percursos migratórios para a biota das zonas úmidas (ao invés do investimento em projetos que representem restrições para a plasticidade fenotípica, à diversidade genética, às taxas evolutivas e às capacidades de dispersão e colonização); c) investir em projetos que garantam a resiliência das zonas úmidas na ocorrência de mudanças ecológicas presentes e possíveis provocadas pelo clima, incluindo, quando necessário, sua restauração (ao invés do emprego de projetos que aumentem sua vulnerabilidade).

Da mesma forma, informações para o esclarecimento, estratégias de compreensão e limitações técnicas das alternativas a serem escolhidas no processo decisório são fornecidas nos documentos DOC11 da COP8, DOC40 da COP8, DOC25 da COP10.

Para o terceiro momento do processo decisório, que consiste de acordo com Santos (2004) no prognóstico das consequências da decisão tomada e o estabelecimento da hierarquia das alternativas escolhidas, Ramsar fornece aos países membros, evidências dos impactos previstos em cada tipo de zona úmida e infere que as ações da gestão territorial devem ser tomadas de acordo com cada caso específico, levando em consideração a vulnerabilidade atual e prevista para estes ecossistemas.

Por fim, o terceiro ponto de análise é acerca do emprego do princípio de precaução pela Convenção. No caso da tomada de decisão para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente os impactos da mudança climática sua aplicação é especialmente importante devido à dificuldade em obter uma imagem clara do futuro da biodiversidade nos diferentes cenários de modelos projetados.

Mesmo as principais abordagens de modelização utilizadas, como os modelos de envelopes bioclimáticos, os modelos de dinâmica da vegetação, os modelos de perdas de espécies, modelos da IUCN e as relações dose-resposta apresentam desvantagens de imprecisão (BELLARD et al, 2012). De igual importância são os estudos que distinguem qualitativamente as variadas maneiras em que o clima e o uso e a ocupação do solo interagem para afetar a biodiversidade (OLIVER, MORECROFT, 2012).

Ao adotar o princípio de precaução, a Convenção assume a responsabilidade das partes contratantes em minimizar a vulnerabilidade das espécies a níveis mínimos mesmo que os conhecimentos científicos não sejam ainda capazes de determinar o risco exato da alteração do seu caráter ecológico (e de sua biodiversidade) com suficiente segurança.

Segundo Paese (2006) assumir o princípio de precaução significa também manter a ciência em permanente diálogo com a sociedade uma vez que o problema em questão é aberto às preocupações sociais oriundas da arena pública de debate. Há a alteração do equilíbrio de forças entre os atores que exploram os recursos naturais e àqueles que deles dependem para a sobrevivência e ainda acontece a modificação qualitativa na forma da gestão pública pelo reforço do papel da consciência ambiental coletiva na resolução do problema ambiental.

2.4. SÍNTESE CONCLUSIVA

A Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) constitui o principal instrumento de cooperação intergovernamental sobre a conservação global desses ecossistemas. Nele, o compromisso do uso racional caracteriza-se como a questão chave para a manutenção de suas características ecológicas e, por conseguinte, da conservação da sua biodiversidade frente os impactos do clima descritos no capítulo 1 e previstos nos territórios das partes contratantes.

Variadas estratégias para a tomada de decisão na ordenação territorial com vistas à conservação dessas áreas foram identificadas em recomendações, resoluções e outros documentos oficiais desde sua formação em 1971. Como exemplo, os *handbooks* 13 sobre o inventário, avaliação e monitoramento, 16 acerca da avaliação de impacto e 19 a respeito do enfrentamento da mudança no caráter ecológico das zonas úmidas disponibilizam alternativas para o processo de tomada de decisão em resposta às mudanças climáticas.

A utilização dos sítios Ramsar no monitoramento atual, de tendências de alteração e perda de biodiversidade e de ações de adaptação e mitigação constitui o ponto de partida para o desenvolvimento da questão nos países membros. Eles devem ser gerenciados de maneira responsável e sua gestão deve ser focada dentro do contexto de desenvolvimento sustentável que possibilite a manutenção de suas características ecológicas por meio da implementação da abordagem ecossistêmica. A intenção é fugir do modelo de desenvolvimento ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto.

Todavia, apesar da abrangência e das solicitações precisas do tratado, sua força política depende de como os países vão implementá-lo nas políticas governamentais e de que maneira as orientações acordadas internacionalmente são aplicadas no nível local, uma vez que é nele onde esses eventos impossibilitam, dificultam ou otimizam a performance biológica e onde atuam com os efeitos sinérgicos dos vetores de pressão antrópicos.

Como exemplo, o Brasil e a França são signatários da Convenção de Ramsar e prontificaram-se, assim como as outras 166 demais nações membro, a gerir seus sítios Ramsar dentro das normas internacionalmente acordadas para a redução da vulnerabilidade das zonas úmidas à mudança do clima a níveis mínimos e para a conservação da sua biodiversidade.

Houve modificações climato-hidrológicas nas zonas úmidas de ambos os países? Quais os possíveis impactos em sua biodiversidade? Como a biodiversidade evoluiu no período? Como as nações realizam a gestão da política de Ramsar referente aos impactos do

clima na biodiversidade nas diferentes escalas de gestão? Para responder a primeira e segunda questão os capítulos 3 e 4 da presente tese debruçam-se, respectivamente, na análise das tendências e rupturas climáticas que poderiam impactar a biodiversidade local e na identificação de modificações da paisagem. Em seguida, a terceira questão será discutida nos capítulos 5 e 6 deste trabalho.

PARTE 2

CAPÍTULO 3. TENDÊNCIAS E RUPTURAS CLIMATO-HIDROLÓGICAS NOS SÍTIOS RAMSAR PARNA PANTANAL, NO BRASIL, E GRANDE BRIÈRE, NA FRANÇA, E IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE

3.1. INTRODUÇÃO

Desde a apresentação dos relatórios I (HOUGHTON et al, 1990), complementar (HOUGHTON et al, 1992), II (HOUGHTON et al, 1996), III (HOUGHTON et al, 2001), IV (SOLOMON et al, 2007) e V (STOCKER et al, 2013) do Grupo 1- Avaliação Científica das Mudanças Climáticas (*Scientific Assessment of Climate Change*) do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) bem como dos indicadores de alterações da biodiversidade publicados nos relatórios I (TEGART et al, 1990), suplementar (TEGART, SHELDON, 1992), II (WATSON et al, 1996), III (MCCARTHY et al, 2001), IV (PARRY et al, 2007), e V (FIELD et al, 2014) do Grupo II - Avaliação dos impactos das mudanças climáticas (*Impacts Assessment of Climate Change*) e também nos relatórios técnicos do IPCC sobre os impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos (BATES et al, 2008) e na biodiversidade (GITAY et al, 2002), a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar) tem discutido as implicações das mudanças do clima nas zonas úmidas.

Cientes de que a função ecológica dessas áreas é altamente dependente da qualidade e da quantidade do fornecimento de água e que estas são influenciadas direta e indiretamente pelo clima, a preocupação com os impactos na biodiversidade é pauta da agenda de negociações desde 1999.

A estratégia é nortear os países membros a elaborarem ações pertinentes e eficazes para o diagnóstico, avaliação, adaptação e mitigação dos impactos do clima. Os debates resultaram na aprovação dos documentos Resolução VII.11 da COP7 de 1999, Documentos DOC11 e DOC40 e Resoluções VIII.3 eVIII.18 e Recomendação VIII.25 da COP8 de 2002, Documento DOC25 e Resolução X.19 e X.24 da COP10 de 2008 e Resolução XI.14 da COP11 de 2012.

Como prioridade, as nações devem realizar estudos mais detalhados nas escalas regionais e locais no âmbito dos seus sítios Ramsar (RAMSAR, 2002; RAMSAR, 2010a, 2010b).

No Pantanal brasileiro, onde há dois sítios Ramsar, Marengo (2006) anuncia o alto grau de vulnerabilidade do bioma à variabilidade e mudança do clima. Segundo o autor, em escala regional, o Pantanal apresenta:

a) previsão regional de anomalias negativas de chuva (em relação à média de 1961-1990) geradas por seis modelos do IPCC para o período 2000-2100 da ordem de -0.5mm por dia no cenário A2 (mais pessimista) e no cenário B2 (otimista) após 2060 (Figura 19a,b),

b) previsão de aquecimento de até 6ºC em 2100 no cenário A2 e de 4.5ºC no cenário B2 nos modelos NIES/CCSR e HadCM3 (Figura 19c,d),

c) previsão de redução de 25 a 50% das descargas das vazões fluviais do Pantanal ao longo do século XXI através do modelo do Hadley Centre HadGEM1 para o cenário A1B.

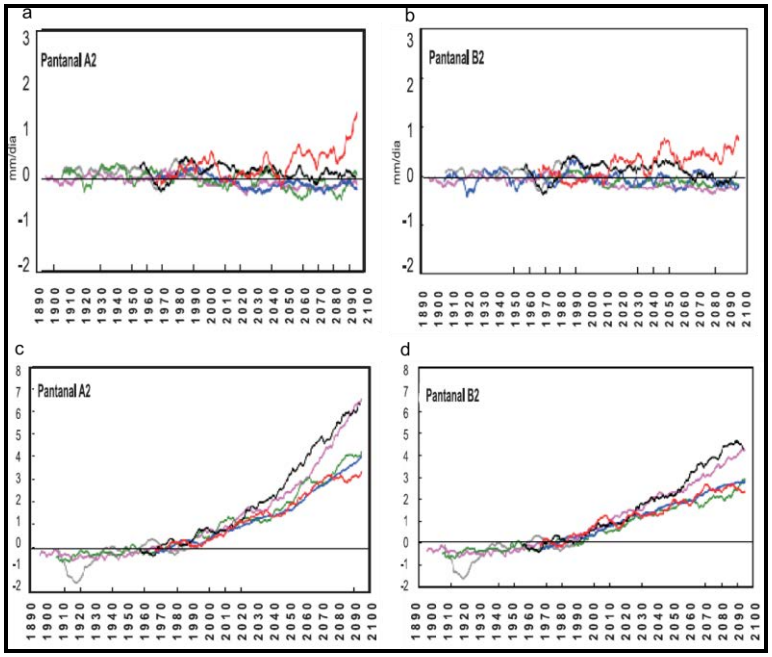

Figura 19. Previsão de anomalias de chuva e temperatura anual no bioma Pantanal durante o período de 2000-2100 de acordo com os modelos CCCMA (verde), CCSR/NIES (rosa), CSIRO (azul), GFDL (vermelho) e HadCM3 (preto). a=chuva A2, b=chuva B2, c=temperatura A2, d= temperatura B2 nos cenários A2 e B2. Adaptado de Marengo (2006, p.126-127).

Na região oeste da França, onde há três sítios Ramsar, o cenário de aquecimento foi identificado por Dubreuil et al (2012a) utilizando o modelo *Arpège-Climat* da *Meteo France* no cenário A1B. Segundo os autores, espera-se o acréscimo de 0.2ºC por decênio de 2030-

2040 na região de Nantes. Neste período a temperatura máxima avança de maneira um pouco mais rápida que a temperatura mínima e, de maneira geral, a variabilidade continua a mesma da atual. A partir da metade de século XXI um segundo aquecimento acontece aceleradamente e altera a variabilidade da temperatura em 2040-2050 (Figura 20a).

De acordo com os autores (DUBREUIL et al, 2012a), poderão acontecer anos mais quentes antes do término do século, uma vez que o número de dias quentes aumenta regularmente e o de dias frios diminui (Figura 20b). A tendência pluviométrica prevista indica tanto a diminuição dos totais anuais quanto do número de dias de chuva, com um aumento da variabilidade até o fim do século (Figura 20c). O cenário é reforçado pelo aumento do regime das chuvas de inverno e diminuição no verão e primavera, com maior diminuição esperada para o mês de maio (Figura 20d).

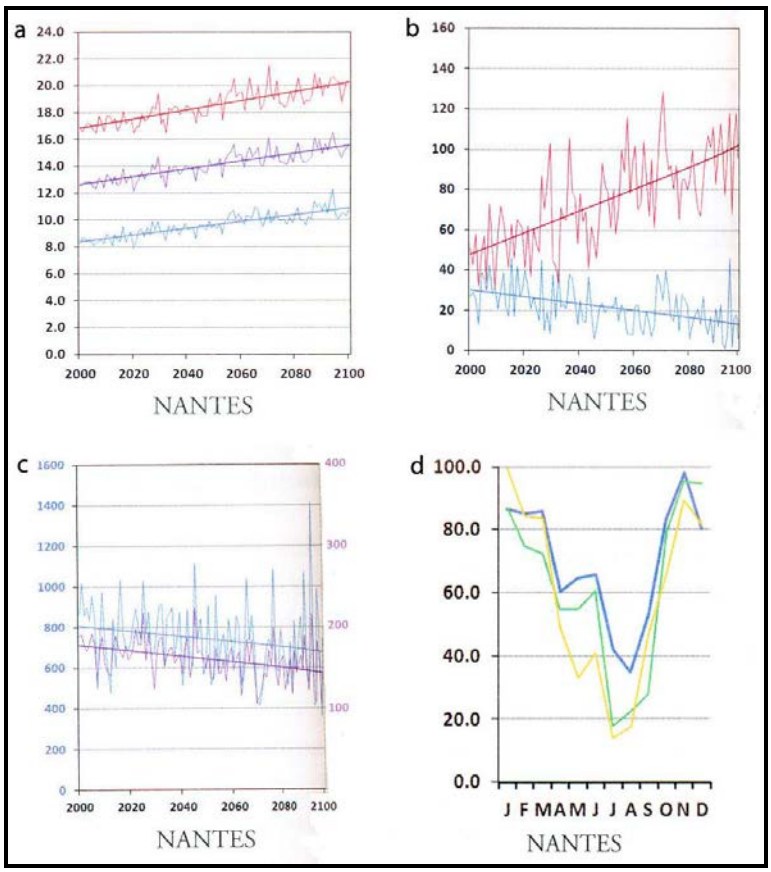

Figura 20. Tendências climáticas estimadas durante o século XXI para a região de Nantes, no oeste da França. a) Evolução das temperaturas mínima (azul), máxima (vermelho) e média (violeta) anual, b) Evolução do número anual de dias de neve (azul, com temperatura inferior à 0ºC) e do número de dias quentes (vermelho, com temperatura superior à 25ºC) c) Evolução da precipitação anual (azul) e do número do dias de chuva (violeta), d) Evolução dos regimes pluviométricos médios de 1970-2000 (azul), de 2031-2060 no cenário A1B (verde), de 2071-2100 no cenário A1B (amarelo). Adaptado de Dubreuil et al (2012a, p.67-71).

As contribuições de Marengo (2006) e de Dubreuil et al (2012a) sobre os eventos regionais de aquecimento nas extensões onde localizam-se sítios Ramsar brasileiros e franceses, constituem, respectivamente, indícios de seus efeitos nas diferentes escalas de organização biológica (genética, populacional, espécies, comunidades e ecossistemas) e localização espacial (habitat, local, regional e continental) (JOHNSTON e BENNET, 1996; MARENGO, 2006; NOBRE et al, 2007; HEINO et al, 2009; PUTTEN et al, 2010) dessas zonas úmidas, uma vez que quase a totalidade dos aspectos da vida dos organismos é associada ao nicho climático (PEARMAN et al, 2007).

O vínculo dá-se dentro de complexas relações ecológicas onde os elementos do clima (temperatura e precipitação, por exemplo) constituem fatores funcionalmente significativos e capazes de impossibilitar, dificultar ou otimizar a performance biológica.

Cumpre observar que, embora a importância de estudos como os de Marengo (2006) e de Dubreuil et al (2012a), o conhecimento climatológico em menores níveis de escala permite a percepção de correlações mais complexas e interativas tanto entre o sistema climático e a sociedade (JESUS, 2008; RIBEIRO, 1993), quanto de ambos com a biodiversidade local (WALTHER et al, 2002).

Soma-se ainda o fato que o retrato local é essencial para a elaboração de instrumentos políticos de governança de ordem social, política e territorial e para a articulação local-nacional-internacional (MELLO-THÉRY, 2011).

Neste sentido, com o intuito de contribuir com os estudos climato-hidrológicos nos sítios Ramsar brasileiro Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e francês *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) na região oeste do país e de averiguar como esses fatores podem impactar a biodiversidade local conforme orienta a Convenção de Ramsar, o presente capítulo identificou as tendências e rupturas climato-hidrológicas locais durante os últimos quarenta anos e apontou as espécies cuja performance biológica pode ser alterada devido esses eventos.

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1. Áreas de Estudo

3.2.1.1. Perfil climato-hidrológico do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossensse (PARNA Pantanal)

No PARNA Pantanal, a heterogeneidade e diversidade de ambientes são garantidas pela interação entre fatores climáticos, hidrológicos, geológicos e geomorfológicos da planície pantaneira.

Esta, denominada por Ross (2005) como Formação Planície e Pantanal mato-grossense, uma unidade de relevo essencialmente plana formada por deposição de sedimentos aluviais recentes em direção aos vales da Bolívia e Paraguai, situa-se ao sul da porção norte dos Planaltos e serras residuais do Alto Paraguai, da depressão Alto Paraguai-Guaporé e da depressão Cuiabana, as quais formam um complexo ao sul do Planalto dos Parecis, o divisor de águas entre a bacia Amazônica e a bacia Platina. A leste encontram-se os Planaltos e chapadas da Bacia do Paraná, a oeste, o Chaco Boliviano e ao sul a depressão Miranda e a continuação dos Planaltos e serras residuais do Alto Paraguai.

Em abordagem específica, o sítio PARNA Pantanal está inserido na unidade geomorfológica Pantanal de Paraguai, formado essencialmente pelos sedimentos da Formação Pantanal e depósitos aluviais holocênicos. Ela corresponde, em sua maior parte, à planície de inundação do rio Paraguai, um dos principais rios da bacia do Prata, a segunda maior bacia da América do Sul. Além desta unidade, há porções das unidades Pantanal de Cáceres, Pantanal de Poconé, Pantanal de Taquari e Planalto Residual do Amolar em seu entorno (IBAMA, 2003). A altimetria varia de 80 m a 150 m de altitude e a declividade regional é inexpressiva. A maior formação rochosa em níveis altimétricos e contínuos compreende a Serra do Amolar, a sudoeste do Parque (IBAMA, 2003).

Segundo Tarifa (1986) e Sette (2000), esse conjunto de formas de relevo pantaneiro na Depressão Continental do Chaco, no Centro-Oeste brasileiro, é influenciado por trocas atmosféricas meridionais norte-sul e sul-norte e pela atuação dos fluxos Tropical, Equatorial e Extratropical na formação do sistema climático regional (Figura 21).

Há a atuação direta e indireta do ENSO[32], da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (SETTE, 2000; DUBREUIL, 2008) e a atuação do Anticiclone Atlântico, cuja alta pressão regula a estação seca (outono e inverno), e atuação da convecção da Amazônia, que regula a estação chuvosa (primavera e verão) (ZAVATTINI, 1990; SUGAHARA, 1991; SETTE, 2000). Dependendo das frentes associadas aos fluxos polares invasores pelo leste da Cordilheira dos Andes, pode haver condições climáticas mais secas ou chuvosas (ZAVATTINI, 1990).

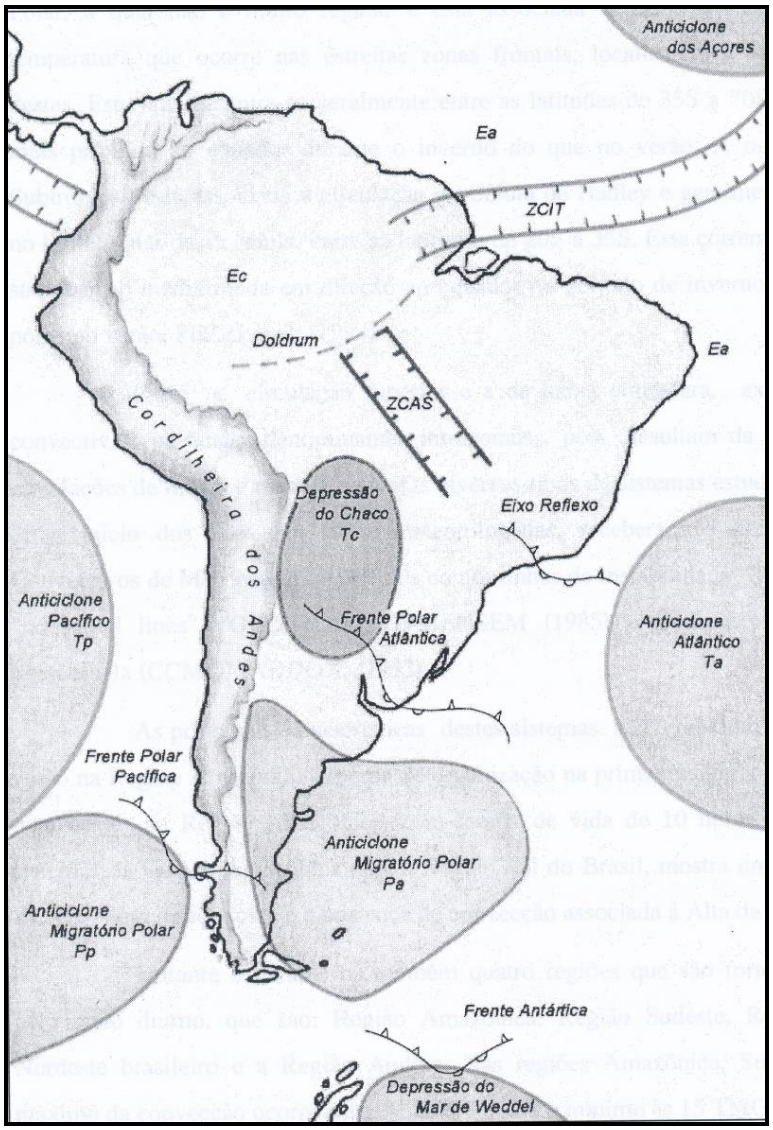

Figura 21. Representação dos sistemas atmosféricos da América do Sul. Organizado por Sette (2000, p.106)

[32] Formado pela Oscilação Sul (desvio da pressão atmosférica a partir de uma compensação barométrica entre Pacifico Sul e Oriental), El Niño (TSM - temperatura da superfície do mar acima da média climatológica) e La Niña (TSM - abaixo da média climatológica).

Este sistema proporciona um regime pluviométrico com chuvas entre 800 a 1.500 mm anuais (TARIFA, 1986), e de 116±60mm mensais, sendo os meses mais chuvosos os de dezembro, janeiro e fevereiro com média acima de 202mm (amplitude pluviométrica máxima) e os meses de junho, julho e agosto os mais secos, com média abaixo de 30mm (amplitude pluviométrica mínima) e índice de Gaussen[33] do tipo árido (GAUSSEN, BAGNOULS, 1953), (Figura 22).

A temperatura média mensal é de 26±2°C, sendo outubro o mês mais quente, com média acima de 28°C (amplitude térmica máxima) e os mais frios de maio, junho e julho com média abaixo de 25°C (amplitude térmica mínima) (Figura 23).

O clima é, portanto, do tipo AW (tropical com estação seca de inverno) com duas estações definidas, a seca e a chuvosa (ALMEIDA, LIMA, 1959; CAMPOS, 1969) e foi denominado por Monteiro (1951) como clima de "savanas tropicais" da baixada Paraguaia. Ele relaciona-se às baixas altitudes da planície pantaneira e às bordas e menores elevações dos planaltos.

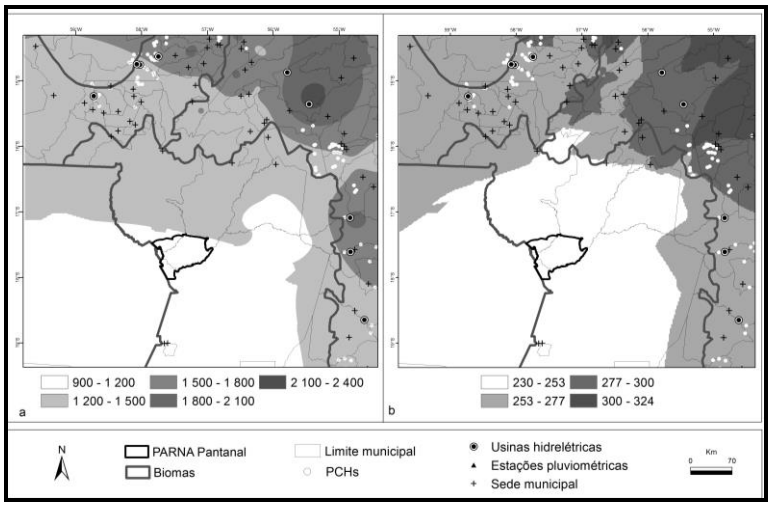

Figura 22. Chuva acumulada anual na sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011. a=pluviometria média anual (mm), b=desvio padrão da pluviometria média anual (mm).

[33] Segundo o Índice de Henri Gaussen, o mês seco e dito árido é aquele cuja representação no climograma apresenta precipitação menor que duas vezes o índice de temperatura (p<2t).

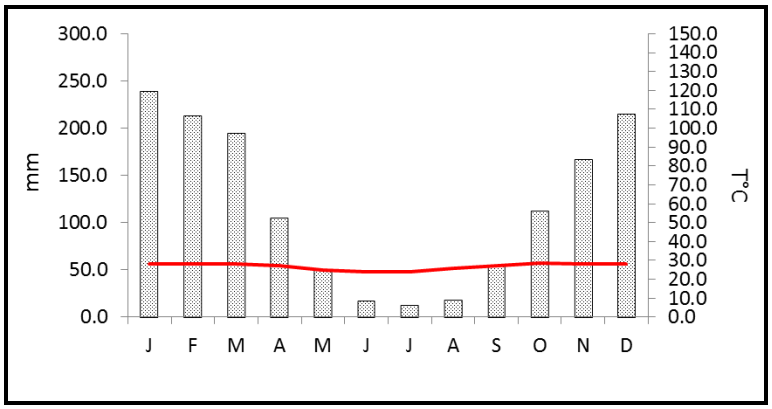

Figura 23. Distribuição mensal de pluviometria acumulada na sub-bacia do Alto Paraguai durante o período de 1971 a 2011.

Segundo Adamoli (1986), embora o clima regional tenha uma atuação em superfícies da ordem de 2.000.000 km^2 no Pantanal, é necessária atenção aos traços climáticos próprios das sub-regiões pantaneiras. Para Garcia e Castro (1986), isso se deve ao resultado da atuação das massas de ar com as complexas interações entre fenômenos inerentes de certas localidades da planície, como topografia, fitogeografia, hidrologia, baixas pressões e altas intensidades de radiações solares. Exemplos são as elevadas pluviometrias anuais da região norte pantaneira (1.000-1.700mm), onde há considerável variabilidade na distribuição da pluviosidade e os menores índices encontrados no centro-sul (1.000-1.100mm), onde a variabilidade interanual é pouco acentuada (ZAVATTINI, 1990, 2009) (Figuras 23 e 24).

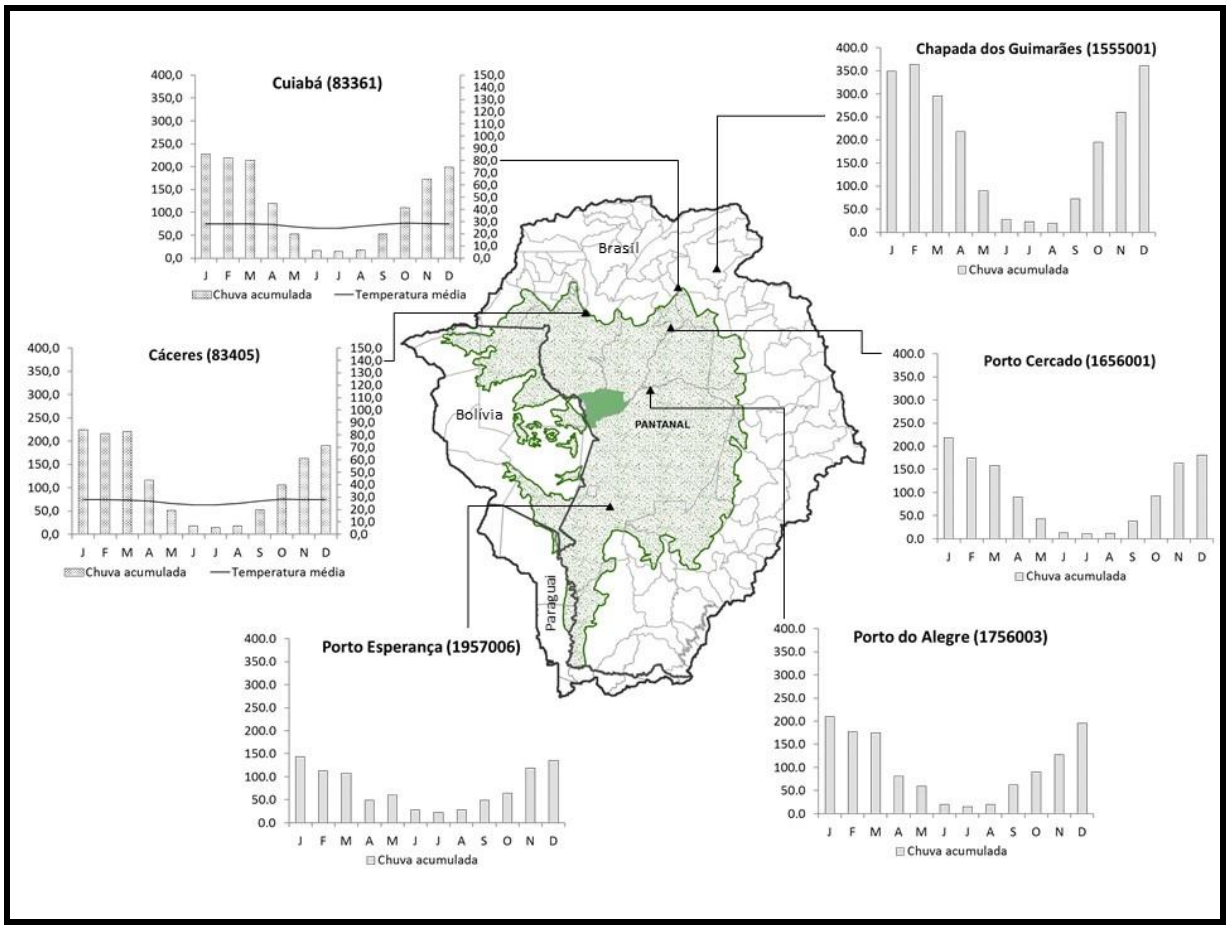

Figura 24. Distribuição mensal de pluviometria acumulada em cinco estações na sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011.

O sítio PARNA Pantanal encontra-se, segundo a classificação de Pfafstter (1989), na região hidrográfica da bacia do Paraná na América do Sul (Ottobacia 8 de nível 1), na porção brasileira da sub-bacia do Alto Paraguai (Ottobacia 89 de nível 2). A rede de alimentação e drenagem decorre das Ottobacias nível 3 - 896, 897, 898 e 899 em territórios brasileiro e boliviano (Figura 25).

O denso arranjo de drenagem com paisagem móvel de áreas permanente e temporariamente alagadas e regime hidrológico dividido em quatro estações, a cheia, a vazante, a baixa e a enchente (Figura 26) é proporcionado pela variabilidade na distribuição das chuvas, solos hidromórficos, declividade regional inexpressiva, altimetria (80 a 150m) e resistência da vegetação.

No sítio, esse conjunto de características assegura o lento escoamento da água e o aparecimento de ambientes com características próprias, como corixos, vazantes e baías de diversas dimensões. Segundo IBAMA (2003), são encontradas:

a) áreas permanentemente alagadas, formadas por rios perenes de drenagem divergente e convergente e corixos, lagos e lagoas (baías) alimentadas por cursos d'água ou canais temporários;

b) áreas temporariamente alagadas, formadas por córregos, vazantes e lagoas de meandros marginais alimentados por cursos d'água e chuva.

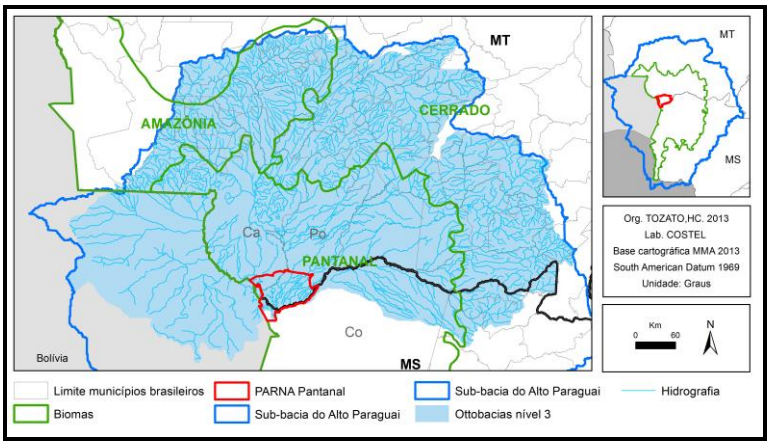

Figura 25. Rede de drenagem do sítio Ramsar PARNA Pantanal (Ottobacias nível 3-896, 897, 898, 899) na sub-bacia do Alto Paraguai. Ca=Cáceres, Po=Poconé, Co=Corumbá.

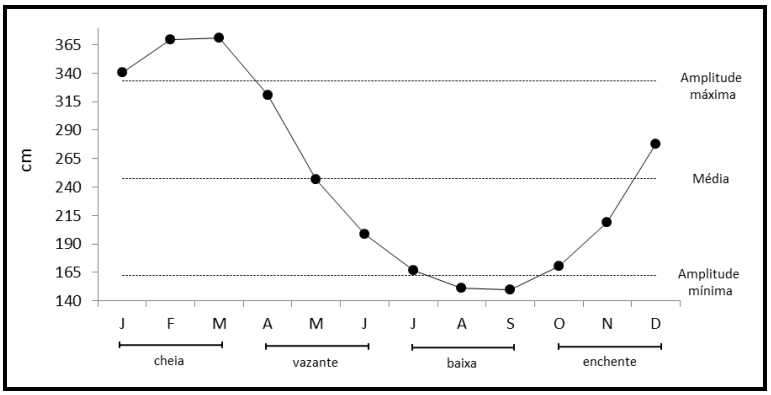

Figura 26. Distribuição mensal de cota média nas Ottobacias nível 3 - 896, 897, 898, 899, na sub-bacia do Alto Paraguai durante o período de 1971 a 2011.

O complexo hidrológico do sítio Ramsar PARNA Pantanal abriga, de acordo com IBAMA (2003), 21 espécies de aves migratórias, como, por exemplo, as espécies migratórias neárticas águia-pescadora *Pandion haliaetus*, bate-bunda ou maçarico pintado *Actitis macularius*, maçariquinho ou maçarico solitário *Tringa solitaria* e o maçarico ou maçarico de perna amarela *Tringa flavipes;* 24 espécies-chave da flora pantaneira pelo fornecimento de flor e fruto tanto durante as épocas de cheia quanto de seca, como, por exemplo, a periquiteira ou candiúba *Trema micranta* nos hábitats de morros, florestas e cerrados.

A flora inclui sete espécies endêmicas, 14 espécies de plantas raras e três ameaçadas de extinção e a fauna inclui sete espécies endêmicas e 40 espécies raras. Um exemplo de espécie chave pantaneira ameaçada, endêmica, bandeira e considerada "guarda-chuva" é o jacaré do pantanal *Caiman yacare* e um exemplo de espécie rara é o morcego hematófago *Desmodus rotundus* (IBAMA, 2003).

3.2.1.2. Perfil climato-hidrológico do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*)

O sítio Ramsar *Grande Brière* está inserido no domínio climático temperado oceânico da região oeste francesa, onde são encontradas condições temperadas com inverno suave, verão fresco, importante nebulosidade e pluviosidade bem marcada (DUBREUIL et al, 2012b).

Regionalmente, a localização geográfica diante do oceano Atlântico, a ausência de grandes barreiras topográficas e as latitudes medianas (entre 45 e 51º de latitude norte) garantem a entrada das correntes oceânicas quentes na atmosfera e em seguida no continente. O resultado é um clima regional com baixo número de dias de neve e de dias quentes e numerosos dias chuvosos por ano, embora os totais pluviométricos não sejam elevados (PÉGUY et al, 1984; DUBREUIL et al, 2012b).

Durante o inverno, as circulações atmosféricas do sul constituem, juntamente com as circulações do oeste, as mais pluviogênicas e com relativa influencia na temperatura, uma vez que carregam massas de ar quentes (Figura 27a). Nesta época, as circulações do oeste do tipo de tempo Hess Brezowsky (JAMES, 2007) WW (*Circulation d'oest formant un angle*) manifestam fortes diferenças pluviométricas no oeste europeu devido o contraste de massas de ar perturbadas pelo sistema atlântico e Europa oriental (Figura 27b) (PLANCHON, BONNARDOT, 2012).

Na primavera, as circulações de noroeste e este do tipo HNFZ (*Anticyclone sur mer de Norvege – Fennoscandie cyclonique*) causam anomalias térmicas negativas (Figura 27c) e durante o verão, as massas de nordeste e norte do tipo NA (*Circulation de nord - cyclonique*) causam temperaturas excepcionalmente quentes e precipitações deficientes na região (Figura 27d) (PLANCHON, BONNARDOT, 2012).

Variações regionais acontecem em função da distância do mar, uma vez que quanto mais longe dele aumentam os contrastes térmicos sazonais; do relevo, os quais mesmo que modestos são suficientes para diminuir a temperatura média e aumentar a pluviometria; e do gradiente latitudinal, que beneficia os fluxos dos anticiclones do sul e do este em direção às regiões meridionais (Figura 28) (DUBREUIL et al, 2012b).

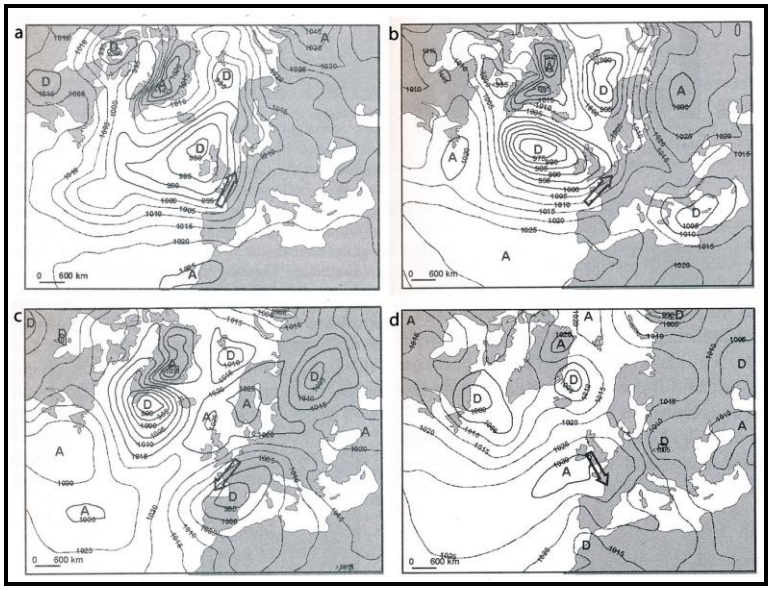

Figura 27. Tipos de circulação atmosférica no oeste da França. a) Circulação do Sul no inverno, b) Circulação de oeste do tipo WW no inverno, c) Circulação de nordeste e este do tipo HNFZ durante a primavera, d) Circulação de noroeste e norte do tipo NA durante o verão. Adaptado de Planchon e Bonnardot (2012, p.33-39).

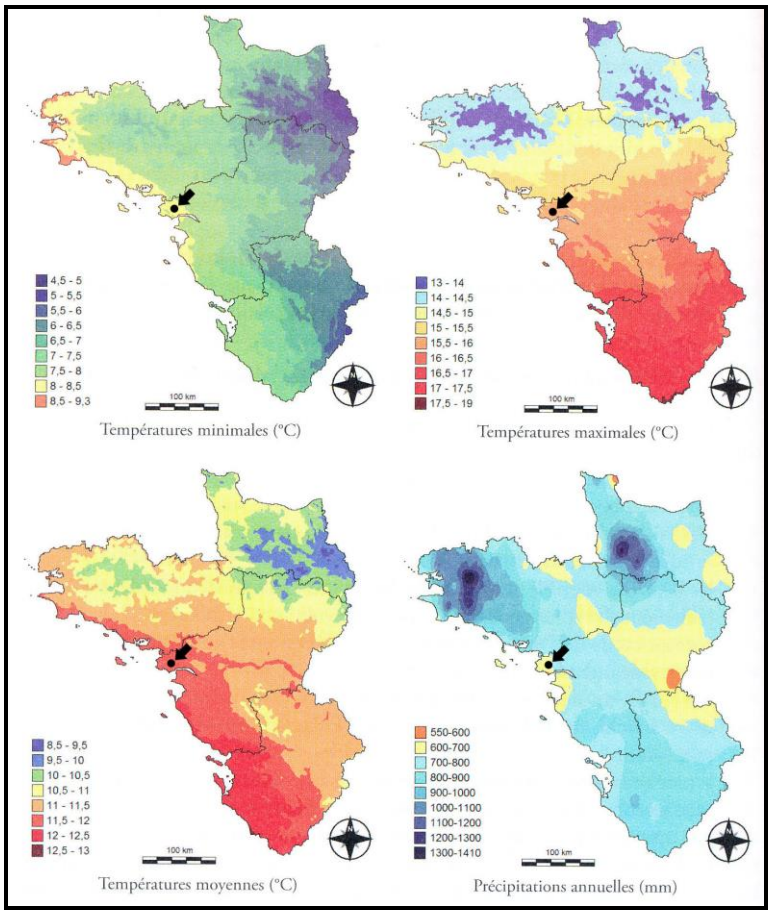

Figura 28. Espacialização das temperaturas mínima, média e máxima e da pluviometria média anual no oeste da França. A seta preta indica a localização do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)*. Adaptado de Dubreuil et al (2012b, p.22).

Na escala local, o sítio Ramsar *Grande Briére* localiza-se na tipologia climática do litoral meridional do oeste francês, a qual se estende do Golfo de *Morbihan* ao *Charentes*. Nela o calor e a insolação são marcantes ao ponto de produzir um ou dois meses de seca durante o verão. As brisas do mar, frequentemente na primavera e verão favorizam a luminosidade do clima local (Figura 29) (DUBREUIL et al, 2012b).

A pluviometria mensal local é de 61±17mm, sendo os meses mais chuvosos os de outubro, novembro, dezembro e janeiro, com média acima de 79mm (amplitude pluviométrica máxima) e os meses de junho, julho e agosto os mais secos, com média abaixo de 44mm (amplitude pluviométrica mínima), com destaque para agosto, mês considerado árido de acordo com o índice de Gaussen (GAUSSEN, BAGNOULS, 1953).

A temperatura média mensal é de 12.16±4.84°C, sendo os meses mais quentes de julho e agosto, com média acima de 17.0°C (amplitude térmica máxima) e os mais frios de dezembro, janeiro e fevereiro, com média abaixo de 7.32°C (amplitude térmica mínima) (Figura 29).

O clima, portanto, pode ser dividido em estação seca e úmida e a pluviometria apresenta importante papel no aporte de água para as regiões pantaneiras (*marais*) da bacia do *Brière-Brivet*, onde os meses de maior nível d'água são janeiro, fevereiro e março, com média acima de 78.6cm (amplitude máxima do nível d'água) e os meses de agosto e setembro são os mais baixos, com média abaixo de 36.2cm (amplitude mínima do nível d'água) (Figura 30).

A bacia é composta pelos *Marais de la Grande Brière, Marais de la Boulaie, Marais du Moyen Brivet, Marais de Besné, Marais du Haut Brivet, Marais de la Taillée amont, Marais de Martigné, Marais de Blanche Couronne e Marais de la Taillée aval* (Figura 31) (SBVB, 2013).

A montante da bacia localizam-se os pantanais do alto *Brivet (Marais du Haut Brivet)* nas cidades de *Besné, Pont-Château, Ste Anne-sur-Brivet, Dréfféac, St Gildas des Bois, Guenrouët, Campbon* e de *Quilly*, os quais apresentam duas particularidades: um complexo de vegetações diferente dos pantanais da bacia e são divididos por uma única estrutura hidráulica, a válvula do *Pont de l'Angle* na cidade de *Besné* (Figura 31).

A jusante a continuidade do rio forma os pantanais do médio Brivet (*Marais du Moyen Brivet)*, zonas úmidas dos municípios de *St Malo-de-Guersac, Crossac, Montoir-de-Bretagne* e de *Donges* alimentadas por canais principais como o *Priory* e o *La Brousse* e pelo próprio rio *Brivet* (Figura 31).

A sudeste, o complexo de águas efluentes do médio Brivet forma, juntamente com o *Marais de Martigné* no município de *Donges* -alimentado pelo canal de *Martigné* e de *la Taillée* e apresentam as eclusas *d'Hirouse* a montante e de *Martigné-,* o complexo do *Marais de Donges* (Figura 31).

A leste esse complexo forma, juntamente com os canais de canais de *Besné* e de *la Chaussée*, o *Marais de Besné* na cidade de *Besné* e parte norte de Pont-Château, onde são encontradas as eclusas de *Pont de l'Angle, Pont de la Mine* e de *l'Harois* (Figura 31).

A rede de drenagem continua com os pantanais de *la Taillée amont* e de *la Taillée aval.* O primeiro situa-se nos municípios de *Besné, Donges* e de *Prinquiau*, é alimentado em grande parte pelo canal *la Taillé* e apresenta as eclusas de *Pouet, Hirouse* e de *Vieux Pont.* O segundo está localizado nos municípios de *Donges, La Chapelle-Launay* e de *Lavau-sur-Loire*, é também alimentado pelo canal *la Taillé* e apresenta as eclusas de *Vieux Pont* a montante e de *la Taillée* e de *Lavau* a jusante. Ele apresenta a particularidade de estar ligado ao estuário de *la Loire* e ser realimentado com água salobra em época de seca (Figura 31).

Além dele, a norte do *la Taillée aval* situa-se o *Marais de Blanche Couronne* nos municipios de *Prinquiau* e de *La Chapelle-Launay,* alimentados pelo canal de la Taillée e com as eclusas de *Blanche Couronne* a montante (Figura 31).

A noroeste da bacia os canais tributários de *Missillac, Ste Reine-de-Bretagne* e de *Pont-Château*, compartimentalizados em sua junção com o rio Brivet, formam os pantanais de *Boulaie* (*Marais de la Boulaie*) nas cidades de *La Chapelle des Marais, St Joachim, Ste Reine de Bretagne, Crossac* e de *St Malo de Guersac* (Figura 31).

Na região oeste encontra-se o *Marais de la Grande Brière* o qual apresenta, em sua maioria, os pantanais do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* e também pântanos de *Herbignac* e de *Coulement*. Alimentado pelos cursos d'água de *Herbignac Férel*, de *St. Lyphard*, de *Guérande*, de *St-André-des-Eaux* e de *St-Nazaire*, o fluxo chega ao rio *Brivet* por diversas correntes e pelas eclusas de *Rozé* na cidade de *Saint-Malo-de-Guersac* e de *Pont de Paille* na cidade de *Trignac* (Figura 31).

O complexo hidrológico do sítio Ramsar *Grande Brière* abriga, de acordo com NATURA 2000 (2007), 72 espécies de aves protegidas pela Diretiva Aves 2009/147/CE, como por exemplo as aves migratórias garganta-azul-espelhado (gorgebleue à miroir de Nantes) *Luscinia svecica namnetum,* abetouro *Botaurus stellaris* e o colhereiro-europeu *Platalea leucorodia*. Além delas ele abriga as espécies de anfíbios *Alytes obstetricans*, *Bufo calamita* e de *Hyla arborea* e duas espécies de répteis protegidas pela Diretiva hábitats 92/43/CEE.

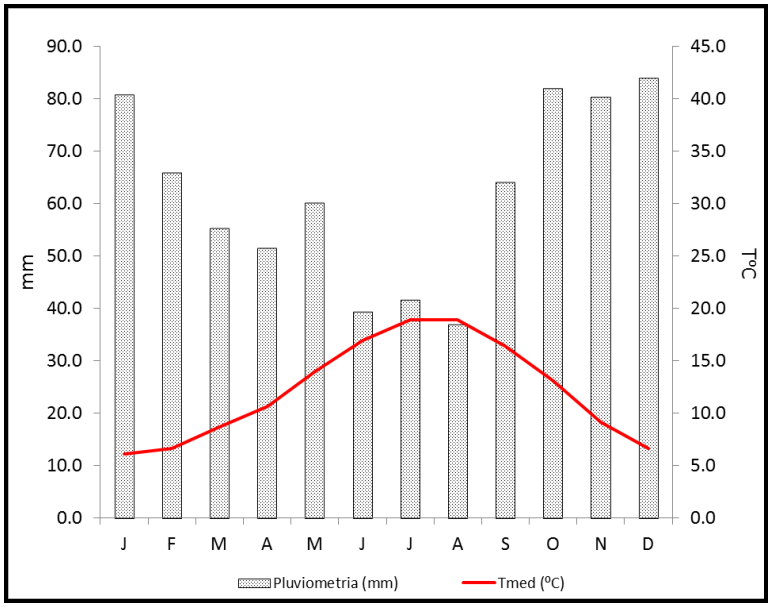

Figura 29. Distribuição mensal de pluviometria acumulada e de temperatura média na estação *Montoir de Bretagne,* sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* durante o período de 1971 a 2011.

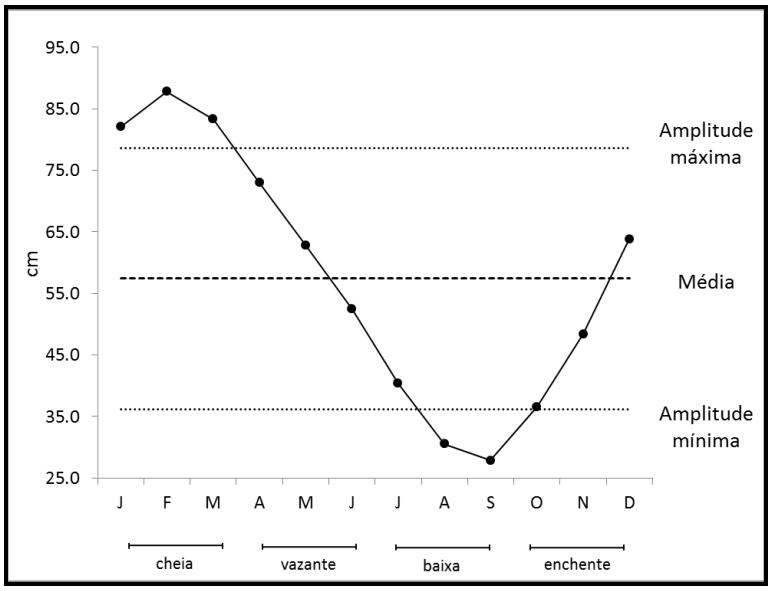

Figura 30. Distribuição mensal do nível médio das cotas fluviométricas na bacia do *Brière-Brivet*, sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)*, durante o período de 1971 a 2011.

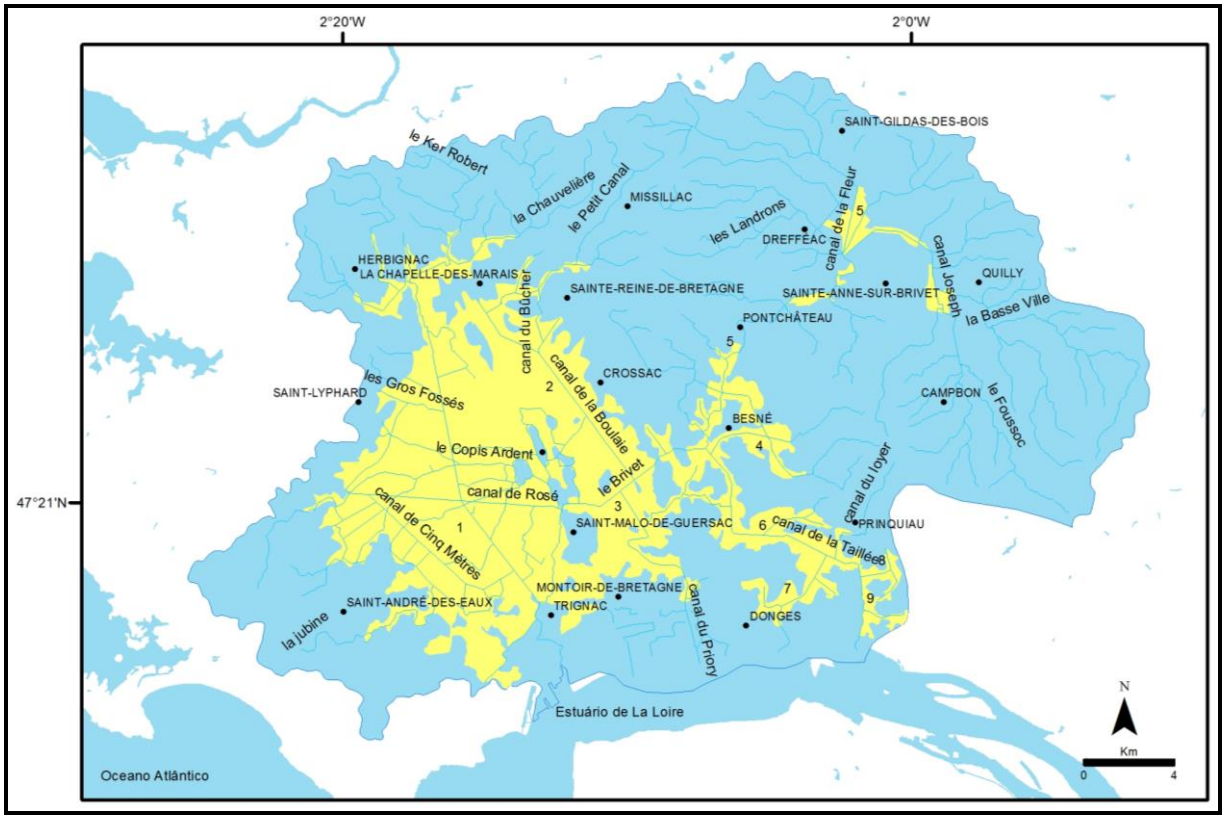

Figura 31. Bacia hidrográfica do *Brière-Brivet* e cidades (*communes*) integrantes. Amarelo= pantanais (*marais*) da bacia, sendo 1=*Marais de la Grande Brière*, 2=*Marais de la Boulaie*, 3=*Marais du Moyen Brivet*, 4=*Marais de Besné*, 5=*Marais du Haut Brivet*, 6=*Marais de la Taillée amont*, 7=*Marais de Martigné*, 8=*Marais de Blanche Couronne* e 9=*Marais de la Taillée aval*.

3.2.2. Séries de dados e análises estatísticas

Para a análise climato-hidrológica foram verificados dados gratuitos de séries históricas anuais e mensais, no período de 1971 a 2011, de pluviometria, cotas fluviométricas, temperatura máxima e temperatura mínima.

No sítio pantaneiro foram avaliados os dados das estações localizadas na sub-bacia do Alto Paraguai (BAP), sendo as séries de cotas fluviométricas especificamente das micro-bacias Ottobacias nível 3 - 896, 897, 898 e 899 que compreendem o interior e região a montante do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense recuperados da Agência Nacional das Águas do Brasil (ANA), do *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología* da Bolívia (SEMANHI) e do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET).

No sítio francês foram avaliados os dados das estações localizadas na *bassin du Brivet* recuperados da *Météo-France* e do *Parc naturel régional de Brière.*

Considerando que a presença de dados faltantes ou duvidosos nas séries históricas meteorológicas e hidrológicas é comum[34], para garantir análises estatísticas consistentes, as séries foram consideradas apropriadas para o estudo somente quando apresentaram:

a) mínimo de 30 anos de dados, conforme orientação da Organização Mundial de Meteorologia (OMM).

b) máximo cinco anos consecutivos de dados faltantes (adaptado de DEBORTOLI et al, 2012), para assegurar que o teste estatístico desconsidere casos incompletos e previna resultados tendenciosos.

c) máximo dois meses consecutivos de dados faltantes na série anual, os quais foram corrigidos com a média da série histórica mensal dos 30 anos (ou mais) (adaptado de DEBORTOLI et al, 2012), de forma que a mínima substituição de dados lacunares não enviesasse a base de dados e que os resultados apresentados garantissem um modelo com poder preditivo mais próximo possível da realidade.

As séries tiveram suas médias, desvios padrão e valores mínimo e máximo calculados. A identificação de tendências positivas, negativas ou nulas foi realizada com os testes estatísticos de Regressão Linear com auxílio do Programa Excel e de Mann-Kendall (KENDALL, 1975; MANN, 1945) com auxílio do Programa XLStat-Time Addinsoft versão 2013.5. O nível de significância adotado foi 5%.

[34] Tais inconsistências devem-se a deficiências nos instrumentos de medição, a falhas do observador na coleta da informação ou à desativação de estações meteorológicas.

A análise de Regressão permite evidenciar alterações climato-hidrológicas por meio do intervalo de confiança do coeficiente angular de uma série, identificado pela equação da reta

$$y = a \cdot x + b$$

Sendo *a* o coeficiente angular, a tendência é considerada significativa quando seu valor é diferente de zero. Neste caso, se $a>0$, há tendência positiva e se $a<0$, há tendência negativa.

Este teste tem sido utilizado em análises para a identificação de tendências climáticas por permitir captar tendências extremamente sutis ao longo da série histórica. Ele foi utilizado para a verificação de tendências de temperatura e chuva em Santa Catarina por Back (2001), de temperatura no Estado de São Paulo por Neto et al (2005), de precipitação em Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará e Pernambuco por Conti (2005) e de precipitação em Mato Grosso por Alves et al (2011).

Com o intuito de espacializar as tendências apresentadas pelo teste de Regressão Linear, foi realizado o tratamento geoestatistico dos coeficientes angulares das séries anuais por meio de krigagem ordinária exponencial no Programa ARCMap versão 10.0 utilizando os valores de decalagem (*major range, partial sill*, *nugget*) obtidos pelo semivariograma exponencial com o Pacote GeoR no Programa R (RIBEIRO, MINGOTI, 2006).

O variograma é definido como a semi-expectativa de incrementos quadráticos entre as medições de precipitação com base na interdistância (h) e entre os pontos de observação. Ele permite representar quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço. Entre as possibilidades de modelos convencionais de variograma, o modelo exponencial se exprime pela fórmula

$$\gamma(h) = C_0 - (C - C_0)\left[1 - \exp(\frac{-h}{d})\right]$$

Onde os três parâmetros são o *nugget* (C_0), o *partial sill* (C) e o *major range* (d). O *nugget* descreve a possível descontinuidade do variograma, que pode ser devido à baixa densidade da rede de observações ou a os erros de medição. Segundo Delahaye (2013), para estudos climáticos com sequencias de acumulação de chuva, por exemplo, deve-se considerar as informações de todos os parâmetros para inferir um variograma único e robusto. O

resultado é uma espacialização com número de previsões de dados mais próximos da realidade em localizações não amostradas previamente.

O teste de tendência de Mann-Kendall, primeiramente proposto por Mann (1945), aprofundado por Kendall (1975) e melhorado por Hirsch et al (1982, 1984) ao possibilitarem considerar a sazonalidade da série, permite demonstrar a presença de tendência positiva, negativa, não zero ou nula em séries de observações independentes. A técnica foi aperfeiçoada por Hamed e Rao (1998) e por Yue e Wang (2004) no programa estatístico XLStat-Time para que fosse possível identificar a tendência em séries sem ou com autocorrelação. Ele considera a fórmula

$$S = \sum_{i-l}^{n-1} \sum_{j-i+l}^{n} Sgn(x_j - x_i)$$

Sendo o *S* estatístico usado no teste e a variância dados pela fórmula abaixo, onde o *n* é o número de observações e xi(i=1...n) são observações independentes.

$$Var(S) = \frac{n(n-1)\cdot(2n+5)}{18}$$

O teste de Mann-Kendall é considerado por Goossens & Berger (1986) o método mais apropriado para a verificação de mudanças do clima em séries climatológicas. No Brasil ele foi utilizado por Marengo (1995) em séries de nível d'água e pluviométricas nos Estados da Bahia, Amazonas e Rio de Janeiro, por Back (2001) em séries de temperatura e chuva em Santa Catarina, por Marengo e Alves (2005) em séries de nível d'água de rios do Estado do Rio de Janeiro, por Blain et al (2009) em séries de temperatura no Estado de São Paulo, por Ferrari et al (2012) em séries de temperatura e chuva no Estado de São Paulo e por Dubreuil et al (2012a) em séries de chuva no Mato Grosso.

Na França, o teste de Mann-Kendall foi utilizado, por exemplo, por Pujol et al (2007) para avaliar a precipitação em sete zonas climáticas da região mediterrânea e por Renard et al (2006) para verificar a variabilidade hidrológica de séries de estações limnológicas em diversas regiões do país.

No presente estudo, as séries de chuva, cotas fluviométricas e temperatura também foram analisadas quanto a presença de rupturas por meio do teste de Pettitt (PETTITT, 1979),

também denominado teste de homogeneidade, empregado com o auxílio do Programa XLStat-Time. O teste detecta mudanças na variabilidade dos dados observados e apresenta: a) média da série no período pré-ruptura, b) média da série no período pós-ruptura, c) o ano de ruptura e d) o ganho ou perda após a ruptura. No presente estudo, a hipótese foi considerada significativa quando $p<0.05$, podendo apresentar rupturas positivas ou negativas.

Ele constitui um teste não-paramétrico que não requer hipótese sobre a distribuição de dados e uma adaptação do teste de Mann-Whitney, onde é realizada uma verificação do número de vezes que um membro de uma amostra é maior que de uma segunda pela fórmula

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j+1}^{T} \mathrm{sgn}(X_i - X_j)$$

Para t=2,...,T e onde sgn(x)=1 para x>0; sgn(x)=0 para x=0; sgn(x)=-1 para x<0.

Ut,T é calculado para os valores de 1<t<T para a composição da fórmula do teste estatístico de Pettitt (descrita abaixo) para o cálculo do ponto onde houve uma mudança brusca na série temporal.

$$k(t) = MAX_{1 \le t \le T} \left| U_{t,T} \right|$$

A significância da mudança brusca, esta caracterizada como o t onde há o máximo de k(t), é calculada por

$$p \cong 2 \exp\left\{ \frac{-6k(t)^2}{(T^3 + T^2)} \right\}$$

onde os valores críticos de K são dados pela fórmula

$$Kcrit = \pm\sqrt{\frac{-\ln(p/2)(T^3 + T^2)}{6}}$$

No Brasil, o teste de Pettitt foi empregado por Back (2001) em séries de temperatura e chuva no Estado de Santa Catarina, por Debortoli et al (2012) em séries pluviométricas do Mato Grosso e na França, Alber e Piégay (2011) o utilizaram, por exemplo, para avaliar a tendência da variabilidade fluvial na bacia do rio Rhône.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal)

Para as análises estatísticas climato-hidrológicas no sítio Ramsar brasileiro PARNA Pantanal foram verificadas 203 estações pluviométricas, 41 estações de cotas fluviométricas e oito estações de temperatura na sub-bacia do Alto Paraguai, sendo as séries de cotas especificamente das Ottobacias nível 3 que compreendem o interior e região a montante do sítio (Figura 32a).

Destas, 57 apresentaram séries históricas com dados confiáveis no período de 1971 a 2011 (Figura 32b), sendo:

a) 38 séries de pluviometria (31 da ANA, cinco do INMET e duas do SEMANHI), com 89% de dados na série anual, 90% de dados nas séries de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro e 91% de dados nas séries de novembro e dezembro.

b) 24 séries de cotas (24 da ANA) com 86% de dados na série anual, 93% de dados nas séries de janeiro, fevereiro e dezembro, 92% nas de dados de março e novembro, 91% nas séries de abril, julho, agosto, setembro e outubro, e 90% de dados nas séries de maio e junho.

c) duas séries de temperatura máxima e temperatura mínima (ambas do INMET) com 76% de dados em ambas as séries anuais. As séries de temperatura mínima e máxima da estação de Cuiabá (83301) apresentaram, respectivamente, 76% e 80% de dados em janeiro, 83% e 93% de dados em fevereiro, 76% e 78% em março, 73% e 76% em abril, 76% em maio, junho e agosto, 73% e 76% em julho, 73% e 76% em setembro, 76% e 78% em outubro, 76% e 78% em novembro e 73% e 78% em dezembro. As séries de temperatura mínima e máxima da estação de Cáceres (83405) apresentaram, respectivamente, 76% e 78% de dados em janeiro, 76% e 78% de dados em fevereiro, 76% e 78% de dados em março, 76% em abril, 78% em maio e junho e 80% de dados nas séries de julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro.

Os resultados em números absolutos foram organizados no Apêndice A.

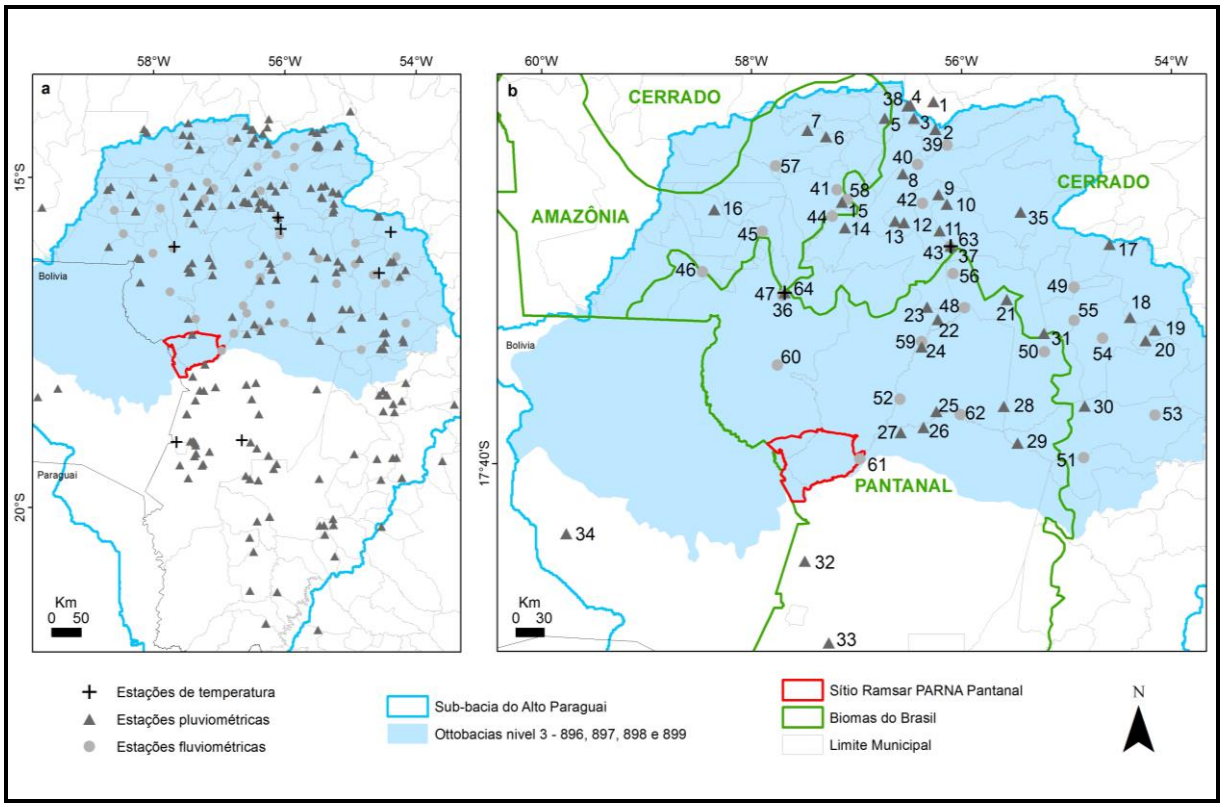

Figura 32. Estações pluviométricas, fluviométricas e de temperatura anteriores à varredura das séries de dados (a) e após a varredura (b) na sub-bacia do Alto Paraguai. Em b, 1-38=estações pluviométricas; 39-62=estações fluviométricas; 63-64=estações de temperatura. 1=Diamantino (1456005), 2=Rosário Oeste (1456008), 3=Diamantino (83309), 4=Nortelândia (1456003), 5=Quebo (1456004), 6=Tangara da Serra (1457001), 7=Tapirapuã (1457000), 8=Parecis (1456009), 9=Acorizal (1556005), 10= Nossa Sra da Guia (1556000), 11=Nossa Sra do Livramento (1556001), 12=Seco (1556006), 13=Cuiabá (1556002),14=Barra do Bugres (1557001), 15=Porto Estrela (1557000), 16=Alto Jauru (1558004), 17=Jaciara (1554006), 18=Rondonópolis (1654000), 19=Santa Terezinha (1654001), 20=Santa Escolástica (1654004), 21=Barão de Melgaço (1655002), 22=Porto Cercado (1656001), 23=Poconé (1656002), 24=São João (1656004), 25=São José do Piquiri (1756001), 26=Ilha Camargo (1756000), 27=Porto do Alegre (1756003), 28=São Jerônimo (1725003), 29=União (1755001), 30=Itiquira (1754000), 31=Taiamã (1655003), 32=Porto Suarez (1683), 33=Porto Esperança (1957006), 34=Robore (1728), 35=Chapada dos Guimarães (1555001), 36=Cáceres (83405), 37=Cuiabá (83361), 38=Arenápolis (1456001); 39=Quebo (66160000), 40=Rosário Oeste (66250001), 41=Barra do Bugres (66010000), 42=Acorizal (66255000), 43=Cuiabá (66260001), 44=Porto Estrela (66015000), 45=Estrada MT-125 (66065000), 46=Porto Esperidião (66072000), 47=Cáceres (66070004), 48=Barão de Melgaço (66280000), 49=São Pedro da Cipa (66380000), 50=Acima Córrego Grande (66460000), 51=Estrada BR-163(66490000), 52=Ilha Camargo (66370000),53=Itiquira (66520000), 54=Rondonópolis (66450001), 55=São Lourenço de Fatima (66400000), 56=Santo Antônio do Leverger (66270000), 57=Tapirapua (66050000), 58=Jaciara (66008000), 59=Porto Cercado (66340000), 60=Descalvados (66090000), 61=Porto do Alegre (66750000), 62=São Jerônimo (66600000); 63=Cuiabá (83361), 64=Cáceres (83405).

3.3.1.1. Tendências e rupturas nas séries históricas anuais e mensais de temperatura mínima e máxima de Cuiabá e Cáceres e impactos na biodiversidade do PARNA Pantanal

A temperatura média do Pantanal constitui uma grandeza relacionada com o balanço local de radiação, massas de ar, topografia e troca de energia de áreas naturais, como o mosaico de vegetação e de áreas modificadas.

Na escala local, o teste de Regressão Linear evidenciou a tendência de aumento em todas as séries anuais de temperaturas mínima e máxima das estações de Cuiabá (83301) e de Cáceres (83405) no período de 1971 a 2011 (Figuras 33 e 34). Em geral, o mesmo foi demostrado para as séries mensais.

Em Cuiabá a elevação das temperaturas mínima e máxima anuais foi também registrada pelo teste de Mann-Kendall (p=0.002 e p=0.0002, respectivamente) e pela presença de ruptura positiva em 1984. Neste ano, a média da Tmin aumentou de 20.9ºC para 21.6ºC (p=0.0017) e a da Tmax, de 32.5ºC para 33.1ºC (p=0.0002). Dentre as séries mensais de Tmin e Tmax, apenas maio não apresentou tendência de aumento segundo os coeficientes angulares.

Na série mensal de Tmin de Cuiabá o acréscimo também foi evidenciado pelo teste de Mann-Kendall nos meses de janeiro (p=0.009) e de abril (p=0.043). Segundo o teste de Pettitt, ocorreram rupturas positivas nas séries de janeiro (p=0.004), fevereiro (p=0.007), março (p=0.037), abril (p=0.017), outubro (p=0.0003), novembro (p=0.005) e dezembro (p=0.012) durante os anos de 1984 a 1987. Em média, o aumento registrado foi de +0.8°C, sendo o maior em abril e outubro (+1.1°C) e o menor em dezembro (+0.5°C) (Figura 35).

Na série mensal de Tmax de Cuiabá não houve evidências significativas de tendência pelo teste de Mann-Kendall, mas registrou-se o ganho médio de +1.2°C pelo teste de Pettitt. As rupturas ocorreram nas séries de abril (p=0.025), junho (p=0.029), agosto (p=0.007), setembro (p=0.037), outubro (p=0.029), novembro (p=0.001) e dezembro (p=0.004), também durante os anos de 1984 a 1987 e em 1995. O maior acréscimo ocorreu na série de setembro (+1.5°C) e o menor em outubro (+0.9°C) (Figura 36).

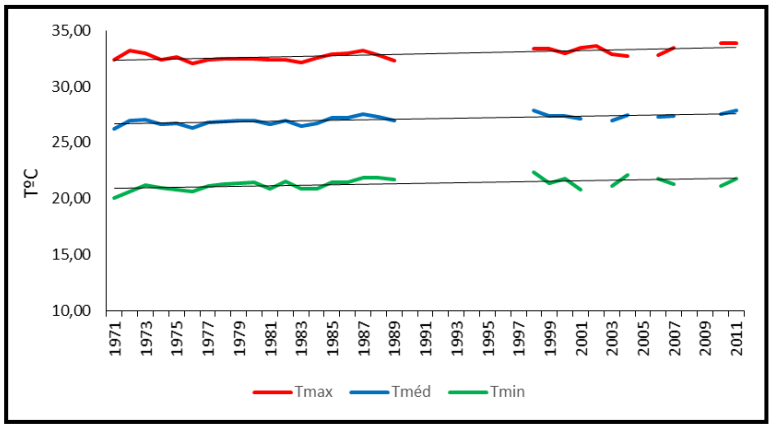

Figura 33. Evolução das séries de temperatura mínima, média e máxima na estação de Cuiabá (83301) durante o período de 1971 a 2011.

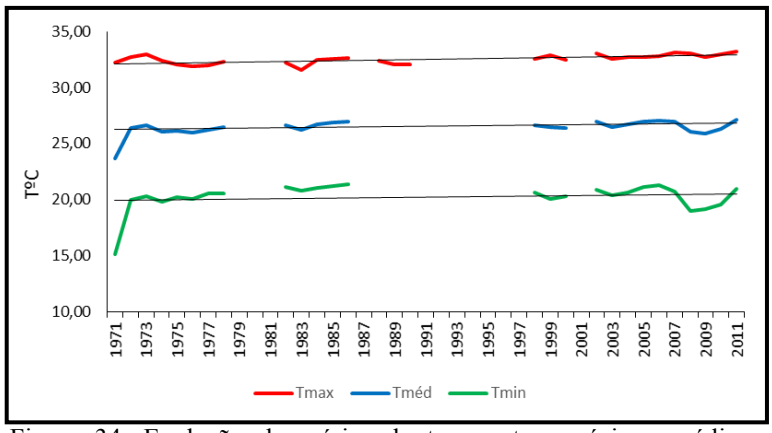

Figura 34. Evolução das séries de temperatura mínima, média e máxima na estação de Cáceres (83405) durante o período de 1971 a 2011.

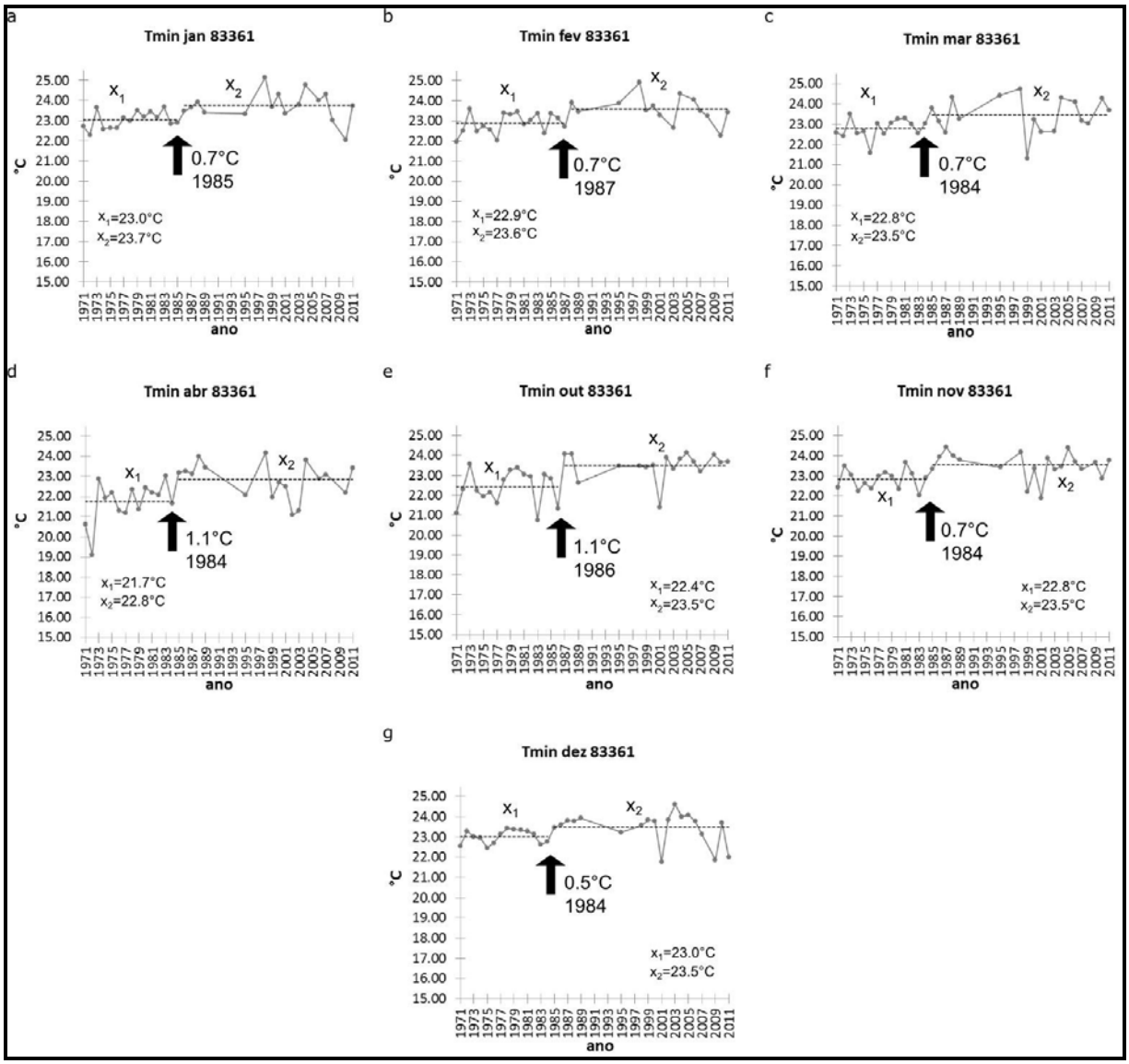

Figura 35. Rupturas nas séries históricas de temperatura mínima mensal ($p<0.05$) na estação de Cuiabá (83361) durante 1971 a 2011. x_1=temperatura (°C) no período pré-ruptura; x_2= temperatura (°C) no período pós-ruptura.

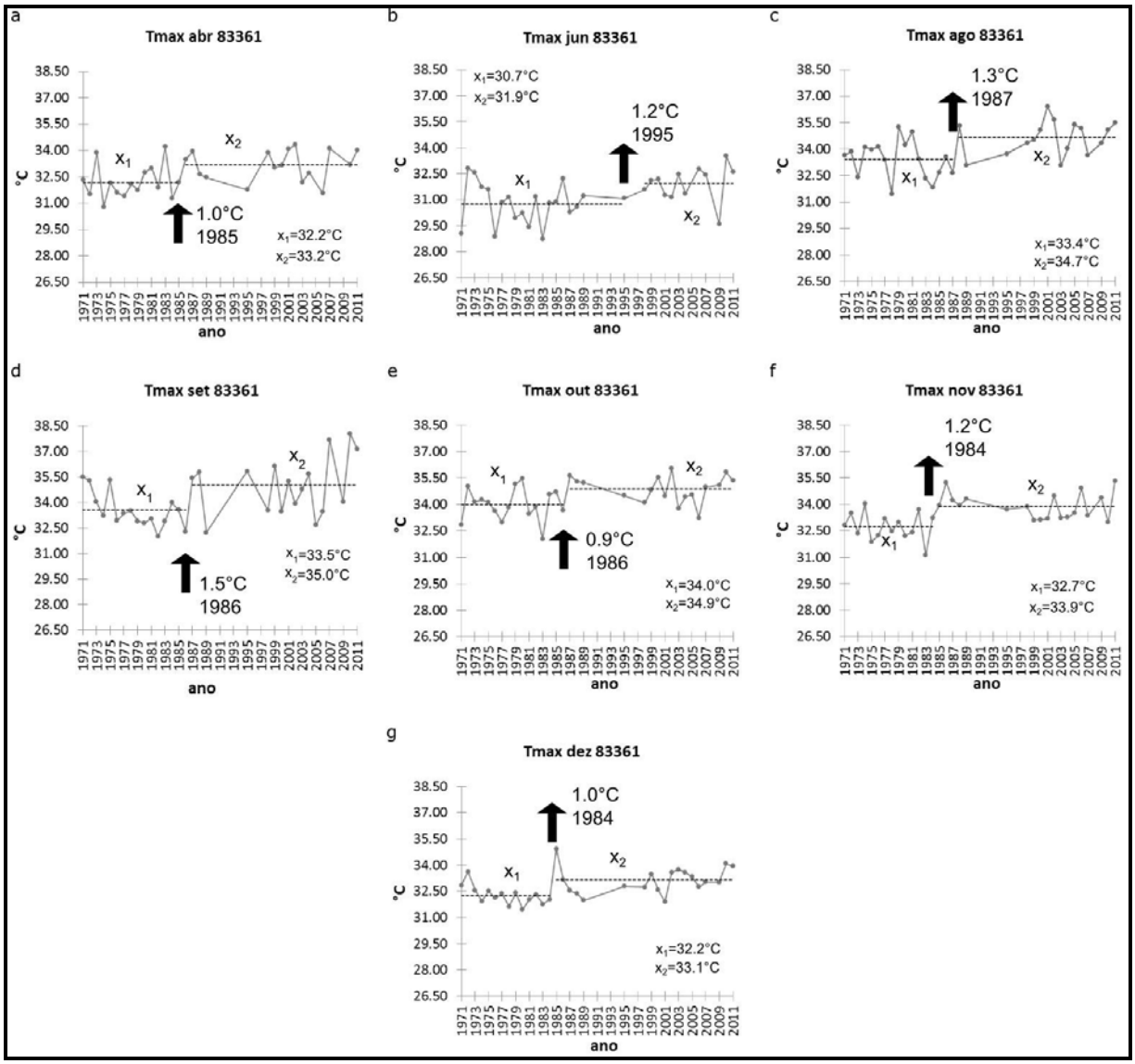

Figura 36. Rupturas nas séries históricas de temperatura máxima mensal ($p<0.05$) na estação de Cuiabá (83361) durante 1971 a 2011. x_1=temperatura (°C) no período pré-ruptura; x_2= temperatura (°C) no período pós-ruptura.

Na estação de Cáceres (83405) as tendências de aumento nas séries anuais de temperatura mínima e máxima registradas pelo teste de Regressão Linear foram evidenciadas, na série de Tmax, pelos testes de Mann-Kendall ($p<0.0001$) e de Pettitt ($p=0.0001$) com aumento a partir de 1995, quando a média aumentou de 32.3ºC para 32.8ºC.

Em relação às séries mensais, a de temperatura mínima apresentou, de acordo com o teste de Regressão Linear, aumento em quase todos os meses de 1971 a 2011, exceto fevereiro, maio e novembro. Entretanto não houve evidências significativas de tendência pelos outros testes empregados ($p>0.05$).

Dentre as séries mensais de temperatura máxima da estação, apenas março não apresentou tendência de aumento segundo os coeficientes angulares encontrados. O acréscimo também foi evidenciado pelo teste de Mann-Kendall em julho ($p=0.043$), novembro ($p=0.009$)

e dezembro (p=0.043) com presença de rupturas positivas em 1984 nos meses de novembro e dezembro, em 1986 em agosto e em 1995 em junho. Em média, houve ganho de +1.2°C durante 1971 a 2011, sendo o maior aumento registrado para a série de junho (+1.4° C) e o menor para dezembro (+0.9°C) (Figura 37).

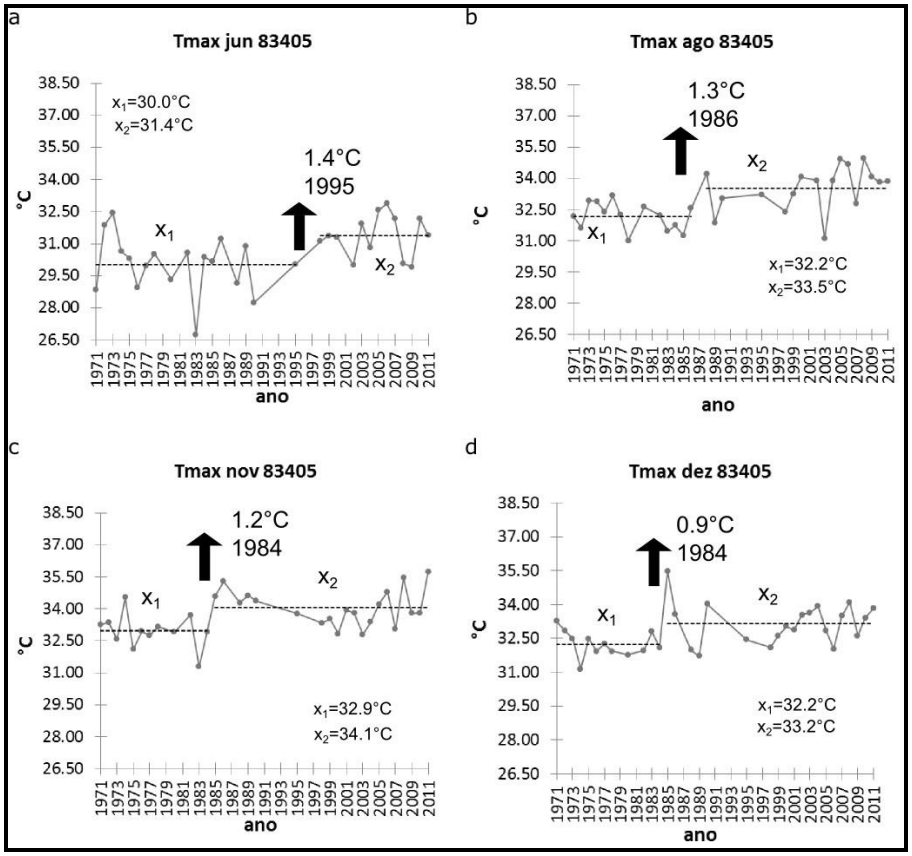

Figura 37. Rupturas nas séries históricas de temperatura máxima mensal ($p<0.05$) na estação de Cáceres (83405) durante 1971 a 2011. x_1=temperatura (°C) no período pré-ruptura; x_2= temperatura (°C) no período pós-ruptura.

Os resultados apresentados ressaltam, em escala local, a previsão de aumento de temperatura realizada para todo o bioma Pantanal por Marengo (2006) de até 6°C em 2100 no cenário A2 e 4.5°C no B2.

Nas áreas estudadas, o incremento de temperatura pode relacionar-se à presença de formações vegetais semi-abertas do bioma Pantanal (campos, mata seca e tabocal) onde há maior penetração solar e maior atividade convectiva para transportar o calor das copas ao solo (HOFFMAN, 2008) e à conversão das florestas, por exemplo cambarazal em pastos, que passam a fornecer energia excedente para o aquecimento do ar próximo à superfície (BIUDES et al 2009).

Ressalta-se também a existência de ilhas de calor por conta do processo acelerado de urbanização, quando há mudanças profundas nas condições climáticas locais (DUBREUIL, 2008). Segundo Dubreuil (2008), em Cuiabá elas são acentuadas durante a estação seca, quando há uma diferença média de 3.8ºC entre as temperaturas da cidade e zona rural contra 1.8ºC na época das chuvas. O fenômeno acontece devido o aumento do fluxo de calor sensível nas áreas urbanas, manutenção do fluxo de calor latente no limite da área rural e aquecimento das camadas inferiores da atmosfera.

Seja por conta da presença de formações vegetais semi-abertas ou de ilhas de calor, é provável este aumento de temperatura nos últimos 40 anos esteja influenciando a fenologia, reprodução e morfologia e a invasão de espécies no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense.

Um exemplo são as mudanças na fenologia de populações das espécies de aves migratórias neárticas águia-pescadora *Pandion haliaetus*, bate-bunda ou maçarico pintado *Actitis macularius*, maçariquinho ou maçarico solitário *Tringa solitaria,* e maçarico ou maçarico de perna amarela *Tringa flavipes* descritas pelos autores Butler (2003), Murphy-Klassen et al (2005), Varrin et al (2007) e Solonen (2008) nos EUA e Canadá.

Segundo Butler (2003), as populações de *Pandion haliaetus* tem chegado 27.1 dias mais cedo à Bacia do Lago Cayuga em Nova Iorque (EUA) e populações de *Actitis macularius* e de *Tringa solitaria* anteciparam sua chegada de 7,9 a 10,2 dias de 1951 a1993 no Condado de Worcester em Maryland (EUA) devido o aquecimento global.

Por outro lado, no pantanal do Delta Marsh em Manitoba (Canadá), populações de *Tringa flavipes* atrasaram sua chegada em média dois dias durante as primaveras de 1939 a 2001 devido ao aquecimento de 0,6°C a 3,8°C (MURPHY-KLASSEN et al, 2005).

No Brasil, populações destas espécies utilizam o Pantanal de Poconé no Estado de Mato Grosso para alimentação e abrigo. *Pandion haliaetus* é encontrada em formações aquáticas abertas (rios, baias, corixos, lagos, etc) durante os meses de setembro a novembro, *Actitis macularius* utiliza os campos alagáveis e as praias em julho e de setembro a novembro e *Tringa solitaria* e *Tringa flavipes* utilizam campos alagáveis e as praias em setembro (CINTRA, 2011).

A preocupação é que, uma vez que as alterações climáticas observadas no PARNA Pantanal, principalmente em relação ao aumento das temperaturas máximas de julho a novembro, não ocorram igualmente sobre o globo, a interferência na fenologia das aves pode chegar a tal ponto que a migração pode tornar-se inoportuna devido à falta de sincronização

com a disponibilidade de recursos para alimentação, abrigo e reprodução (JONES, CRESSWELL, 2010).

No sítio brasileiro, além da alteração na fenologia das aves migratórias, são previstas também modificações na fenologia da periquiteira ou candiúba *Trema micrantha*, espécie arbórea considerada chave por oferecer flor e fruto nos hábitats de morros, florestas e cerrados tanto nas épocas de cheia quanto de seca (IBAMA, 2003). Segundo Castellani (1996) a variação de temperatura de 20 a 30ºC constitui uma condição preliminar para a germinação *in vitro* de suas sementes.

O aquecimento pantaneiro também pode indicar mudanças na reprodução e morfologia do jacaré do pantanal *Caiman yacare*, espécie-chave pantaneira ameaçada, endêmica, bandeira e considerada "guarda-chuva" devido ser predadora de topo de cadeia que se alimenta inclusive de vertebrados de grande porte, de modo que sua preservação pode garantir a preservação de espécies que ocupam os mesmos habitats ou participam de níveis mais inferiores da mesma cadeia trófica.

O impacto é previsto devido a temperatura de incubação dos ovos influenciar, juntamente com a insolação, com a pluviosidade e com a taxa metabólica, o sexo desses animais. Segundo Campos (1993), ninhos com temperaturas menores que 31.5ºC acarretam o desenvolvimento de fêmeas e ninhos com temperaturas maiores que esta, definem machos.

No estudo de Campos (2003), ninhos de floresta com temperaturas estimadas abaixo de 30.5ºC geraram 100% de fêmeas, entre 30.5 a 31.5ºC geraram aproximadamente 10% de machos e com temperaturas acima de 31.5ºC geraram de 80 a 100% de machos. Além do sexo, o aumento da temperatura de incubação dos ovos também influencia o comprimento dos embriões e origina jovens maiores de *C. yacare*.

Considerando que as fêmeas nidificam na mata, próxima a corpos d´água, na vegetação flutuante e em tapetes de vegetação de dezembro a fevereiro com pico em janeiro (CAMPOS, 2003), o aumento da temperatura mínima mensal verificada constitui um importante vetor de pressão da espécie, pois pode acarretar a modificação de seus aspectos populacionais pelo aumento da porcentagem de fêmeas. Além disso, em razão dos ninhos da vegetação flutuante sofrerem o efeito direto do clima, os efeitos são ainda mais efetivos.

Outro fator de igual importância é a relação do aquecimento com a invasão do molusco *Limnoperna fortunei* nativo do sul da China e Coréia. Para a espécie, o aumento da tendência da temperatura mensal pantaneira constitui um importante fator favorável, uma vez que sua tolerância térmica foi observada em ambientes de 8 a 32ºC e na Ásia, em ambientes com temperaturas maiores que 35°C (CROSIER et al, 2007).

No PARNA Pantanal outros fatores vantajosos para sua continuar sua invasão são a elevada disponibilidade de fitoplâncton, o curto período de vida, o rápido crescimento, a maturidade sexual precoce, a alta fecundidade, a capacidade de colonizar uma ampla gama de habitats e a ampla tolerância de salinização e de poluição (MORTON, 1996).

Sua presença acarreta a redução dos estoques de fitoplâncton permanentes e da biomassa, a supressão das populações de zooplâncton, a competição com as espécies nativas por alimento disponível, o aumento das taxas de sedimentação, a alteração da ciclagem de nutrientes, o potencial de afetar a diversidade das comunidades nativas de moluscos, o mau funcionamento de válvulas devido sua aderência no substrato e o entupimento de tubos e de canais (CROSIER et al, 2007).

Segundo a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), o estabelecimento de novas espécies invasoras ou aumento da densidade das existentes, constituem a segunda maior causa de extinção por conta da competição e predação de espécies nativas.

3.3.1.2. Tendências e rupturas nas séries históricas anuais e mensais de pluviometria acumulada e impactos na biodiversidade do PARNA Pantanal

A Figura 38 apresenta a espacialização da extensão horizontal da tendência pluviométrica na sub-bacia do Alto Paraguai durante esses 41 anos e evidencia que o evento de redução de chuvas aconteceu desde a zona de transição entre Amazônia-Pantanal e estendeu-se pela Bolívia e por toda a planície pantaneira, inclusive na região do sítio Ramsar PARNA Pantanal.

A curva do semivariograma apresentado na Figura 39 mostra que a variância encontrada foi a mesma em todo o território analisado. Os coeficientes de decalagem para a série de coeficientes angulares de pluviometria anual foram *major range*=4.56*, partial sill*=241032.5*, nugget*=0.0.

De acordo com o teste estatístico de Mann-Kendall, 16% das séries históricas anuais de chuva analisadas apresentaram redução ($p<0.05$) (Figura 38) e segundo os coeficientes angulares, esse fenômeno aconteceu em 68% delas. As informações foram reforçadas pelo teste estatístico de Pettitt, que apontou 24% de rupturas negativas nas séries de pluviometria acumulada anual ($p<0.05$) (Figuras 38 e 40a-i).

A diminuição das chuvas anuais foi extremamente acentuada (resultado significativo nos três testes estatísticos empregados) em duas estações ao norte do sítio Ramsar PARNA Pantanal, uma localizada no bioma Cerrado (Acorizal-1556005) e outra no bioma Amazônia (Tapirapuã-1457000), onde houve a maior queda da média pluviométrica no período estudado (-526 mm); e também em quatro estações localizadas no Pantanal, duas a leste do PARNA Pantanal (Porto do Alegre-1756003 e São José do Piquiri-1756001) e duas ao sul (Porto Suarez-1683 e Porto Esperança-1957006) (Figura 38, Tabela 4).

Em menor grau, outras nove séries pluviométricas de estações localizadas no bioma Pantanal, duas na Amazônia, uma no Chaco e oito no Cerrado tiveram perda anual do índice de chuva. Elas apresentaram diferentes resultados entre os testes empregados, mas nenhuma incongruência entre as conclusões obtidas (Figura 38, Tabela 4).

Foram também observadas, no presente estudo, rupturas positivas nas estações pluviométricas de Diamantino (1456005/83309) (p=0.012/p=0.0009) e Itiquira (1754000) (p=0.0119), ambas no Bioma Cerrado. Nesta, foi constatado aumento da série de chuva pelo teste de Mann-Kendall (p=0.0011) (Figura 40j-l). Outras seis séries pluviométricas localizadas no Cerrado e duas na Amazônia (em região fronteiriça com o Cerrado) também apresentaram aumento do índice de chuva no período de 1971 a 2011, embora em menor grau (Figura 38).

A região do Cerrado apresenta uma dinâmica de chuvas diferenciada. Este espaço é definido por fatores geográficos naturais de maior variabilidade altimétrica, como os Planaltos e Serras do Alto rio Paraguai/Guaporé, Depressão do Alto rio Paraguai/Guaporé, Planalto dos Guimarães e Planalto de Maracaju e que interferem na circulação atmosférica, conforme discute Dubreuil (2008). Segundo o autor, na região da Chapada dos Guimarães há uma relação direta entre altitude e pluviometria, de forma que o gradiente pluviométrico cresce na ordem de 110mm a cada 100m de altitude.

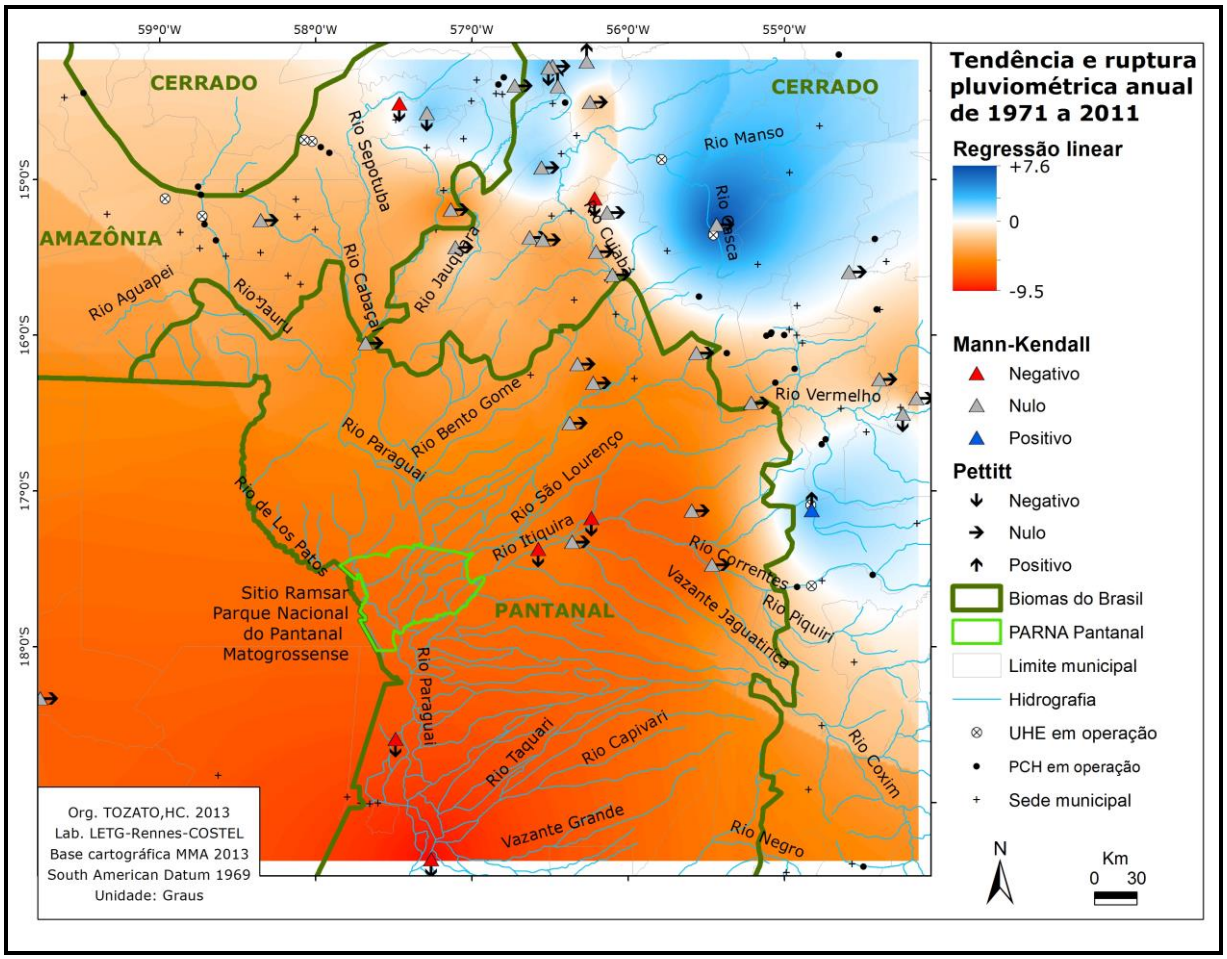

Figura 38. Tendência pluviométrica anual na sub-bacia do Alto Paraguai de 1971 a 2011.

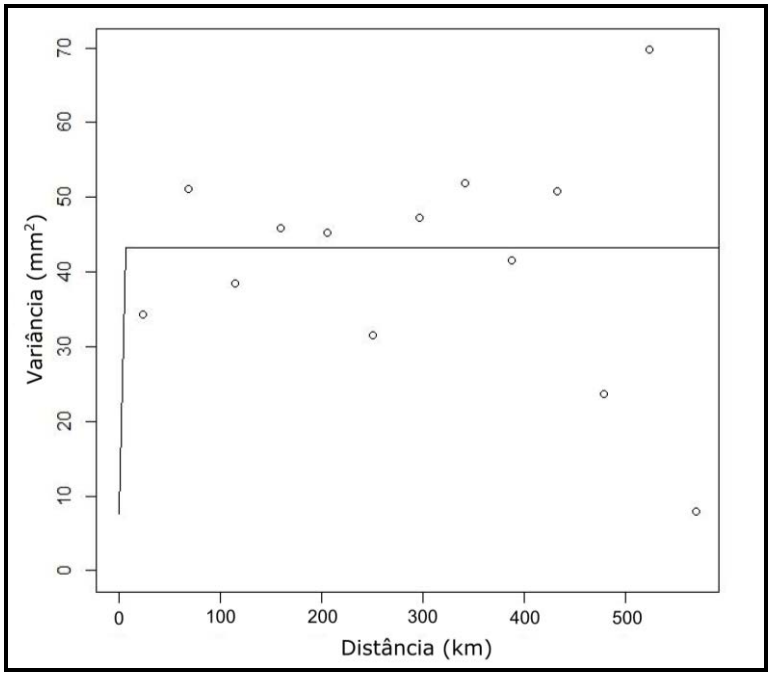

Figura 39. Semivariograma exponencial dos coeficientes lineares de pluviometria acumulada anual entre 1971 e 2011 de 38 estações localizadas na sub-bacia do Alto Paraguai.

Tabela 4. Síntese de rupturas e tendências (em número absoluto) nas séries históricas de pluviometria acumulada anual ($p<0.05$) na BAP de 1971 a 2011. PT=Pettitt, MK=Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, $_+$=positivo, $_-$=negativo, $_0$=nulo.

	Pluviometria		
	PT$_+$	**PT$_0$**	**PT$_-$**
MK $_+$	1	---	---
RL $_+$	3	9	---
RL $_-$	---	19	7
MK $_-$	---	3	3

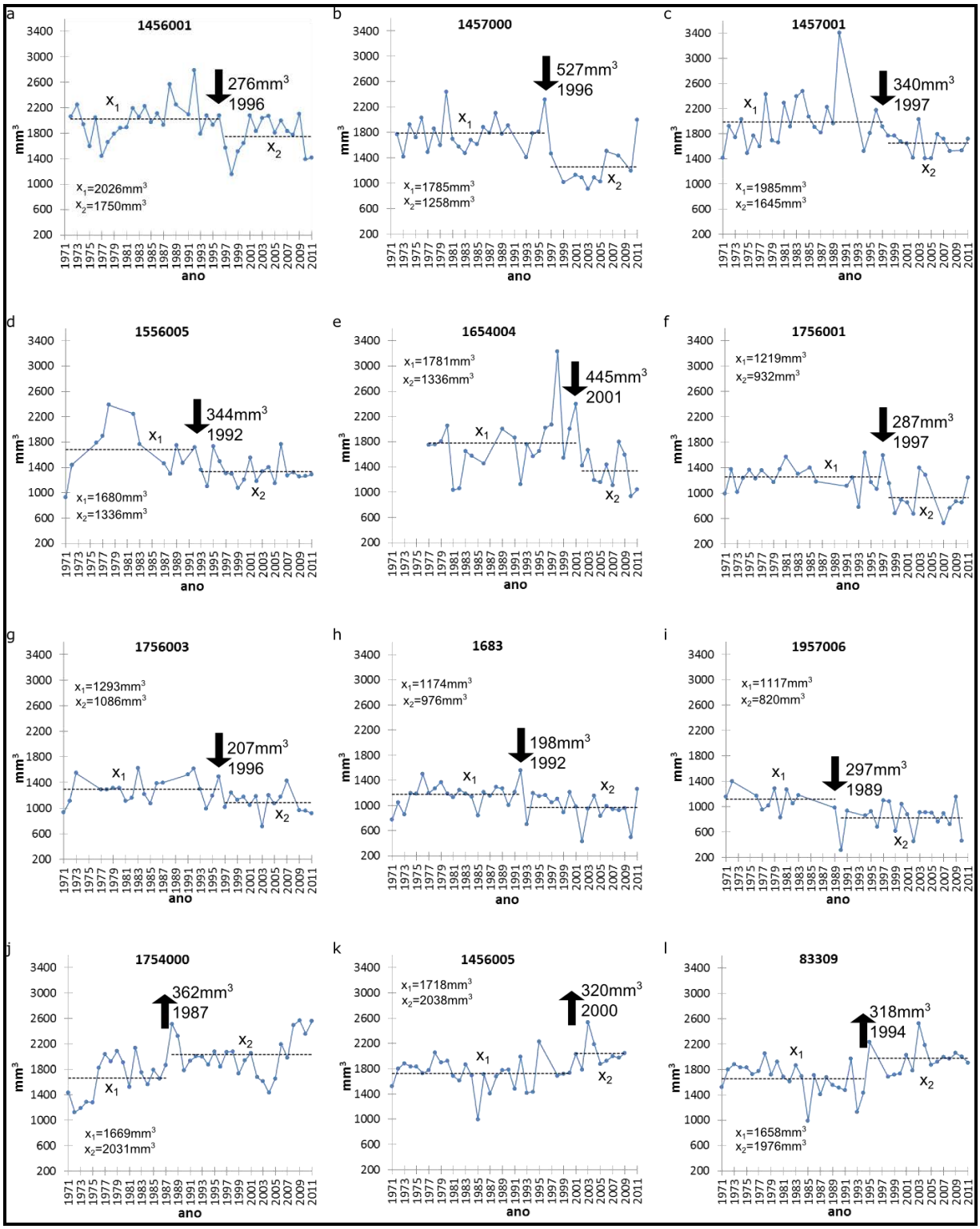

Figura 40. Rupturas nas séries históricas de pluviometria acumulada anual ($p<0.05$) na BAP de 1971 a 2011. x_1=pluviometria média (mm) no período pré-ruptura; x_2=pluviometria média (mm) no período pós-ruptura. a-i=ruptura negativa; j-l=ruptura negativa.

Em relação às tendências e rupturas pluviométricas mensais durante o período de 1971 a 2011, as séries de chuva acumulada localizadas na sub-bacia do Alto Paraguai apresentaram, de acordo com o teste de Regressão Linear, predominância de meses com tendência de diminuição.

O mês com maior número de estações com tendência de redução foi maio (100%), seguido por setembro (97.4%), novembro (84.2%), dezembro e abril (ambos com 76.3%), junho (68.4%), julho (63.2%) e agosto (60.5%). A perda foi principalmente evidenciada, pelo teste de Mann-Kendall, no mês de abril e pelo teste de Pettitt, nos meses de maio, junho e setembro (Tabela 5). As rupturas negativas aconteceram especialmente na década de 90 (Figura 41).

Tabela 5. Ocorrência de rupturas e tendências (em número absoluto) mensais nas séries históricas de chuva total de 38 estações pluviométricas localizadas na BAP durante o período de 1971 a 2011. PT=Pettitt, MK=Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, $_+$=positivo, $_-$=negativo, $_0$=nulo. $p<0.05$

	PT$_+$	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**
	Janeiro			**Fevereiro**			**Março**			**Abril**		
MK $_+$	---	---	---	---	---	---	---	3	---	---	---	---
RL $_+$	---	23	---	4	21	---	1	23	---	1	8	---
RL $_-$	---	14	1	---	13	---	---	13	1	---	26	3
MK $_-$	---	1	1	---	1	---	---		1	---	---	---
	Maio			**Junho**			**Julho**			**Agosto**		
MK $_+$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
RL $_+$	---	---	---	1	11	---	---	14	---	---	15	---
RL $_-$	---	29	9	---	20	6	---	24	---	---	22	1
MK $_-$	---	1	1	---	---	1	---	1	---	---	---	---
	Setembro			**Outubro**			**Novembro**			**Dezembro**		
MK $_+$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
RL $_+$	---	1	---	4	24	---	---	6	---	1	9	---
RL $_-$	---	31	6	---	10	---	---	30	2	---	27	1
MK $_-$	---	---	2	---	---	---	---	---	---	---	1	---

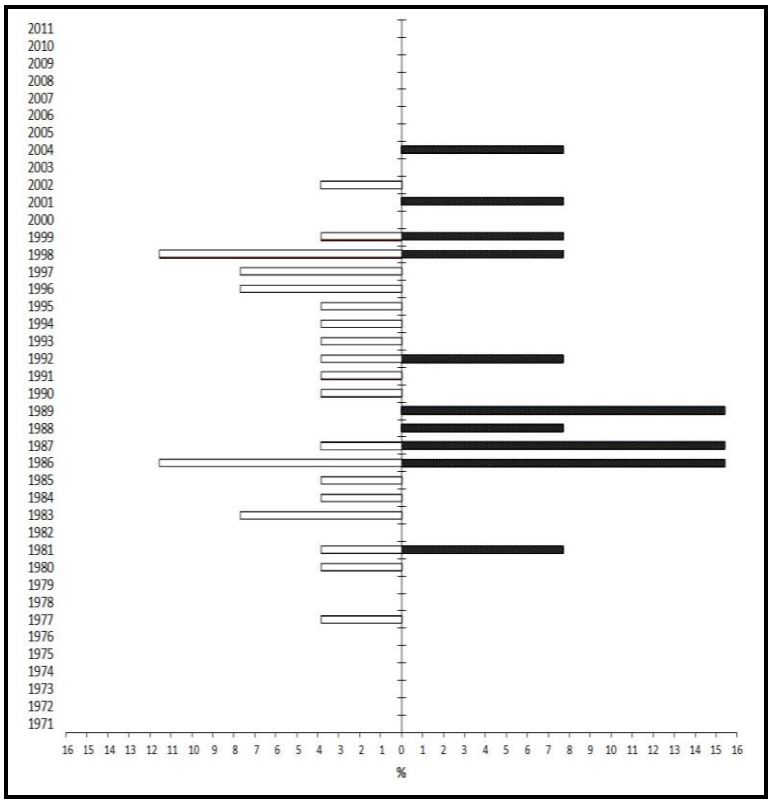

Figura 41. Porcentagem da ocorrência de rupturas positivas (preto) e negativas (branco) nas séries mensais de pluviometria acumulada de 38 estações da sub-bacia do Alto Paraguai durante o período de 1971 a 2011. $p<0.05$.

Análise do período seco

Na região estudada, os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e outubro compreendem o período de menor pluviometria, sendo junho, julho e agosto os mais secos (Figura 26).

Em abril, dentre as 29 séries que exibiram tendência de diminuição da pluviometria total pelo teste de Regressão Linear, três delas apresentaram rupturas negativas. A maior perda em mm de chuva ocorreu na série de Jaciara, seguida de Arenápolis e Barra do Bugres. Dentre os 23.9% de séries com tendência positiva segundo os coeficientes lineares mostrados, apenas Itiquira apresentou ruptura positiva. Nenhuma série apresentou resultados significativos para o teste de Mann-Kendall ($p>0.05$) (Tabela 5, Figura 42d).

No mês de maio, quando a tendência de diminuição das chuvas foi integral segundo os coeficientes angulares, as quedas nas séries de Alto Jauru e Rondonópolis também foram detectadas pelo teste de Mann-Kendall ($p<0.05$). Houve rupturas negativas em nove séries, sendo que a maior perda aconteceu em Cuiabá (83361), seguida por Itiquira, Tangará da

Serra, Rondonópolis, Rosário Oeste, Cuiabá (1556002), Poconé, Jaciara e Porto Cercado (Tabela 5, Figura 42e).

A predominância de séries com tendência a perda de chuva em junho, segundo o teste de Regressão Linear foi também observada, pelo teste de Mann-Kendall, em Taiamã. Ela e outras cinco séries apresentaram rupturas negativas segundo o teste de Pettitt ($p<0.05$). A maior perda aconteceu na média da série de pluviometria total de Puerto Suarez, seguida por Robore, Cáceres, Taiamã, Alto Jauru e Porto Cercado. Dentre os 31.6% de séries com tendência positiva segundo os coeficientes angulares mostrados, apenas Parecis apresentou ruptura positiva na média de pluviometria total (Tabela 5, Figura 42f).

Em julho e agosto o predomínio de séries com queda de pluviometria total mostrada pelo teste de Regressão Linear foi também evidenciado em julho em Itiquira pelo teste de Mann-Kendall e em agosto em Porto Esperança pela presença de ruptura negativa. As outras 36.8% de séries de julho e 39.5% de agosto que evidenciaram aumento da pluviometria não apresentaram resultados significativos nos outros testes empregados ($p>0.05$) (Tabela 5, Figuras 43a e 43b).

Setembro revelou-se como o mês com mais estações com tendência de perda de chuva depois de maio. 97.4% das séries apresentaram diminuição da pluviometria mensal, sendo que em Fazenda Seco e Barra do Bugres a perda também foi registrada pelo teste de Mann-Kendall ($p<0.05$). Houve rupturas negativas em cinco séries, tendo sido registrada a maior perda na média em Santa Escolástica, seguida por Chapada dos Guimarães, Poconé, Barra do Bugres e N.S. Livramento. De acordo com os coeficientes angulares, apenas a série de Cáceres revelou tendência de aumento, embora nenhum resultado significativo tenha sido mostrado pelos testes de Mann-Kendall ou Pettitt ($p>0.05$) (Tabela 5, Figura 43c).

O mês de outubro apresentou, segundo o teste de Regressão Linear, predominância de séries com tendência de aumento da pluviometria total (73.7% contra 23.3% de séries com tendência de perda de chuva). As tendências registradas não foram evidenciadas pelo teste de Mann-Kendal, mas quatro estações apresentaram rupturas positivas durante 1971 a 2011. O maior ganho de chuva aconteceu em São João, seguida por Jaciara, Rondonópolis e Itiquira (Tabela 5, Figura 43d).

Análise do período chuvoso

Na área de estudo, os meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro podem ser considerados chuvosos, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos (Figura 26).

Embora a maioria das séries de pluviometria total das estações analisadas tenham apresentado tendência de aumento de chuva de acordo com os coeficientes lineares em janeiro, ela não exibiu resultados significativos nos testes de Mann-Kendall ou Pettitt ($p>0.05$). Por outro lado, dentre as 39.5% de séries com perda de chuva, Acorizal e Porto do Alegre apresentaram respostas significativas pelo teste de Mann-Kendall e esta última apresentou ruptura negativa (Tabela 5, Figura 42a).

Em fevereiro, dentre as séries detectadas com tendência positiva pelos coeficientes lineares, quatro apresentaram ruptura positiva. O maior ganho em mm aconteceu em Chapada dos Guimarães, seguido por Diamantino (1456005), Diamantino (83309) e Itiquira. Dentre os 34.2% de séries com tendência de diminuição de chuva, a perda de Alto Jauru (1558004) foi identificada pelo teste de Mann-Kendall (Tabela 5, Figura 42b).

Março, também caracterizado como um mês majoritariamente de séries com tendência de aumento da pluviometria total, apresentou três séries com ganho significativo pelo teste de Mann-Kendall (Diamantino, Cuiabá 1556002 e Cuiabá 83361) e uma com ruptura positiva (Itiquira). Dentre os outros 31.6% de séries com tendência de perda pluviométrica segundo os coeficientes lineares, a tendência de diminuição em Puerto Suarez foi evidenciada pelo teste de Mann-Kendall (Tabela 5, Figura 42c).

A predominância de séries com perda pluviométrica identificada em novembro e dezembro pelo teste de Regressão Linear também foi evidenciada na estação de Nossa Sra da Guia no mês de dezembro pelo teste de Mann-Kendall e pela presença de rupturas negativas nas estações de Acorizal e Porto Cercado em novembro. Dentre as outras 15.8% e 23.7% de estações com tendência positiva em novembro e dezembro, respectivamente, apenas a série de dezembro de Chapada dos Guimarães apresentou ruptura positiva ($p<0.05$) (Tabela 5, Figuras 43e e 43f).

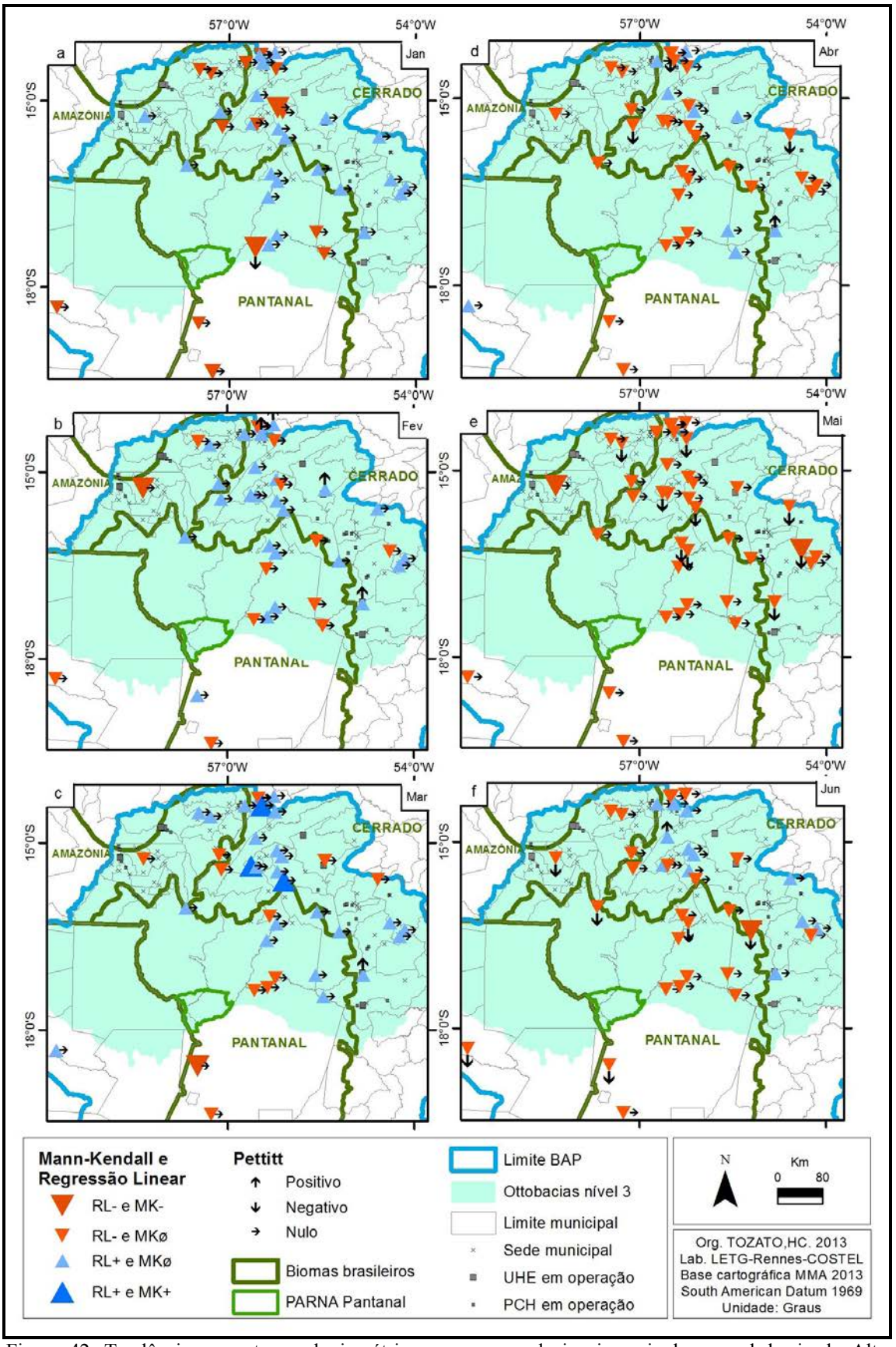

Figura 42. Tendências e rupturas pluviométricas nos meses de janeiro a junho na sub-bacia do Alto Paraguai durante o período de 1971 a 2011. RL-=tendência negativa; MK-= tendência negativa; MKø=sem tendência; RL+=tendência positiva; MK+= tendência positiva; Pettitt↑=ruptura positiva; Pettitt↓=ruptura negativa; Pettitt→= sem ruptura.

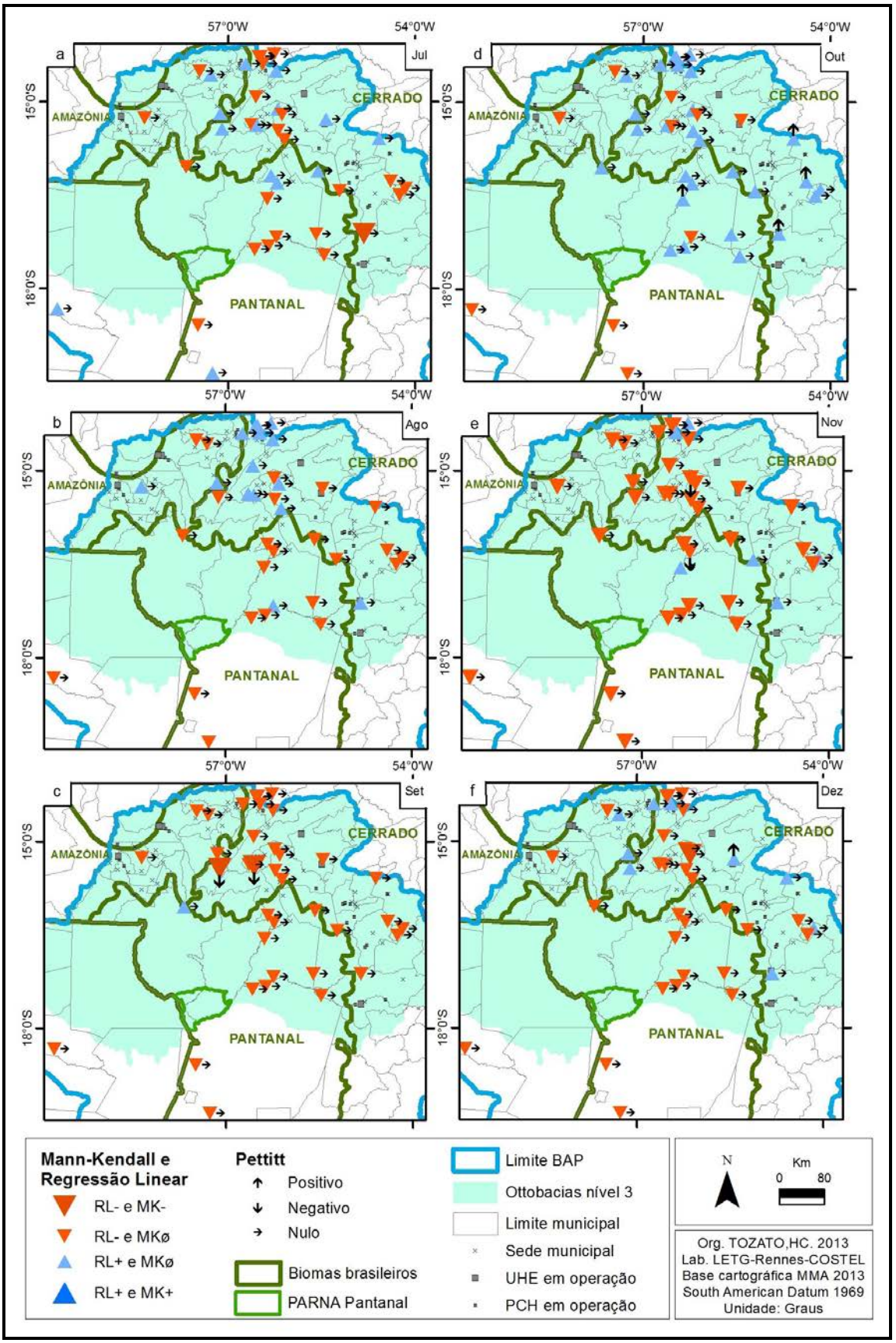

Figura 43. Tendências e rupturas pluviométricas nos meses de julho a dezembro na sub-bacia do Alto Paraguai durante o período de 1971 a 2011. RL-=tendência negativa; MK-= tendência negativa; MKø=sem tendência; RL+=tendência positiva; MK+= tendência positiva; Pettitt↑=ruptura positiva; Pettitt↓=ruptura negativa; Pettitt→= sem ruptura.

Salati et al (1991) discutem que a redução de chuvas e aquecimento no bioma Pantanal pode estar relacionado com o desmatamento da Amazônia, uma vez que a retirada da floresta amazônica altera as condições climáticas locais e regionais. Nessas escalas, a vegetação fornece umidade atmosférica para 56% das chuvas (SETTE, 2000), utiliza entre 80 a 90% da energia radiativa disponível na evapotranspiração e deixa entre 10 a 20% para o aquecimento do ambiente (DEMANGEOT, 1999).

De acordo com Gomes et al (2012), o desequilíbrio climático e bioquímico de Cuiabá (MT) é causado, além do desmatamento, pelas queimadas no norte do estado do Mato Grosso devido a devolução de toneladas de CO_2 na atmosfera, emissões de metano (CH_4) e de NO_x. Sejam queimadas de cerrado, pastagem ou floresta, as partículas, que resistem por volta de sete dias na atmosfera, podem ser enviadas à troposfera e transportadas ao redor de 4-5 milhões de km^2 da fonte (FREITAS et al, 2005).

Um dos corredores de exportação continental de fumaça na América do Sul proveniente de queimadas na Amazônia transporta material particulado na porção norte e oeste do sítio Ramsar PARNA Pantanal (Figura 44). De acordo com o cálculo de Freitas et al (2005), são depositados 9-90mg/m2 de material particulado na porção oeste das Ottobacias responsáveis pela drenagem do PARNA Pantanal causando alteração dos ciclos biogeoquímicos naturais e da dinâmica de nutrientes nas regiões emissoras e receptoras.

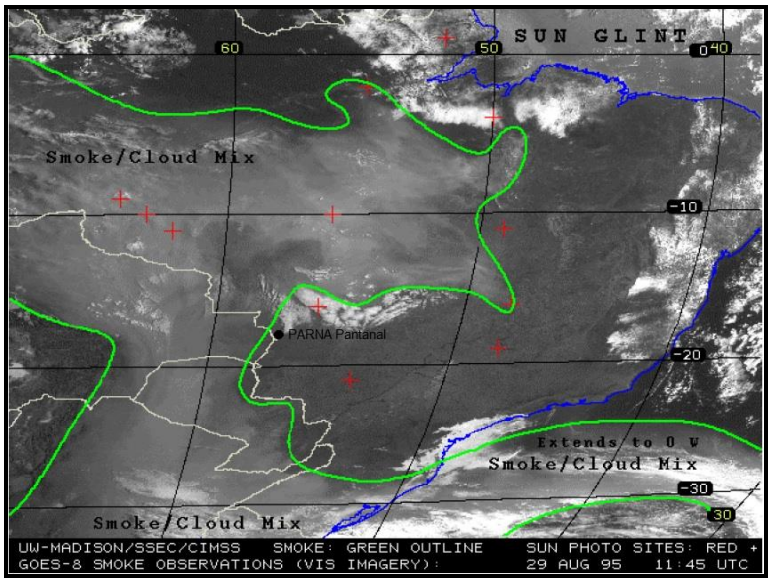

Figura 44. Nuvem de fumaça (delimitada pela linha verde) na região a montante e a oeste do sítio Ramsar PARNA Pantanal. Imagem GOES-8 de 29/08/95. Adaptado de Freitas et al (2005).

Cumpre observar que, seja em razão dos desmatamentos e/ou dos corredores de fumaça, a alteração das médias pluviométricas anuais e mensais na região do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) interfere na biodiversidade local.

Segundo Desbiez et al (2010) a pluviometria constitui um fator decisivo das tendências demográficas e do estado das comunidades de vida selvagem pantaneiras. Na fazenda da EMBRAPA-Pantanal Nhumirim, por exemplo, os veados pantaneiros e os guaxinins não são verificados durante o ano seco em comparação com o ano chuvoso (DESBIEZ et al, 2010; ALHO et al, 1988b).

Da mesma forma, a abundância de capivaras, mamíferos semi-aquáticos encontrados perto dos corpos d´água (MONES, OJASTI 1986; ALHO et al. 1987), diminuiu sete vezes e a de porcos selvagens, normalmente encontrados em habitats inundados (DESBIEZ et al. 2009), diminuiu seis vezes no ano seco. Para Desbiez et al (2010) esses fatores ilustram as consequências da seca nas comunidades de mamíferos pantaneiros de médio e grande porte e demonstram os potenciais impactos das mudanças climáticas sobre as comunidades de mamíferos neotropicais.

Em populações de *Caiman yacare* do PARNA Pantanal a pluviometria, juntamente com a temperatura, influencia a postura de ovos no meio da estação chuvosa, de dezembro a fevereiro (CAMPOS, 2003).

Em populações de *Desmodus rotundus*, espécie de morcego hematófaga rara e ameaçada presente no PARNA Pantanal, o período prolongado de seca pode afetar o grau de sua alimentação, de modo que mais nutrientes e mais água são necessários para manter sua subsistência. O resultado é a verificação de morcegos passando mais tempo se alimentando de suas presas, como observado por Young (1971) na Costa Rica. No Pantanal o desequilíbrio predador/presa pode ser preocupante devido a espécie ser considerada o principal veículo de transmissão da raiva bovina.

3.3.1.3. Tendências e rupturas nas séries históricas anuais e mensais de cotas fluviométricas e impactos na biodiversidade do PARNA Pantanal

A análise de coeficientes angulares das séries anuais de cotas no interior e a montante do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) indicou que, no período de 1971 a 2011, o nível da água diminuiu em 58% das estações, sendo que em 8% delas a tendência foi significativa pelo teste de Mann-Kendall ($p<0.05$) e em 46% houve rupturas negativas ($p<0.05$). Destas, duas apresentaram rupturas negativas durante a década de 80, nove durante a década de 90 e uma em 2004 (Tabela 6, Figuras 45a-k).

Tabela 6. Síntese de rupturas e tendências (em número absoluto) nas séries históricas de cota média anual ($p<0.05$) e nas Ottobacias da BAP de 1971 a 2011. PT=Pettitt, MK=Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, $_+$=positivo, $_-$=negativo, $_0$=nulo.

	Nível d'água		
	PT$_+$	**PT$_0$**	**PT$_-$**
MK $_+$	2	---	---
RL $_+$	4	6	---
RL $_-$	---	3	11
MK $_-$	---	---	9

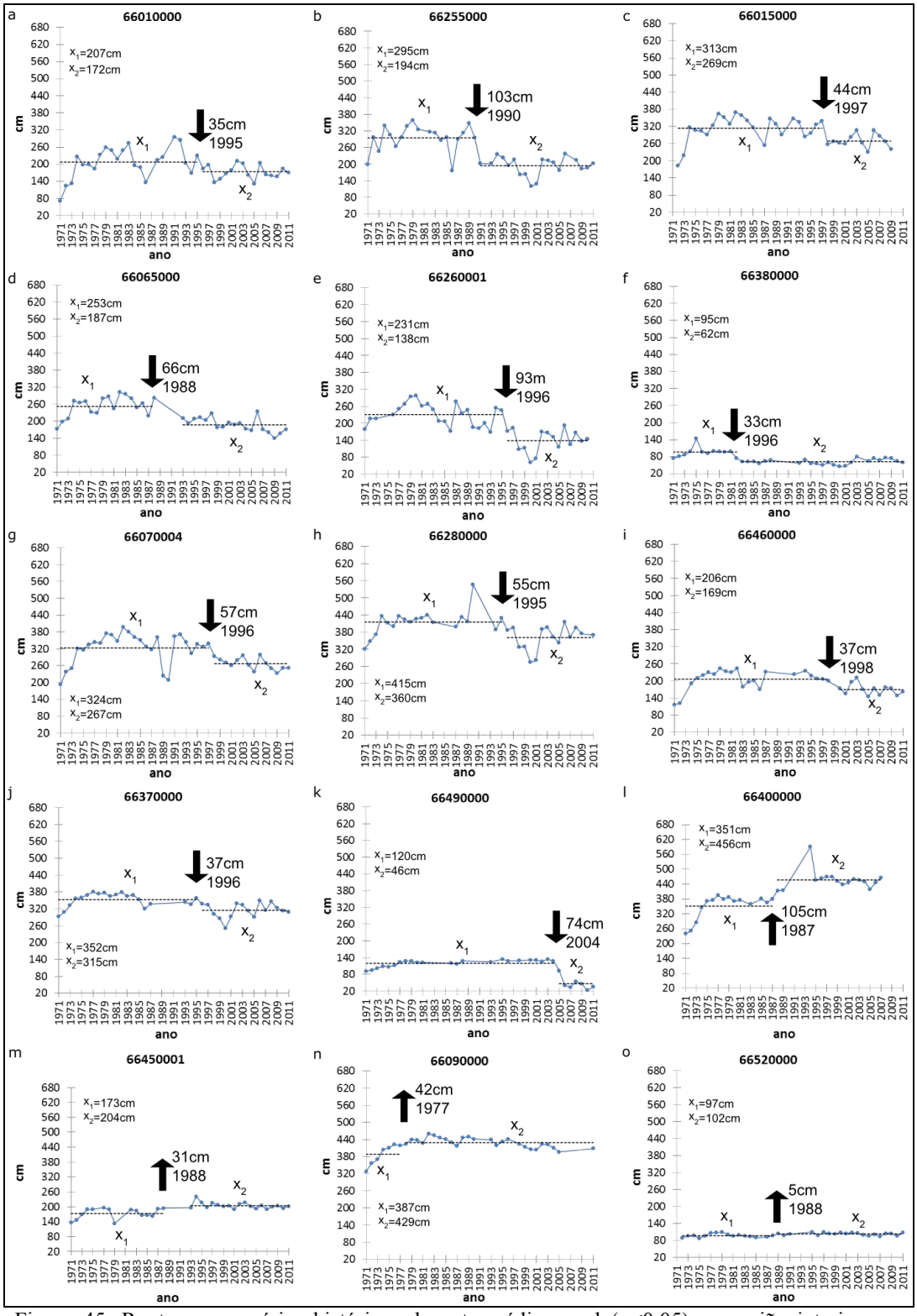

Figura 45. Rupturas nas séries históricas de cota média anual ($p<0.05$) na região interior e a montante do sítio Ramsar PARNA Pantanal de 1971 a 2011. x_1=cota média (cm) no período pré-ruptura; x_2=cota média (cm) no período pós-ruptura. a-k=ruptura negativa; l-o=ruptura positiva.

A diminuição do nível d'água foi extremamente acentuada nas séries históricas da estação fluviométrica Estrada MT-125 no bioma Amazônia; nas estações de Acorizal, Cuiabá

e São Pedro da Cipa no bioma Cerrado; e nas estações de Cáceres, Barão de Melgaço, Acima Córrego Grande e Ilha Camargo no bioma Pantanal (Figura 46).

Por outro lado, as séries de cotas fluviométricas das estações Rondonópolis e São Lourenço de Fatima localizadas em rios do Cerrado apresentaram relevante aumento do nível d'água (resultado significativo nos três testes estatísticos empregados) (Tabela 6, Figuras 45l-o). Outras duas na Amazônia, uma no Cerrado e cinco no Pantanal exibiram tendência de aumento em menor grau (Figura 46).

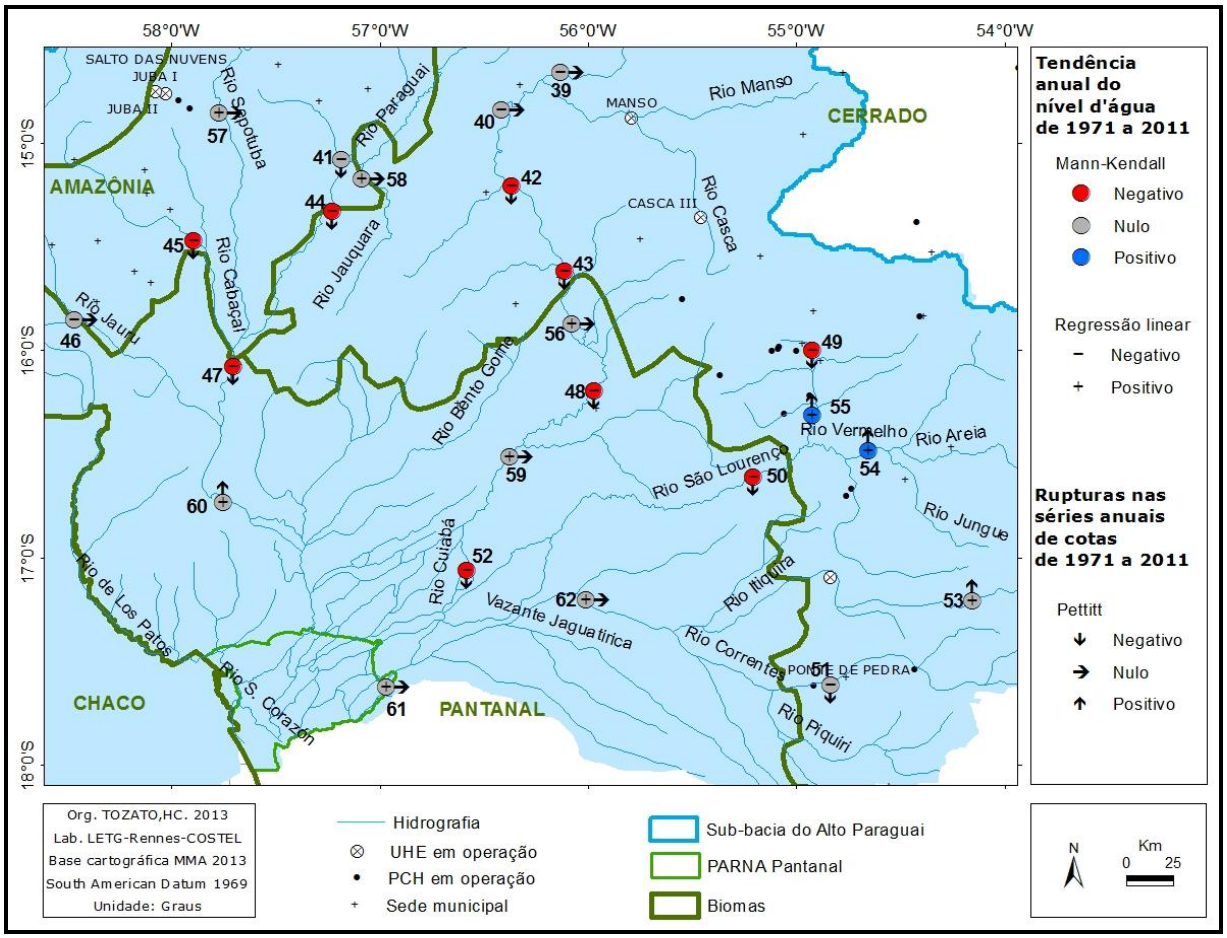

Figura 46. Tendências (resultados dos testes de Mann-Kendall e Regressão Linear) e rupturas (Pettitt) positivas, negativas e nulas de séries anuais de cota fluviométrica média na região do sítio Ramsar PARNA Pantanal no período de 1971 a 2011. 39-62=estações fluviométricas. $p<0.05$.

Esses resultados exibem um cenário de variabilidade do índice de cota anual nos rios da região. O rio Paraguai apresentou diminuição das cotas anuais a partir do município de Tangará da Serra (na fronteira do Cerrado com a Amazônia) até a região pantaneira ao norte de Cáceres. Entretanto, à medida que o Paraguai adentra o município, o nível das cotas fluviométricas aumentou.

De forma semelhante, no bioma Pantanal o rio Cuiabá apresentou diminuição do nível d'água na porção norte do município de Barão de Melgaço, leve aumento na estação de Porto Cercado e diminuição na estação Ilha Camargo. Conforme o rio adentrou o município de Corumbá e associou-se com as águas do rio São Lourenço, o índice de cotas aumentou novamente na estação Porto do Alegre (a leste do sítio Ramsar PARNA Pantanal).

Em relação às análises mensais das cotas fluviométricas as séries históricas apresentaram, de acordo com o teste de Regressão Linear, predominância de tendência de diminuição (Tabela 7).

O mês com maior número de estações com tendência de redução foi dezembro (79.2%), seguido de maio (75%), novembro e junho (ambos com 70.8%), outubro (66.7%), janeiro e agosto (ambos com 62.5%) e julho e setembro (ambos com 58.3%). Nos meses de junho a outubro, mais de 80% delas apresentaram rupturas negativas segundo o teste de Pettitt ($p<0.05$) (Tabela 7), as quais aconteceram, principalmente, na década de 90 com destaque para o ano de 1997 (Figura 47).

Segundo os coeficientes lineares encontrados, o mês de fevereiro apresentou 50% de estações com tendência de perda e 50% de ganho na altura d'água e os meses de março e abril mostraram predominância de estações com tendência aumento (54.2% e 58.3%, respectivamente) (Tabela 7). Essas ocorreram, principalmente, durante a década 80, embora 2001 também tenha sido um ano de destaque (Figura 47).

Tabela 7. Ocorrência de rupturas e tendências (em número absoluto) mensais nas séries históricas de cota média de 24 estações fluviométricas localizadas nas Ottobacias nível 3 – 896, 897, 898 e 899 durante o período de 1971 a 2011. PT=Pettitt, MK=Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, $_+$=positivo, $_-$=negativo, $_0$=nulo. $p<0.05$

	PT$_+$	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**
	Janeiro			**Fevereiro**			**Março**			**Abril**		
MK $_+$	---	---	---	1	---	---	2	---	---	2	---	---
RL $_+$	1	8	---	2	10	---	3	9	---	2	12	---
RL $_-$	---	8	7	---	7	5	---	8	4	---	4	6
MK $_-$	---	2	3	---	---	3	---	---	3	---	---	2
	Maio			**Junho**			**Julho**			**Agosto**		
MK $_+$	2	1	---	2	---	---	2	---	---	3	---	---
RL $_+$	2	4	---	5	2	---	8	2	---	8	1	---
RL $_-$	---	6	12	---	2	15	---	2	12	---	2	13
MK $_-$	---	---	5	---	---	8	---	---	6	---	---	6
	Setembro			**Outubro**			**Novembro**			**Dezembro**		
MK $_+$	3	---	---	2	---	---	1	---	---	1	---	---
RL $_+$	7	3	---	6	2	---	3	4	---	1	4	---
RL $_-$	---	2	12	---	2	14	---	6	11	---	9	10
MK $_-$	---	---	4	---	---	5	---	---	8	---	---	4

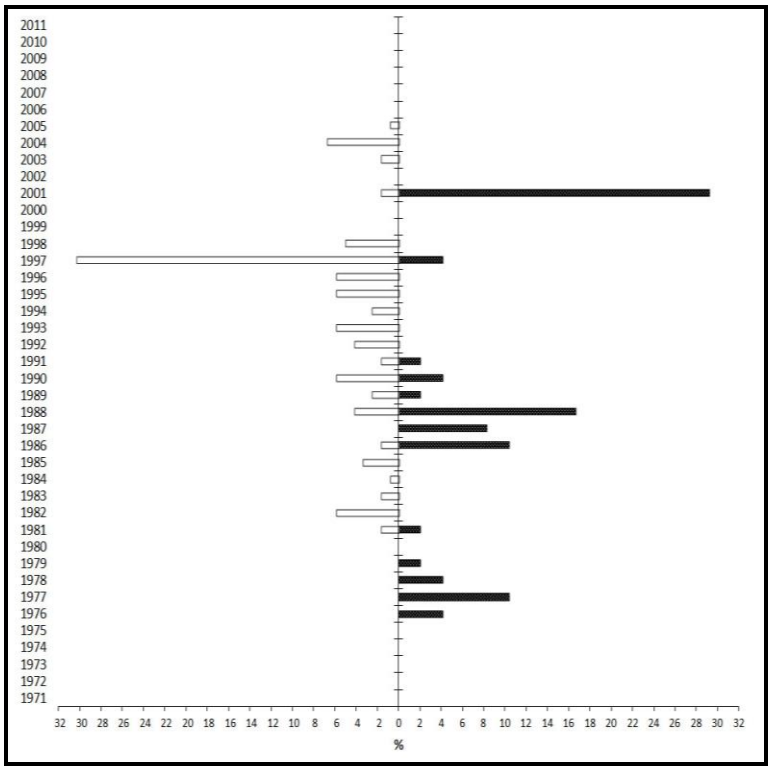

Figura 47. Porcentagem da ocorrência de rupturas positivas (preto) e negativas (branco) nas séries mensais de cota média de 24 estações fluviométricas localizadas nas Ottobacias nível 3 – 896, 897, 898 e 899, sub-bacia do Alto Paraguai, durante o período de 1971 a 2011. $p<0.05$.

Análise do período de cheia

Janeiro, fevereiro e março podem ser considerados meses de cheia nas Ottobacias devido apresentarem nível d'água maior que 332.91cm (Figura 26).

A tendência de perda de cotas nas séries de janeiro foi evidenciada nas séries das estações de Porto Estrela ($p=0.010$), Ilha Camargo ($p=0.015$), Acorizal ($p=0.010$), São Pedro da Cipa ($p=0.043$) e Porto Cercado ($p=0.024$) pelo teste de Mann-Kendall. Elas e outras quatro séries apresentaram rupturas negativas segundo o teste de Pettitt ($p<0.05$). As maiores perdas no nível d'água aconteceram em Acorizal (-213cm) e Cuiabá (-190cm) e a menor em São Pedro da Cipa (-34cm). Das outras 37.5% de séries que apresentaram tendência de aumento em janeiro, apenas São L. de Fátima apresentou ruptura positiva ($p=0.017$ e aumento de 82cm) (Figura 48a).

Fevereiro, que se apresentou como um mês de equivalência de tendências positivas e negativas de cotas fluviométricas segundo o teste de Regressão Linear, exibiu rupturas negativas em Cuiabá ($p=0.014$), Ilha Camargo ($p=0.031$), Acorizal ($p=0.001$), Estrada BR163 ($p=0.025$) e São Pedro da Cipa ($p=0.005$). Nessas três últimas estações a tendência de perda

também foi verificada pelo teste de Mann-Kendall ($p<0.05$), e em. No mês, entre os 50% de séries com tendência de ganho de cotas, apenas São L. de Fátima ($p=0.009$) foi significativa para o teste de Mann-Kendall. Esta última estação e a de Descalvados apresentaram rupturas positivas (Figura 48b).

Em março, a tendência de aumento das cotas fluviométrica dos rios das Ottobacias, segundo os coeficientes lineares encontrados, foi evidenciada pelo teste de Mann-Kendall e pela presença de rupturas positivas em São L. de Fátima e Descalvados ($p<0.05$). Também houve ruptura positiva em Rondonópolis ($p= 0.031$). Dentre os 45.8% de séries com tendência de diminuição do nível d'água no mês, a perda em Acorizal, São Pedro da Cipa e Estrada BR163 foi evidenciada pelo teste de Mann-Kendall ($p<0.05$). Nelas e em Cuiabá houve diminuição na média do nível d'água segundo o teste de Pettitt. A maior perda aconteceu em Acorizal (-161cm) seguida por Cuiabá (-111cm), Estrada BR163 (-79cm) e São Pedro da Cipa (-30cm) (Figura 48c).

Análise do período de vazante

Abril, maio e junho apresentaram, de 1971 a 2011, média mensal de cota fluviométrica entre 247.53cm e 332.91cm e são caracterizados como meses de vazante, época de diminuição natural do nível dos rios (Figura 26).

O predomínio de estações com tendência a aumento no nível d'água em abril identificado pelo teste de Regressão Linear foi também evidenciado pelo teste de Mann-Kendall e pela presença de rupturas positivas (teste de Pettitt) nas estações de São L. de Fátima e Descalvados. Nos 41.7% de séries com tendência negativa, a perda nas estações foi detectada pelo teste de Mann-Kendall em Acorizal e Cuiabá e pelo teste de Pettitt. As maiores perdas de cota média aconteceram em Acorizal e Cuiabá e a menor em São Pedro da Cipa (Figura 48d).

Em maio, a tendência de diminuição de cotas fluviométricas nas séries foi evidenciada pelo teste de Mann-Kendall em Acorizal, Cuiabá, Estrada MT125, Quebo e São Pedro da Cipa ($p<0.05$). Estas e outras sete séries apresentaram rupturas negativas ($p<0.05$). A maior perda na média do nível d'água aconteceu em Barão de Melgaço e a menor em Estrada MT125. Dentre os 25% de séries com tendência de ganho de cotas, Descalvados, Rondonópolis e São L. Fátima apresentaram resultados significativos para o teste de Mann-Kendall ($p<0.05$). As médias mensais nas duas últimas estações também mostraram rupturas positivas, sendo o maior ganho em São L. Fátima (Figura 48e).

Junho, que também foi um mês de predomínio de séries com tendência a diminuição de cotas segundo os coeficientes angulares, teve a perda evidenciada no teste de Mann-Kendall nas estações de Cuiabá, Descalvados, Estrada BR163, Estrada MT125, Jauquara, Porto Estrela, Quebo e São Pedro da Cipa ($p<0.05$). Estas e outras sete séries apresentaram rupturas negativas, sendo a maior em Cáceres e a menor em Jauquara. Dentre os 29.2% de séries com tendência de ganho de cotas, o aumento em São L. Fátima e Rondonópolis foi significativo segundo o teste de Mann-Kendall ($p<0.05$). Nelas e em Porto do Alegre e Rosário Oeste houve rupturas positivas, tendo sido a de São L. Fátima a maior e a de Porto do Alegre a menor (Figura 48f).

Análise do período de baixa

Julho, agosto e setembro podem ser considerados meses de baixa nas Ottobacias devido apresentarem nível d'água próximo de 162.15cm (Figura 26). No baixo Pantanal, é durante a estação seca que é possível observar a maior abundância de espécies de mamíferos silvestres no rio Negro devido à expansão de habitats terrestres, principalmente de pastagem temporariamente alagada (MAMEDE, ALHO, 2006).

No presente estudo, o predomínio de séries de fluviometria total de julho com tendência de diminuição identificado peto teste de Regressão Linear foi evidenciado em Cáceres, Cuiabá, Estrada BR163, Estrada MT125, Ilha Camargo e S. Pedro da Cipa pelo teste de Mann-Kendall ($p<0.05$) (Figura 49a). O teste de Pettitt apontou presença de ruptura negativa em 12 séries de estações do mês. A maior perda aconteceu na média fluviométrica de Cáceres, seguida por Estrada BR163, Estrada MT125, Cuiabá, Ilha Camargo, Acima Córrego Grande, Descalvados, S. Pedro da Cipa, Barra do Bugres, Porto Esperidião, Tapirapuã e Jauquara ($p<0.05$) (Figura 49a).

Dentre os 41.7% de séries de julho com tendência de aumento do nível médio de cotas identificadas pelos coeficientes angulares, as de Rondonópolis e São L. Fátima foram percebidas pelo Teste de Mann-Kendall. Elas e outras seis apresentaram rupturas positivas ($p<0.05$). O maior ganho aconteceu em São L. Fátima, seguido por Porto Cercado, São Jeronimo, Rosário Oeste, Santo Antonio do Leverger, Acorizal, Rondonópolis e Itiquira (Figura 49a).

Agosto, que também apresentou maioria de séries de cotas com tendência de queda segundo os coeficientes lineares, exibiu resultados significativos pelo teste de Mann Kendall

em Estrada MT125, Cuiabá, S. Pedro da Cipa, Cáceres, Ilha Camargo e Estrada BR163 ($p<0.05$) (Figura 49b).

Estas e outras seis séries mostraram rupturas negativas na média de cotas fluviométricas do mês entre 1971 e 2011. A maior perda foi verificada em Cáceres, seguida por Estrada BR163, Estrada MT125, Cuiabá, Ilha Camargo, Acima Córrego Grande, Descalvados, S. Pedro da Cipa, Barra do Bugres, Porto Esperidião, Tapirapuã e Jauquara. Dentre as 37.5% de séries com tendência positiva identificados pelo teste de Regressão Linear, São L. Fátima, Rondonópolis e Porto Cercado exibiram resultados significativos no teste de Mann-Kendall ($p<0.05$). A ordem decrescente de aumento do nível das cotas identificada pelas rupturas positivas foi: São L. Fátima, Porto do Alegre, Porto Cercado, São Jeronimo, Rosário Oeste, Acorizal, Rondonópolis e Santo Antônio do Leverger (Figura 49b).

Em setembro houve predomínio de séries com tendência de diminuição do nível de cotas fluviométricas segundo o teste de Regressão Linear. Em Estrada MT125, Cuiabá, S. Pedro da Cipa e Ilha Camargo a redução também foi identificada por Mann-Kendall ($p<0.05$). Elas e outras oito séries apresentaram rupturas negativas. A maior perda aconteceu em Estrada BR163, seguida por Cáceres, Estrada MT125, Cuiabá, Acima Córrego Grande, Ilha Camargo, S. Pedro da Cipa, Quebo, Barra do Bugres, Jauquara, Porto Esperidião e Tapirapuã (Figura 49c).

Dentre os 41.1% de séries de cotas de setembro com tendência de aumento registradas pelos coeficientes angulares, São L. Fátima, Rondonópolis e Porto Cercado exibiram resultados significativos no teste de Mann-Kendall. Elas e outras quatro séries exibiram rupturas positivas. O maior acréscimo de fluviometria na média aconteceu em São L. Fátima, seguido por Porto do Alegre, Porto Cercado, São Jeronimo, Rosário Oeste, Rondonópolis e Santo Antônio do Leverger (Figura 49c).

Análise do período de enchente

Outubro, novembro e dezembro podem ser considerados meses de enchente nas Ottobacias devido apresentarem nível d'água médio maior que 162.15cm e menor que 332.21cm (Figura 26).

Em outubro, o predomínio de séries de cotas com tendência de diminuição identificado pelo teste de Regressão Linear foi evidenciado, pelo teste de Mann-Kendall, em Acorizal, Cuiabá, Estrada MT125, Ilha Camargo e S. Pedro da Cipa. Houve rupturas negativas em 88% das delas, sendo que a maior aconteceu em Acorizal, seguida por Estrada

BR163, Estrada MT125, Cáceres, Quebo, Cuiabá, Ilha Camargo, Barão de Melgaço, Acima Córrego Grande, Barra do Bugres, Descalvados, S. Pedro da Cipa, Porto Esperidião e Jauquara ($p<0.05$) (Figura 49d).

Dentre os 33.3% de séries de outubro com tendência de aumento segundo os coeficientes angulares, as séries de Rondonópolis e São L. Fátima foram significativas para Mann-Kendall. Elas e outras quatro apresentaram rupturas positivas, tendo ocorrido o maior aumento em São L. Fátima, seguido por Porto Cercado, São Jeronimo, Rondonópolis, Rosario Oeste e Itiquira, respectivamente (Figura 49d).

Em novembro, também considerado um mês com maioria de séries com tendência a perda de cotas segundo o teste de Regressão Linear, foi identificada queda, pelo teste de Mann-Kendall em Acorizal, Barão de Melgaço, Cáceres, Cuiabá, Estrada BR163, Estrada MT125, Ilha Camargo e S. Pedro da Cipa ($p<0.05$). Nelas e em outras três estações houve rupturas negativas, sendo a maior em Acorizal, seguida por Cuiabá, Cáceres, Santo Antonio do Leverger, Estrada BR163, Estrada MT125, Barão de Melgaço, Acima Córrego Grande, Ilha Camargo, Porto Esperidião e S. Pedro da Cipa ($p<0.05$) (Figura 49e).

Entre os 29.2% de séries com tendência de aumento do nível de cotas fluviométricas no mês de novembro, apenas São L. Fátima apresentou-se significativa para o teste de Mann-Kendall. As rupturas positivas ocorreram, em ordem de magnitude, em São L. Fátima, Descalvados e São Jeronimo, respectivamente (Figura 49e).

O predomínio de séries de fluviometria total de dezembro com tendência de diminuição identificado peto teste de Regressão Linear foi evidenciado em Acorizal, Cuiabá, Estrada MT125 e Ilha Camargo pelo teste de Man-Kendall ($p<0.05$). Nelas e em outras seis séries houve rupturas negativas. A maior queda aconteceu em Acorizal, seguida por Cuiabá, Barão de Melgaço, Quebo, Estrada BR163, Estrada MT125, Cáceres, Ilha Camargo, Tapirapuã e S. Pedro da Cipa, respectivamente ($p<0.05$) (Figura 49f).

Dentre os 20.8% de séries de dezembro identificadas com tendência de aumento, segundo os coeficientes angulares, apenas São L. Fátima evidenciou-se com significativa para o teste de Mann-Kendall e com presença de ruptura positiva para o teste de Pettitt ($p<0.05$) (Figura 49f).

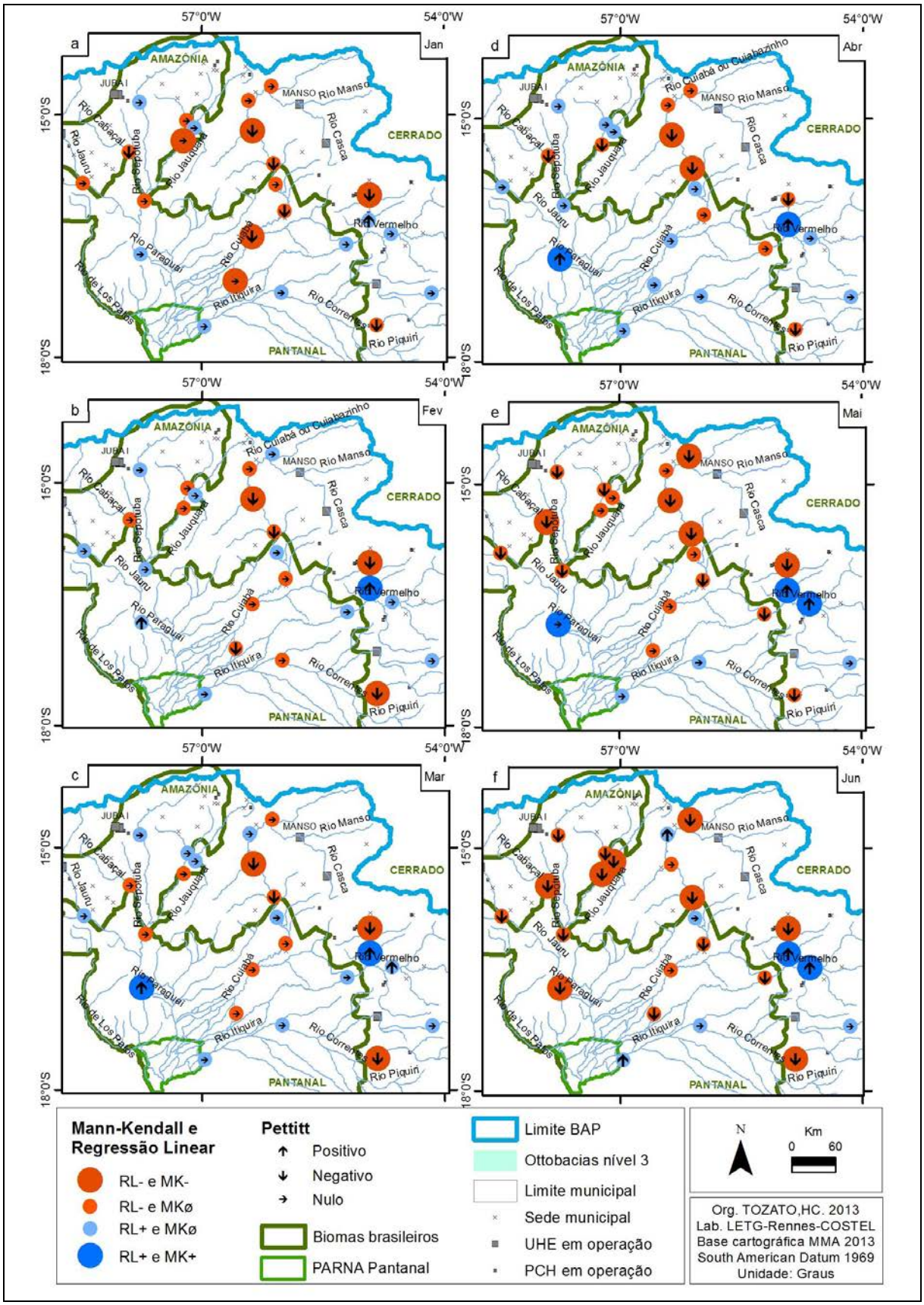

Figura 48. Tendências e rupturas fluviométricas nos meses de janeiro a março (época de cheia) e de abril a junho (época de vazante) nas Ottobacias 896, 897, 898 e 899 da BAP durante o período de 1971 a 2011. RL-=tendência negativa; MK-= tendência negativa; MKø=sem tendência; RL+=tendência positiva; MK+= tendência positiva; Pettitt↑=ruptura positiva; Pettitt↓=ruptura negativa; Pettitt→= sem ruptura.

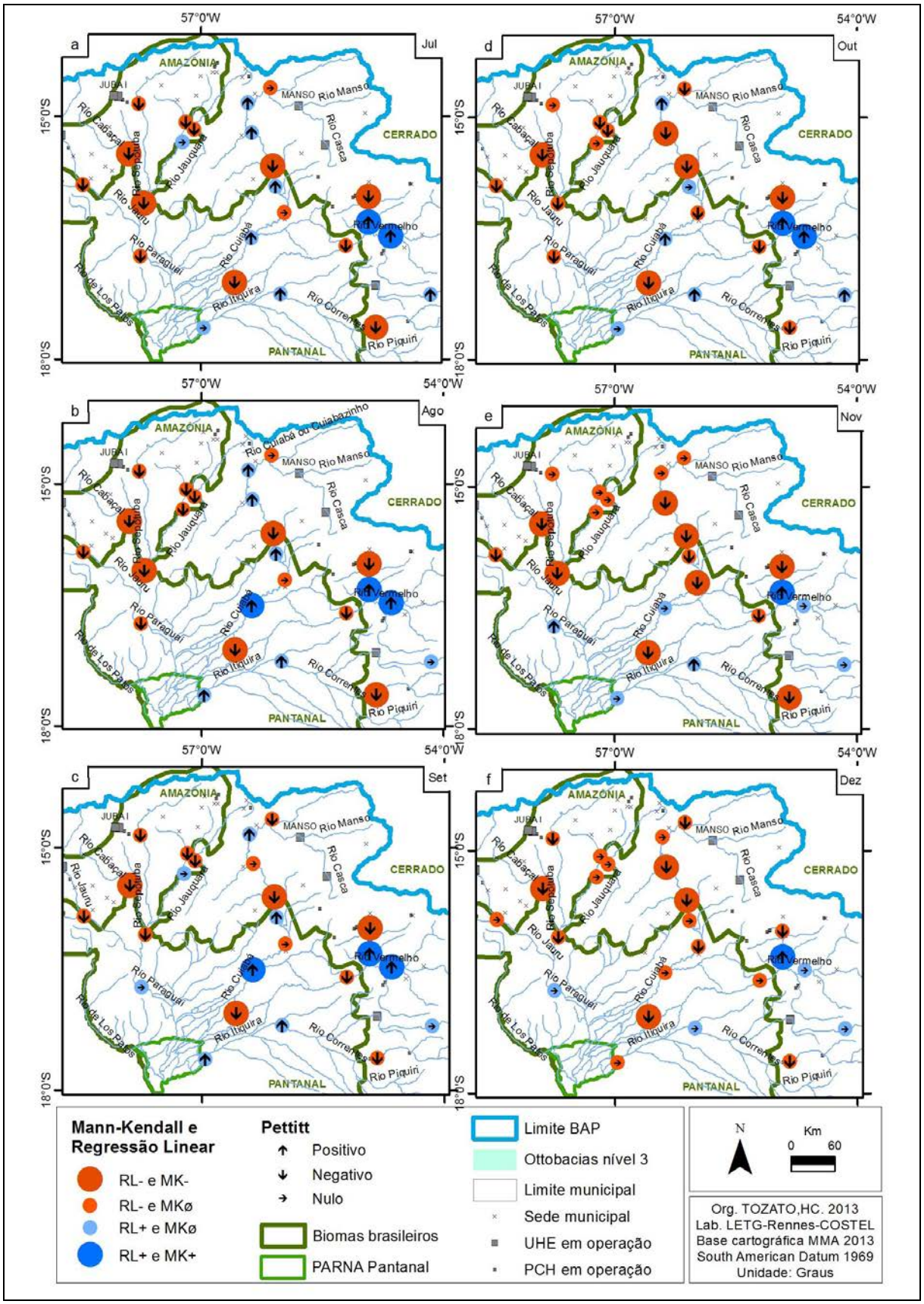

Figura 49. Tendências e rupturas fluviométricas nos meses de julho a setembro (época de cheia) e de outubro a dezembro (época de vazante) nas Ottobacias 896, 897, 898 e 899 da BAP durante o período de 1971 a 2011. RL-=tendência negativa; MK-= tendência negativa; MKø=sem tendência; RL+=tendência positiva; MK+= tendência positiva; Pettitt↑=ruptura positiva; Pettitt↓=ruptura negativa; Pettitt→= sem ruptura.

A variação das cotas fluviométricas no bioma Pantanal é decorrente, além das variações interanuais de chuva (CLARKE et al, 2003), da geomorfologia (HAMILTON, 2002), da associação com outros componentes do ciclo hidrológico e de influências antrópicas (KREPPER et al, 2006). Cada componente introduz efeitos próprios ao escoamento e equilíbrio dos rios em um processo não linear (KREPPER et al, 2006).

Um fator que deve ser considerado é a modulação dos regimes hidrológicos dos rios pela existência de barragens. Estas, construídas para irrigação, geração de energia hidrelétrica, fornecimento de água para criações e controle das cheias, causam relevantes impactos cumulativos na condição da vazão, carga e composição dos sedimentos fluviais, principalmente a jusante da instalação.

Na sub-bacia do Alto Paraguai há, atualmente, sete usinas hidrelétricas em operação: Casca III (em operação desde 1970) e Manso (em operação desde 2000) no município Chapada dos Guimarães; Juba I e Juba II (ambas em operação desde 1995) em Barra do Bugres; Ponte de Pedra (em operação desde 2005) e Itiquira (em operação desde 2002) em Itiquira; e Jauru (em operação desde 2003) em Indiavaí. Há ainda 19 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) operando desde 2002. Outras três usinas e 114 PCHs estão em fase de aprovação.

Ressalta-se que 100% desses empreendimentos em operação encontram-se na região hidrológica responsável pelo sistema hídrico do sítio Ramsar PARNA Pantanal (Figuras 48 e 49).

Se por um lado a construção da barragem da usina de Itiquira pode auxiliar a explicar o aumento de 5cm da cota fluviométrica anual de Itiquira desde 1988 (a montante da barragem), a construção das hidrelétricas de Juba I e Juba II ajudam a explicar a diminuição da cota anual da estação Estrada MT-125 (-66cm) e a redução da cota anual de Cáceres (-57cm), ambas a jusante das instalações. Da mesma forma, as hidrelétricas de Casca III e Manso auxiliam na explicação da perda de 103cm em Acorizal e de 93cm na estação de Cuiabá nesses 41 anos (Figuras 48 e 49).

A construção de uma usina provoca, além da alteração do fluxo hídrico, mudanças no uso e ocupação do solo da bacia em questão. Segundo Le Strat et al (2011), a construção do reservatório pode apresentar multifinalidades, como suporte para atividades agropecuárias e recreação. De acordo com os autores, no caso da bacia hidrográfica do rio Manso, onde houve a instalação da UHE de Manso, houve aumento de 108% das áreas de pastagens e diminuição de 38% das áreas de Cerrado e florestas em 17 anos.

Seja por conta da influência da precipitação, da geomorfologia, da vegetação e/ou e de atividades e empreendimentos antrópicos, as variações intra-anuais (sazonalidade) e interanuais (ciclos de cheia e seca) controlam a estrutura e o funcionamento das zonas úmidas (CRISPIM et al, 2006).

O pulso de inundação, fenômeno ecológico mais importante do Pantanal, "ora favorece espécies animais e vegetais relacionadas à fase de seca, ora favorece as espécies relacionadas á fase de cheia" (CALHEIROS, FERREIRA, 1996, p.13) e proporciona um ambiente altamente produtivo para espécies de macrófitas aquáticas, algas, bactérias, protozoários, invertebrados e peixes (ALHO et al,1988; BAYLEY, 1989).

A abundancia e o comportamento reprodutivo de espécies de peixes, crustáceos, aves, répteis, mamíferos, plantas aquáticas e semi-aquáticas está intimamente relacionada à área de abrangência e ao tempo de inundação, os quais regulam a disponibilidade de habitats e alimentação (JUNK, BAYLEI, 1989; CAMPOS, 1991; CATELLA, 1992; CORDIVIOLA DE YUAN, 1992; MAURO, 1993; BAILLY et al, 2008).

Considerando que no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal), o rio Cuiabá, juntamente com o Paraguai, constitui o de maior importância para o aporte de água ao complexo hidrológico (IBAMA, 2003), a tendência de diminuição do nível das cotas fluviométricas nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março da estação Ilha Camargo bem como nos meses de maio, junho, dezembro, janeiro, fevereiro e março da estação Porto Cercado, representam um importante vetor de pressão às comunidades biológicas da zona úmida.

Segundo os estudos de IBAMA (2003), é justamente entre essas duas estações fluviométricas que ocorre a maior contribuição do rio Cuiabá para a inundação das planícies durante a cheia, quando 92% de sua descarga são vertidos a elas. É também no rio Cuiabá onde há o acesso ao sítio Ramsar, onde há atividades turísticas de pesca esportiva no município de Poconé e onde estão localizadas as populações rurais de índios Guató.

Este fenômeno de diminuição das cotas observado no presente estudo pode, por exemplo, influenciar a dinâmica reprodutiva de espécies de peixes de longa distância, de curta distância, espécies sedentárias com cuidado parental, sedentárias ou de curta distância com fecundação interna no rio Cuiabá.

Seguindo os estudos de Bailly et al (2008), este evento no rio Cuiabá prevê efeitos no desenvolvimento gonadal de peixes migrantes de longa distância e de sedentários com cuidado parental, os quais são favorecidos pelas inundações intensas. Por outro lado, espécies

migrantes de curta distância que são menos dependentes das cheias para reprodução podem ser favorecidas.

Para Bell et al (2011), no cenário de menor influxo de água, elevada evaporação e aumento da temperatura, espera-se também que haja, por exemplo, a substituição de espécies de peixes estenoalinas pelas eurialinas (BELL et al, 2011), como aconteceu nas microbacias de Ontario, EUA (MINNS, MOORE, 1995).

Sobre a substituição de espécies de comunidades vegetais do Pantanal, Tomas et al (2009) discutem que a redução do regime de inundação devido à diminuição da duração e da ocorrência de inundações pode ocasionar a invasão de espécies lenhosas em áreas anteriormente sazonalmente inundadas e acarretar a "savanização".

Em adição, o aumento da frequência e da intensidade do período de meses de menor vazão dos níveis de água e de menor pluviometria nas zonas úmidas contribui com a perda de espécies devido o agravamento de queimadas espontâneas. Segundo Ewel (2009), embora muitas zonas úmidas dependam de queimadas ocasionais para manter suas características essenciais através das mudanças cíclicas do regime hidrológico e de incêndios, a frequência e a severidade desses últimos têm devastado a vegetação dessas áreas.

No sítio Ramsar PARNA Pantanal, em 2005, ano considerado extremamente seco, ocorreu o maior foco de incêndio do Parque, quando foram queimados 4.765 ha no interior da zona úmida e outros 6.870 ha na zona de amortecimento por conta da queda de um raio (LIMA et al, 2006).

Por outro lado, a tendência de aumento das cotas fluviométricas no rio Paraguai, estação de Descalvados, observada nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, setembro, novembro e dezembro pode levar ao desaparecimento de formações florestais com influência de cerrado e à gradual substituição por espécies mais tolerantes (TOMAS et al, 2009). Exemplos como este foram verificados por Padovani et al (2005) no rio Taquari, ao sul do sítio Ramsar PARNA Pantanal, onde as espécies típicas de matas ciliares têm substituído as de habitats mais secos.

Se até o momento as espécies têm acompanhado a oscilação sazonal pela modificação do padrão fenológico, como pela dispersão para locais mais adequados, persistência *in situ* e aclimatação, é possível que a continuidade desses eventos observados no sítio Ramsar estudado extrapolem a capacidade de sua plasticidade até que alguns genótipos sejam favorecidos em relação a outros (THOMAS, 2005; HOFFMANN, SGRO, 2011).

3.3.2. *Sítio Ramsar Grande Brière et marais du bassin du Brivet (Grande Brière)*

Para as análises no sítio Ramsar *Grande Brière* (*Parc Naturel Régional de Brière et Marais du bassin du Brivet*) na França foram verificadas as séries pluviométrica e de temperatura da estação de *Montoir de Bretagne (Saint Nazaire Montoir)* e as séries de cotas das estações linimétricas de Boulaie, Brière, Brivet e Taillée na bacia hidrográfica do *Brivet-Brière*. Destas, apenas a série de Taillée não apresentou dados confiáveis para o estudo.

As séries anuais e mensais de pluviometria e temperatura apresentaram 100% de dados e as de cota 78% de dados, respectivamente, para o período de estudo de 1971 a 2011.

Os resultados em números absolutos foram organizados no Apêndice A.

3.3.2.1. Tendências e rupturas climato-hidrológicas anuais e mensais na bacia do *Brivet-Brière*

Na escala local, os testes de Regressão Linear e de tendência de Mann-Kendall evidenciaram o aumento das temperaturas mínima e máxima anuais na bacia do *Brivet-Brière* (p=0.0003 e p=0.001, respectivamente) (Figura 50) nesses 41 anos analisados. De acordo com o teste de Pettitt a série de Tmin aumentou 0.7°C (p=0.003) a partir de 1986 e a de Tmáx 0.8°C a partir de 1987 (p=0.001).

Segundo as análises dos coeficientes angulares das séries mensais, apenas em dezembro as Tmin e Tmax não apresentaram aumento.

No mês de maio o acréscimo na série de Tmin foi também identificado pelo teste de Mann-Kendall (p=0.006) e pelo teste de Pettitt (+1.4ºC a partir de 1987, p=0.001). As rupturas também ocorreram em junho (+1.4ºC a partir de 2002, p=0.009), outubro (+1.4°C a partir de 1985, p=0.046) e em abril (+1.1°C a partir de 1986, p=0.006).

Na série de Tmáx o teste de Pettitt indicou o acréscimo de 2.1°C em abril a partir de 2001 (p=0.026), de 2.0°C em maio a partir de 1986 (p=0.0002) e de 1.3°C em março a partir de 1988 (p=0.003).

Os resultados apresentados ressaltam, em escala local, a previsão de aumento de temperatura realizada para todo o oeste francês por Dubreuil et al (2012b). Segundo os autores, todas as principais estações da região registram uma tendência sensível de aumento

depois da metade do século XX, tanto as localizadas próximas aos aglomerados urbanos quanto as mais rurais. Em média o aumento progressivo foi de um grau, com variação de ganho de 1 a 1.7ºC durante o verão e de 0.1 a 0.5ºC no inverno.

Na bacia do *Brivet-Brière*, o incremento de temperatura registrado no presente estudo pode relacionar-se tanto às ilhas de calor (PLANCHON, BONNARDOT, 2012) quanto a influencia do clima marítimo (PLANCHON, 1997).

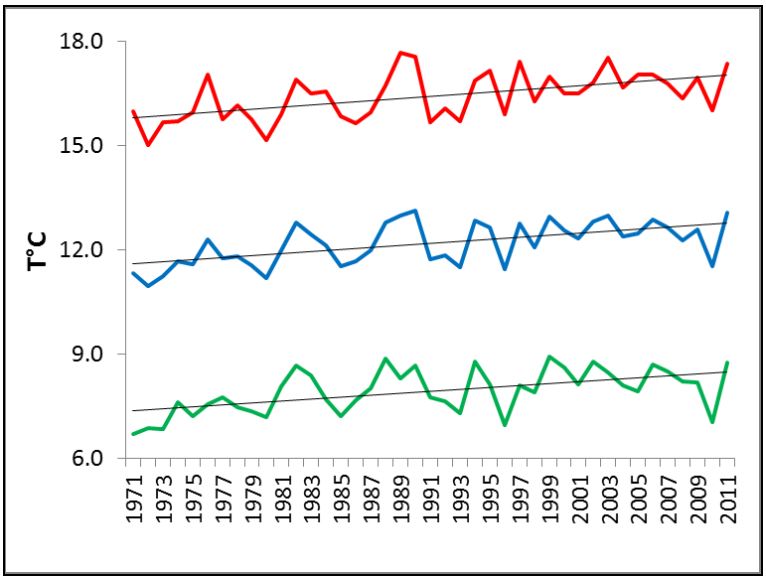

Figura 50. Distribuição anual das séries de temperatura mínima (verde), média (azul) e máxima (vermelho) na estação de *Montoir de Bretangne*, bacia do *Brivet-Brière* (França) durante o período de 1971 a 2011. As linhas pretas indicam a tendência linear de acréscimo nas duas séries.

Em relação ao estudo das tendências e rupturas das séries históricas anuais de pluviometria acumulada na bacia do *Brivet-Brière*, embora o teste de Regressão linear tenha evidenciado o aumento da pluviometria anual no período de 1971 a 2011 na bacia, ele não foi identificado pelos testes de Mann-Kendall ou Pettitt ($p>0.05$).

De acordo com Dubreuil et al (2012), as precipitações do oeste francês variam bem menos no tempo e no espaço do que as temperaturas e as médias dos totais pluviométricos anuais aumentam no máximo duas vezes em algumas dezenas de quilômetros num regime de gradação pluviométrica do litoral ao continente. Para os autores, se por um lado o aumento das temperaturas constitui um fenômeno geral, por outro o leve aumento da precipitação ou sua estagnação na maioria das estações estudadas nunca é significativa.

Resultados semelhantes também foram verificados por Laffargue (2009) nas estações de *Saint Joachim*, *Pontchâteau* e de *Montoir aérorport* utilizando séries pluviométricas anuais com menos de 30 anos.

Já em relação aos totais pluviométricos médios sazonais e mensais do oeste francês, importantes discrepâncias foram identificadas por Dubreuil (2005), como por exemplo, a diminuição das chuvas durante o verão na maioria das estações analisadas, principalmente no mês de agosto.

Embora as observações dos autores acima citados, no presente estudo não foram identificadas mudanças substanciais da média pluviométrica mensal na bacia do *Brivet-Brière* uma vez que as tendências de aumento mensais encontradas pelos coeficientes angulares pluviométricos não foram verificadas nos testes de Mann-Kendall ou Pettitt ($p>0.05$).

Da mesma forma a tendência de redução da chuva nos dos meses de fevereiro, maio e junho mostrada pelo teste de Regressão Linear também não foram significativamente verificados nos outros testes empregados.

No que concerne às análises das cotas fluviométricas, os coeficientes angulares das três séries anuais na bacia do *Brivet* indicaram que, no período de 1971 a 2011, o nível da água diminuiu em todas elas. A perda evidenciou-se significativa na série de *Brivet* pelo teste de Mann-Kendall ($p=0.008$) com diminuição de 10.66cm a partir de 1988 ($p=0.028$).

Entretanto verificou-se, nas análises mensais, que a tendência de aumento e diminuição do nível da água diferenciou-se entre os meses estudados (Tabela 8).

Tabela 8. Ocorrência de rupturas e tendências (em número absoluto) mensais nas séries históricas de cota média das estações de *Boulaie*, *Brière* e *Brivet* na bacia do *Brivet-Brière* (França) durante o período de 1971 a 2011. PT=Pettitt, MK=Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, $_+$=positivo, $_-$=negativo, $_0$=nulo. $p<0.05$

	PT$_+$	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**	**PT$_+$**	**PT$_0$**	**PT$_-$**
	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril		
MK $_+$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
RL $_+$	---	3	---	---	3	---	---	3	---	---	---	---
RL $_-$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3
MK $_-$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Maio			Junho			Julho			Agosto		
MK $_+$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
RL $_+$	---	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
RL $_-$	---	---	---	---	1	2	---	2	1	---	1	2
MK $_-$	---	---	---	---	---	1	---	---	1	---	---	1
	Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		
MK $_+$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
RL $_+$	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3	---
RL $_-$	---	1	2	---	1	2	---	3	---	---	---	---
MK $_-$	---	---	2	---	---	1	---	---	---	---	---	---

Os meses de janeiro, fevereiro e março, caracterizados com maior nível d'água (Figura 30) apresentaram tendência de aumento das cotas fluviométricas segundo o teste de Regressão

Linear, embora com nível não significativo segundo os outros dois testes estatísticos aplicados ($p<0.05$).

Abril, maio e dezembro constituem meses em que o nível d'água encontra-se entre a média e a amplitude máxima (Figura 30).

Segundo os coeficientes angulares encontrados, abril apresentou diminuição das cotas nas três estações e maio e dezembro aumento. Em abril o teste de Pettitt indicou que houve perda de 12.9 cm do nível d'água a partir de 1988 na estação *Brivet* ($p=0.031$), perda de 12.8 cm a partir de 2001 na estação *Boulaie* ($p=0.037$) e perda de 12.3cm a partir de 2001 na estação *Brière* ($p=0.017$). O teste de Mann-Kendall não mostrou resultados significativos.

Junho, julho, outubro e novembro constituem meses com nível d'água entre a média e a amplitude mínima (Figura 30).

Segundo o teste de Regressão Linear, nos quatro meses houve tendência de diminuição das cotas fluviométricas nas estações estudadas sendo que em *Brivet* a regressão foi evidenciada pelos testes de Mann-Kendall e de Pettitt em junho ($p=0.043$; diminuição de 12.7 cm a partir de 1988, $p=0.009$), em julho ($p=0.009$; perda de 10.1 cm a partir de 1990, $p=0.0001$) e em outubro ($p=0.043$; perda de 18.5 cm a partir de 1995, $p=0.0002$). Na estação *Brière* a diminuição das cotas foi também mostrada pelo teste de Pettitt em junho (perda de 10.4 cm a partir de 2001, $p=0.007$) e em outubro (perda de 15.9 cm a partir de 2001, $p=0.004$).

Agosto e setembro são os meses de baixa, com nível d'água abaixo da amplitude mínima (Figura 30). Segundo os coeficientes angulares encontrados, houve tendência de diminuição do nível d'água em ambos os meses nas três estações analisadas.

Ela foi evidenciada na estação *Brivet* pelos testes de Mann-Kendall e de Pettitt em agosto ($p=0.001$; perda de 15.9 com a partir de 1995, $p<0.0001$) e em setembro ($p=0.009$; perda de 18.5 cm a partir de 1995, $p=0.0002$). Na estação *Boulaie* a diminuição do nível d´água foi mostrada pelos testes de Mann-Kendall e de Pettitt em setembro ($p=0.043$; perda de 12.6 cm a partir de 1989, $p=0.014$).

A variação das cotas fluviométricas nos canais da bacia *Brière-Brivet* é controlada pelas válvulas de acordo com o interesse da comunidade local (agricultores, pescadores, caçadores) e dentro das dimensões dos regulamentos de água aprovados pela assembleia geral da *Commission Syndicale de Grande Brière Mottière* (CSGBM).

3.3.2.2. Impactos das tendências e rupturas climato-hidrológicas na biodiversidade do sítio Ramsar *Grande Brière*

As modificações climato-hidrológicas na bacia do *Brière-Brivet* representam um importante vetor de pressão para a biodiversidade do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*), uma vez que elas controlam as atividades sazonais e diárias dos organismos e que esses reagem a ela individualmente, dependendo da tolerância às alterações.

Um exemplo são as mudanças fenológicas ou comportamentais previstas nas aves migratórias garganta-azul-espelhado (gorgebleue à miroir de Nantes) *Luscinia svecica namnetum*, *Botaurus stellaris* e no colhereiro-europeu *Platalea leucorodia.*

Os hábitats aquáticos da garganta-azul-espelhado *Luscinia svecica namnetum*, ave migratória que ocupa regiões desde no oeste do Alaska e na Europa incluindo o sítio *Grande Brière* durante o inverno, são afetados pelas mudanças climáticas de duas formas, tanto pelo seu desaparecimento na Europa (CHURCH, WHITE, 2011; PICKERING et al, 2012) quanto pela modificação da abundancia das espécies de insetos e de peixes utilizadas como recurso alimentar (TURCOKOVA et al, 2010).

Em populações de *Botaurus stellaris* (migrantes Europa – Asia e que utilizam a *Grande Brière*), as chuvas de inverno de *East Anglian* (Inglaterra) determinam a sobrevivência e/ou a probabilidade de emigração permanente de machos adultos da espécie. A relação, verificada por Gilbert et al (2007), é devido a necessidade do nível d´água estar acima do substrato da zona úmida para permitir a penetração de peixes. Em filhotes da espécie, a maior pluviosidade (especialmente diária) também proporciona a maior propensão à morte de fome e/ou exposição.

Outro fator de alerta é o estimulo do início do período de precipitação causado na reprodução das aves aquáticas (SIMMONS et al, 2004). Considerando a alteração positiva das tendências pluviométricas na *Brière*, o evento pode mudar os intervalos das respostas nas espécies que o utilizam. Outros fatores ligados à precipitação que influenciam as espécies de aves incluem a capacidade das espécies em viver em habitats perturbados ou modificados e a estrutura da comunidade ecológica (por exemplo, as relações predador-presa e competição por locais de nidificação) (OKES et al, 2007).

Além da pluviometria, para Gilbert et al (2007) a temperatura de inverno constitui um elemento que merece atenção uma vez que pode interferir na alimentação e sobrevivência local de adultos e de filhotes de *B. stellaris*.

Em populações do colhereiro-europeu *Platalea leucorodia* (migrante sul da Ásia-sul da Europa-parte da costa África, Portugal e França que também utilizada a *Grande Brière*) Hu et al (2010) mostraram que o aquecimento das últimas décadas vem ocasionando o aumento da abundancia de populações de invernada na parte norte do continente. O esperado é que esses sítios se tornem cada vez mais habitados (LOK et al, 2001), que haja a maior tolerância dos organismos, uma economia do custo de dispersão, o maior fluxo gênico e a redução da diferenciação genética entre as populações nessas altas latitudes (MARTIN, MCKAY, 2004).

De igual forma o aumento da temperatura influencia as espécies de anfíbios *Alytes obstetricans, Bufo calamita* e de *Hyla arborea,* todas protegidas pela Diretiva europeia 92/43/CEE relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens e que utilizam os hábitats do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*).

Segundo os estudos de Bosh et al (2007) o aumento da temperatura local está relacionado com a ocorrência de quitridiomicose e outras doenças em *A. obstetricans.* Os autores, que verificaram a diminuição das populações desta espécie desde 2007 na Espanha, preveem epidemias da doença nas zonas temperadas devido o aquecimento.

Em *B. calamita,* Blaustein et al (2001) verificaram que o aquecimento tem influenciado a antecipação da época reprodutiva da espécie no Lost Lake em Oregon. Na Irlanda e na Inglaterra é esperado que a espécie apresente uma regressão de sua distribuição a partir de 2050 em qualquer cenário de aquecimento (BERRY et al, 2003).

Por fim, de acordo com Edenhamn et al (2000), populações de *Hyla arborea* da Suécia tem apresentado baixa diversidade genética do tamanho populacional e distribuição de habitats devido as alterações climáticas e fragmentação de habitats.

Além da interferência nas espécies nativas, as mudanças climáticas podem afetar a fauna e flora exóticas do sítio Ramsar Grande Brière, como por exemplo, o lagostim-vermelho (*l´écrevisse de Lousiane*) *Procambarus clarkii* e a jussie *Ludwigia grandiflora*.

O lagostim-vermelho *P. clarkii* é proveniente do Estado da Louisiana, EUA. Na Brière ele, juntamente com o ratão-do-banhado (ragondin) *Myocastor coypus* constituem as espécies responsáveis pelo impedimento do desenvolvimento da vegetação necessária aos hábitats dos pântanos naturais. *P. clarkii* causa grandes danos a macrófitas e tem removido quase que completamente a vegetação submersa do complexo hidrológico. De acordo com NATURA

2000 (2007), sua ação destrutiva onívora ataca tanto plantas quanto ovos de anfíbios e peixes das lagoas (*piardes*), fossos, e lagos dos bosques marginais.

Levando em consideração as conclusões do estudo de Espina et al (1993), nas quais identificou-se que o comportamento de *P. Clarkii* corresponde a um organismo de regiões temperadas e também que pode viver em qualquer lugar onde a temperatura esteja entre 0°C e 35°C sendo a temperatura de 23,4°C a ótima para seu desenvolvimento, a tendência de aumento da temperatura verificada no presente estudo no sítio Ramsar *Grande Brière* representa um elemento de facilitação da invasão da espécie na zona úmida. De forma igual, a previsão de aumento de temperatura realizada para todo o oeste francês por Dubreuil et al (2012b) de um grau pode ampliar seu período de reprodução e facilitar ainda mais sua colonização.

O aumento da variância da temperatura máxima constitui um fator que beneficia a expansão de seu nicho devido à elasticidade aos atributos envolvidos (LARSON, OLSEN, 2012). Sua tolerância às temperaturas extremas e à variação da precipitação foi registrada por Mestre et al (2013). Na *Camargue*, outro fator que propicia o aumento de sua abundancia e o sucesso de reprodução é a baixa salinidade da água (MEINERI et al, 2014). Segundo Gherardi al (2013), a previsão é que o aquecimento global cause o domínio de *P. clarkii* em toda a Europa.

Considerando que quanto maior a precipitação, maior a riqueza de espécies de *Ludwigia* (ROLON et al, 2008), as tendências pluviométricas da Brière podem beneficiar a *Ludwigia grandiflora* (jussie), uma planta de alta performance na concorrência com as espécies nativas. Introduzida em 1994 na zona úmida estudada, ela apresenta elevada amplitude de tolerância e adaptação às variações das condições hidrológicas e climáticas, com alta capacidade de colonização. Seu intenso crescimento vegetativo gera biomassa de até 2 kg/m^2 de matéria seca durante o verão e ambientes de anoxia para as outras espécies.

De forma igual, outra espécie de jussie que pode obter excelente sucesso de colonização na *Brière* é a *Ludwigia peploides*, concorrente direta de *L. grandiflora* no contexto de invasões, melhoramento da plasticidade e tolerância ao estresse. De acordo com os estudos de ROLON et al (2008), *L. peploides* constitui uma espécie exótica presente ao sul do sítio Ramsar em estudo e bem sucedida na França, já tendo substituído *L. grandiflora e*m Languedoc e na Provence.

3.4. SÍNTESE CONCLUSIVA

O presente estudo evidenciou, na escala local, as tendências climato-hidrológicas anuais e mensais dos sítios Ramsar brasileiro Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e francês *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* durante 1971 a 2011.

Como se observa, houve o aumento das séries anuais e mensais de temperatura mínima e máxima em ambos os sítios. No brasileiro o aumento das temperaturas médias mensais mínima e máxima registradas na estação de Cuiabá foi de +0.8°C e +1.2°C, respectivamente. Na estação de Cáceres a temperatura máxima mensal aumentou +1.2°C. De forma igual, no sítio francês a série de Tmin aumentou 0.7°C e a de Tmáx 0.8°C durante 1971 a 2011.

As médias pluviométricas anuais e mensais, por outro lado, diminuíram no sítio brasileiro e apresentaram um ligeiro aumento no sítio francês. No PARNA Pantanal a regressão foi principalmente verificada nos meses de abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro.

Em relação às cotas fluviométricas, a variação foi geral nas estações das bacias hidrográficas responsáveis pelo complexo hidrológico de cada um dos sítios analisados.

No sítio brasileiro destaca-se a tendência de diminuição do nível das cotas nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março na estação Ilha Camargo bem como nos meses de maio, junho, dezembro, janeiro, fevereiro e março na estação Porto Cercado, ambas no rio Cuiabá, principal responsável para o aporte de água ao sítio Ramsar brasileiro.

No sítio francês ressalta-se que a diminuição das cotas mensais começou em abril (fim da primavera), aconteceu em todos os meses de verão (junho a setembro) e terminou no início do outono (outubro) nesses 41 anos analisados na estação *Brivet*.

A modificação dos parâmetros climato-hidrológicos verificada em ambos os sítios Ramsar pode representar a alteração da amplitude das curvas dos limites inferior e superior de tolerância dos organismos a essas grandezas. O resultado esperado é a adaptação fenotípica por meio de mudanças fisiológicas e comportamentais que diferem entre espécies e entre suas fases do ciclo de vida dependendo da tolerância.

Segundo Walther (2010), no agravamento dessas respostas espera-se a ausência de sincronia entre o tempo de adaptação de populações e do estabelecimento de relações

ecológicas; a promoção da incompatibilidade do calendário de condições ambientais favoráveis; e também a interação de espécies que eram anteriormente espacialmente separadas.

A consequência é a mudança de dominação dentro das comunidades existentes e a formação de comunidades não equivalentes onde espécies existentes co-ocorrem, mas em novas combinações (WALTHER, 2010).

Isso significa que a heterogeneidade e diversidade de ambientes de ambos os sítios Ramsar brasileiro e francês estudados encontram-se em fase de transformação devido elementos intrínsecos e extrínsecos. As complexas e interativas relações entre o sistema climato-hidrológico regional-local e a sociedade tem desenhado, nas últimas décadas, um cenário seletivo onde a manutenção das funções ecológicas depende da resiliência do ecossistema.

Além disso, se por um lado seja provável que nesses 41 anos esses cenários encontrados venham alterando, gradualmente, a biodiversidade no PARNA Pantanal e na Brière; por outro ele pode favorecer a expansão de outros vetores de pressão antrópicos, como por exemplo, as áreas para exploração de pastagem intensiva.

Segundo a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional (Convenção de Ramsar), os impactos deste arranjo são potencialmente mais agressivos às zonas úmidas que os efeitos exclusivos de cada uma das variáveis envolvidas.

O mesmo é válido para outras áreas protegidas localizadas na região pantaneira avaliada no presente estudo, em especial o Parque Estadual do Guirá, o ESEC de Taiamã, o Parque Estadual Encontro das Águas, a RPPN Fazenda Acurizal e Fazenda Penha, a RPPN Fazenda Dorochê, a RPPN Jubran e a RPPN Estância Ecológica SESC Pantanal (sítio Ramsar) e para outras áreas protegidas localizadas na região oeste francesa, como os sítios Ramsar *Golfe du Morbihan* e *Marais Salants de Guérande et du Més*.

Postos estes cenários, outras duas questões importantes para a Convenção de Ramsar (e evidentemente para a presente tese) são como a biodiversidade dos sítios brasileiro e francês evoluíram no período avaliado e como as nações realizam a gestão da política de Ramsar referente aos impactos do clima nas diferentes escalas de gestão. Enquanto a primeira será discutida no capítulo 4, a segunda será abordada nos capítulos 5 e 6.

CAPÍTULO 4. DINÂMICAS ESPACIAIS DOS SÍTIOS RAMSAR PARNA PANTANAL, NO BRASIL, E GRANDE BRIÈRE, NA FRANÇA, E IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE

No intuito de averiguar as mudanças na biodiversidade dos sítios Ramsar PARNA Pantanal e *Grande Brière* entre os anos 80 e 2011, foram analisadas as dinâmicas espaciais nas duas datas. A verificação foi feita dentro do limite de cada sítio, nas áreas de amortecimento e no território dos municípios que inclui cada um deles. A análise possibilitou identificar as modificações do uso e da ocupação do solo nas zonas úmidas, deduzir os vetores de pressão que o induzem e ainda distinguir qualitativamente diversas maneiras de interferência da sinergia entre os vetores de pressão de uso e ocupação do solo e das mudanças climáticas na biodiversidade.

4.1. INTRODUÇÃO

A alteração da biodiversidade das zonas úmidas constitui o resultado de um conjunto de interações entre o ambiente e os seres humanos e acontece em diferentes níveis de organização temporal e espacial. Exemplos de modificações das zonas úmidas devido às dinâmicas espaciais de uso e ocupação do solo foram citadas por Gosselink e Maltby (1990), Brinson e Malvarez (2002) e pelo relatório *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005).

Os efeitos incluem restrições para a plasticidade fenotípica, para a diversidade genética, para as taxas evolutivas e para as capacidades de dispersão e colonização das espécies, elementos essenciais para a adaptação às mudanças climáticas as quais são consideradas *drivers* da biodiversidade. O motivo são os impactos nas complexas relações ecológicas do nicho ambiental onde os elementos do clima (temperatura e precipitação, por exemplo) constituem fatores funcionalmente significativos que impossibilitam, dificultam ou otimizam a performance biológica.

Ciente de que esses fatores aumentam a vulnerabilidade da biodiversidade das zonas úmidas, para Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional especialmente como Habitat de Aves Aquáticas (Convenção de Ramsar) - principal tratado de regulamentação de normas, regras e compromissos na gestão territorial desses ecossistemas -

é imperativo que cada país membro as monitore continuamente como parte do processo para garantir sua conservação.

As solicitações aos atores-chaves estão dispostas nos Quadros de Implementação da Convenção de 1991-1993 e de 1994-1996, nos Planos estratégicos de 1997-2002, de 2003-2008 e de 2009-2015, na Resolução VII.11 da COP7 de 1999, no DOC11 da COP8 de 2002, na Recomendação VIII.25 da COP8 de 2002, e na Resolução XI.14 da COP11 de 2012 da Convenção de Ramsar.

Como exemplo, é esperado que o Brasil e a França, signatários desde 1993 e 1986, respectivamente, incluam no processo decisório o acompanhamento temporal e espacial dos sítios Ramsar em seus territórios. A intenção é caracterizar os ambientes qualitativamente e quantitativamente para que possam ser propostas ações na tomada de decisão que reduzam a vulnerabilidade das zonas úmidas a níveis mínimos, para que ela seja capaz de se adaptar às consequências dos vetores de pressão atuantes, incluindo as mudanças climáticas.

Segundo Guillaumet et al (2009), um excelente indicador do estado da biodiversidade na paisagem é a análise da dinâmica espaço-temporal de sua vegetação uma vez que a avaliação das mutações e da evolução histórica da cobertura vegetal, constituída de uma assembleia de formações vegetais, identifica as interações entre o meio natural e as ações antrópicas atuais e passadas. De acordo com os autores, esta verificação constitui o primeiro passo para a caracterização e estimação da durabilidade dos sistemas na gestão territorial.

Santos (2004), além de corroborar com os autores, complementa que esta análise constitui a fase vital de elaboração do diagnóstico ambiental. Ela discute que isso acontece porque a vegetação constitui um elemento do meio natural extremamente sensível às condições e tendências da paisagem e que reage distinta e rapidamente às variações. Seu estudo permite descrever o estado e, ao mesmo tempo, deduzir os vetores de pressão que o induzem. Em datas diferentes a avaliação do domínio, formações e tipos de cobertura vegetal permite indicar as alterações, sua direção e velocidade ao longo do tempo.

Neste contexto, com o intuito de verificar as mudanças da biodiversidade e inferir os vetores de pressão atuantes em dois sítios Ramsar, um brasileiro e outro francês, o presente capítulo analisou as dinâmicas espaciais das tipologias vegetacionais e de uso do solo nos sítios Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*).

4.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.2.1. Áreas de Estudo

O sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) localiza-se entre as coordenadas 17.26-17.52S e 57.00–57.28W. Apresenta 135.000 hectares de área de preservação do Bioma Pantanal (IBAMA, 2003) e integra o complexo de planícies de inundação e zonas úmidas de clima tropical do Brasil (TNC, 2009).

Político-administrativamente situa-se no município de Poconé (MT) e sua zona de amortecimento estende-se, além dele, pelos municípios de Cáceres (MT) e Corumbá (MS) (Figura 51a-b).

Dentro do limite do sítio Ramsar brasileiro há a Zona Intangível onde não são toleradas quaisquer alterações humanas; a Zona Primitiva, onde há mínima intervenção humana para atividades de pesquisa científica, conscientização ambiental e formas primitivas de recreação; a Zona de Uso Extensivo onde há algumas alterações humanas para fins educativos e recreativos; a Zona de Uso Intensivo com áreas naturais ou alteradas pelo homem e onde podem ser construídos centros de visitantes, museus e outros serviços; a Zona Histórico-Cultural, onde são encontradas amostras do patrimônio histórico-cultural ou arqueopaleontológico; e a Zona de Uso Especial, onde há áreas necessárias à administração, manutenção e serviços do parque e abrange habitações, oficinas e outros (IBAMA, 2003).

Na zona de amortecimento é permitido o uso de agrotóxicos da Classe IV (pouco ou muito pouco tóxicos) faixa verde, a construção de novos empreendimentos, o transporte de cargas perigosas, o cultivo do solo, atividades de turismo e cultura, a instalação de apiários com abelhas exóticas, a instalação de indústrias não poluidoras, a queima controlada para renovação de pastagem e a pesca comercial e esportiva. Todas as atividades estão sujeitas a restrições específicas com o propósito de minimizar a degradação do parque (IBAMA, 2003).

A paisagem, composta pelo mosaico de ambientes estruturados a partir das formações vegetais dos Biomas Cerrado, Chaco e Amazônia com um complexo de matas, cerradões, savanas, campos inundáveis de diversos tipos, brejos e lagoas foi descrita pelo projeto RadamBrasil (AMARAL, FONZAR, 1982), por IBGE (1992), pelo programa PROBIO (2002) e por IBAMA (2003).

O sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* localiza-se entre as coordenadas 47.16-47.28N e 2.01.30-2.21W. Apresenta 19.000 hectares do complexo de planícies de inundação e zonas úmidas de clima temperado da França (TNC, 2009) onde reúne vegetações características de quatro regiões geográficas: o Oeste atlântico, a bacia Parisiense, o norte francês e o sudoeste (MAGNANON, 1994).

O resultado é um inegável valor em termos de biodiversidade (BOULET, 2007) composta por zonas arborizadas e não arborizadas (IGN, 2013) com vegetação de *roselières* (juncos), *prairies* (pradarias inundáveis) *copis* (planos d´água mais profundos) e *piardes* (lagoas d´água pouco profundas) (PNRB, 2013).

Constitui parte do *Parc Naturel Régional de Brière* (PNRB), um parque regional francês de 47.000 hectares criado em 1970. Responsável pela sua gestão, o território funciona como sua zona de amortecimento[35] uma vez que ele regula as atividades humanas por normas e restrições específicas com o objetivo de minimizar os impactos negativos sobre a zona úmida.

O sítio integra regiões das *communes Asserac, Besne, Crossac, Guerande, Herbignac, La Baule Escoublac, La Chapelle des Marais, Missilac, Montoir de Bretagne, Pontchateau, Prinquiau, Saint Andre des Eaux, Saint Joachim, Saint Lyphard, Saint Malo de Guersac, Saint Molf, Saint Nazaire, Saint Reine de Bretagne* e *Trignac* no departamento *Loire Atlantique*, região *Pays de la Loire* da França (Figuras 51c-d).

Caracterizado como uma zona úmida urbanizada, dentro do limite do sítio Ramsar francês há atividades cultivo de cereais, pesca, caça, extração da turfa e de *roseliéres,* criações de animais domésticos (bovinos, equinos, galináceos e porcos) e turismo. O território dos pântanos *Marais de Grande Brière Mottière* pertence de forma igualitária a todos os moradores *brièrons* desde o século XV e os territórios do *Marais de Donges e Marais périphériques* da Bacia do *Brivet-Brière* constituem territórios privados (PNRB, 2010).

Todas as atividades são regulamentadas. A ocupação do solo, por exemplo, segue um esquema geral nas ilhas da Brière (*les îles de Brière*) para o melhor aproveitamento da radiação solar, para a orientação das parcelas até os canais marginais, para auxiliar a drenagem e para a conservação da identidade histórica da região (Figura 52) (MILLOT, COLLIN, 2004; PNRB, 2010).

[35] A legislação francesa não impõe que os parques naturais regionais delimitem a zona de amortecimento como acontece no Brasil. No entanto toda gestão de áreas protegidas leva em consideração o conceito de zona tampão (*zone tampon*) das diretrizes para a legislação de áreas protegidas da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN ou *International Union for Conservation of* Nature): a zona tampão constitui a área em torno de uma área protegida núcleo, manejada para ajudar a preservar os valores da área protegida (LAUSCHE, 2012).

Na região do PNRB, por outro lado, as atividades mais importantes são a indústria e a extração de sal, acompanhadas pelo estabelecimento de rodovias, construção de novos estabelecimentos e do crescimento demográfico. Sua gestão territorial é realizada tanto para a conservação do patrimônio paisagístico, cultural e natural quanto para a evolução econômica da região (SMPNRB, 2010).

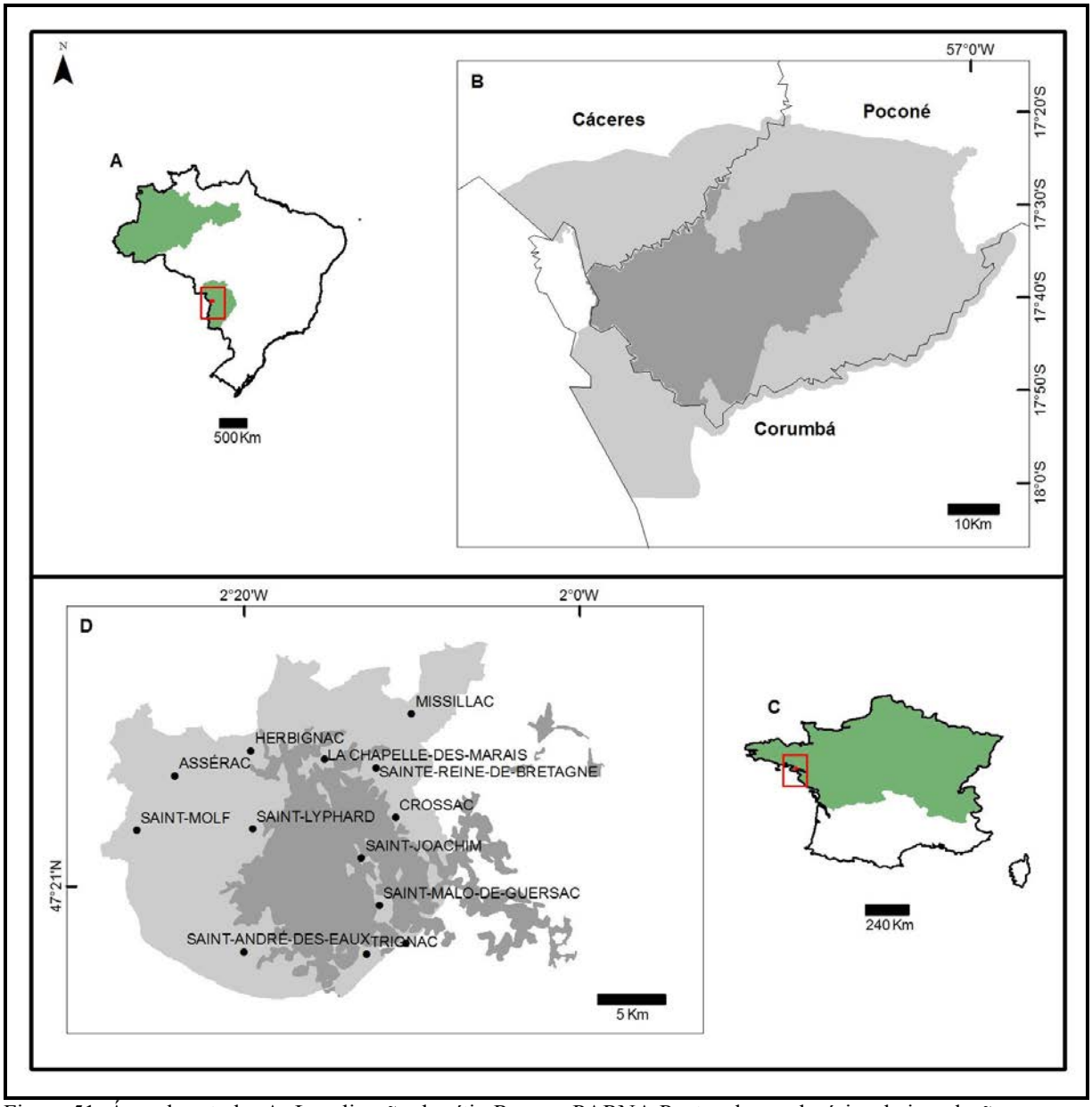

Figura 51. Área de estudo. A=Localização do sítio Ramsar PARNA Pantanal nas planícies de inundação e zonas úmidas de clima tropical (verde) no Brasil; B= Limite do sítio Ramsar (cinza escuro) e da zona de amortecimento (cinza claro) nos municípios de Cáceres (MT) e Poconé (MT) e Corumbá (MS); C=Localização do sítio Ramsar *Grande Brière* nas planícies de inundação e zonas úmidas de clima temperado (verde) na França; D=Limite do sítio Ramsar (cinza escuro), Limite do *Parc Naturel Régional de Brière* (cinza claro) e *communes* francesas (departamento *Loire Atlantique*, região *Pays de la Loire*).



Figura 52. Ocupação do solo em *Ile de Fedrun – Saint Joachim*, sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet*. Fonte: Millot e Collin (2004, p.25).

4.2.2. Dinâmica da ocupação e do uso do solo

Segundo Oszwald (2013), a ocupação do solo faz referência às propriedades biofísicas da superfície terrestre e sua utilização refere-se às funções econômicas e sociais.

Com o intuito de caracterizar a dinâmica das tipologias de ocupação e do uso do solo nas áreas de estudo, foram utilizadas cenas de imagens Landsat TM de meses secos e sub-secos para evitar a presença de nuvens e neblinas entre 1980 e 2011 (conforme sua disponibilidade e pertinência) e para a aquisição do máximo de contraste entre os elementos da paisagem (OSZWALD et al, 2012).

As imagens foram obtidas a partir das bases de dados gratuitas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Brasil e do *United States Geological Survey* (USGS) dos Estados Unidos.

Para a análise do sítio Ramsar brasileiro foram utilizadas as cenas de imagens Landsat TM5 zona 21S de 02 de novembro de 1986 e de 06 de outubro de 2011 e para a do sítio francês, foram utilizadas as cenas de imagens Landsat TM 5 zona 30N de 10 de julho de 1987 e Landsat TM 7 de 24 de julho de 2004.

As cenas foram georreferenciadas no programa ENVI 4.7 em projeção elipsoide *Universal Transverse Mercator* (UTM) e datum WGS84 com o auxílio de 40 a 50 pontos de referência retirados da base de dados georreferenciados do Google Earth. A partir delas, foram georreferenciadas as imagens da década de 80. O erro residual de decalagem aceito foi menor que um pixel (R<1.0) e correspondente à resolução espacial menor que 30 metros.

Segundo Bonn e Rochon (1996), esta correção é necessária devido às imagens criadas pelos captores dos satélites apresentarem deformações espaciais causadas pelas distorções do ambiente observado (por exemplo, curvatura da Terra, variação da altitude do sol, refração atmosférica, etc), distorções provenientes do sistema de medida e de distorções provenientes do movimento da plataforma.

Os autores explicam que a correção geométrica das imagens a partir da comparação com pontos de controle além de ser mais simples, pois determina empiricamente a função *h* a partir de certo número de amostras (os coeficientes *m* e *n* de uma imagem representada pela função $f_{(m,n)}$, sua nova posição *u* e *v* em outro sistema de coordenadas, dada pela função $g_{(u,v)}$ ao meio da função *h* são estabelecidos por um polinômio de segunda ordem ou superior) permite que o erro residual seja corrigido por meio da qualidade das amostras para a obtenção de uma precisão satisfatória.

$$g(u,v) = f(m,n)\,h(m,n;\ u,v)$$

No presente estudo, as imagens georreferenciadas foram corrigidas com mascaramento manual geográfico para a remoção de pixels provenientes de nuvens, neblinas, fumaças, traços e rastros de avião. Segundo Girard e Girard (1999), o mascaramento geográfico deve ser realizado pelo contorno das zonas irrelevantes ao estudo para que possa operar como um mascaramento lógico, onde o valor dos pixels é igual a zero.

A identificação das classes nas cenas brasileiras foi realizada com base nas composições coloridas das bandas 2, 3, 4, 5 e 7 (Figura 53a-b) e a das cenas francesas, com base nas composições coloridas das bandas 2, 3, 4, NDVI (ROUSE et al, 1974; TUCKER, 1979), NDWI (GAO, 1996) e DWV (GOND et al, 2004) (Figura 53c-d). Estes três últimos indicadores foram utilizados para a identificação das classes nas cenas do francês por conta da presença de elevada atividade urbana na zona úmida, e, por conseguinte, maior complexidade das imagens, especialmente na área do *Parc Naturel Régional de Brière*.

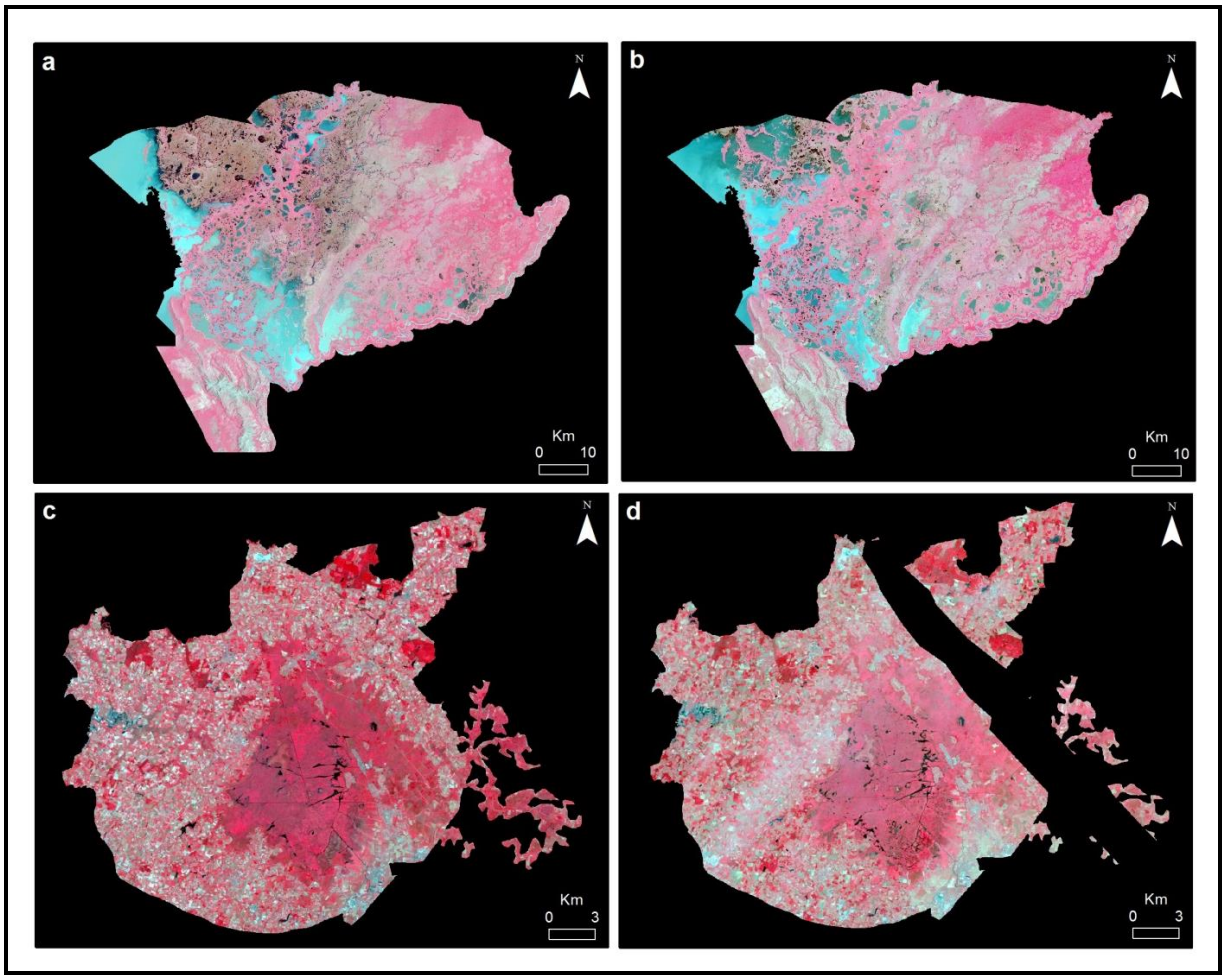

Figura 53. Composição colorida das imagens Landsat bandas 4,3,2 georreferenciadas e com nuvens retiradas do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) em 1986 (a) e 2011 (b) e do sítio Ramsar Grande Brière em 1987 (c) e 2004 (d).

O índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) é dado pela combinação dos canais infravermelho próximo (700nm a 1.3µm) e vermelho (675 nm) de forma a calcular o índice de refletância e indicar a atividade clorofiliana. O canal vermelho está localizado na região de forte absorção da clorofila enquanto o canal de infravermelho próximo situa-se no plano de refletância da vegetação (GAO, 1996). Segundo Girard e Girard (1999), o índice é sensível às variações atmosféricas e variações angulares e por isso deve ser usado com cautela, de preferência com o máximo de informações possíveis, incluindo a associação com outros modelos. É calculado pela fórmula

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

Sendo PIR= infravermelho próximo; R=vermelho

O índice de teor de água *Normalised Difference Water Index* (NDWI) segue o mesmo princípio do NDVI, mas utiliza os canais infravermelho médio (1.3 a 2.5μm) e vermelho para o cálculo do valor de refletância. Ele é dado por:

$$NDWI = \frac{MIR - R}{MIR + R}$$

Sendo MIR= infravermelho médio; R=vermelho

Finalmente, o uso do índice de diferença entre água e vegetação *Difference between the water and vegetation Index* (DWV) de Gond et al (2004) aumenta a evidência da presença de água livre e de zonas úmidas em uma região árida. Ele é calculado pela fórmula:

$$DWV = NDWI - NDVI$$

Esses índices foram utilizados no auxílio da caracterização de zonas úmidas, por exemplo, do complexo da Amazônia por Lu et al (2012) no Brasil e da *Camargue* por Dravanche (2006) na França.

No presente estudo a validade da separação das classes identificadas foi verificada por meio do teste de Jeffries-Matusita (DAVIS et al, 1978) o qual envolve as características estatísticas de cada uma das assinaturas espectrais para calcular um índice de separação. As classes foram consideradas diferentes quando o valor foi de 1.4 a 2.0 conforme Oszwald (2012).

Foi realizada a classificação dirigida por máximo de probabilidade utilizando dados prévios (fotografias georreferenciadas e pontos de controle) das visitas de terreno realizadas em outubro de 2010 e maio de 2013 no sítio brasileiro[36] e em abril e dezembro de 2012 no sítio francês. Para a identificação das classes no sítio brasileiro foram consultados os trabalhos de RadamBrasil (AMARAL, FONZAR, 1982), IBGE (1992), PROBIO (2002) e IBAMA (2003). Foram solicitadas as bases cartográficas para os quatro órgãos, entretanto apenas IBGE (1992) e PROBIO (2002) as disponibilizaram para a verificação das tipologias encontradas. O diagnóstico das tipologias da paisagem do sítio francês foi baseada nos estudos de PNRB (2010).

[36] Conforme a autorização para trabalho de campo do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – Documento nº 27019-1.

Este tipo de classificação foi escolhido porque se baseia em métodos probabilísticos que calculam a probabilidade de cada pixel da imagem em estar mais associado a uma classe que outra. As regras *bayesienne* e do máximo de probabilidade empregadas no teste permitem diminuir os riscos de erro. Ela é realizada em cinco etapas: 1) a escolha das zonas tomadas por referência com um mínimo de 200 pixels; 2) a análise estatística e radiométrica desses grupos de pixels; 3) a análise da tabela de separação; 4) a classificação propriamente dita com a avaliação da qualidade das classes pelo estudo da probabilidade; e 5) a análise do quadro de performance (GIRARD, GIRARD, 1999). A partir dela foram calculadas as porcentagens das áreas das classes encontradas (baseadas no número de pixels em cada classe).

Segundo Caloz e Collet (2001) a classificação dirigida por máximo de probabilidade é considerada a melhor porque se apoia em considerações teóricas profundas. Este método foi utilizado, por exemplo, na identificação da dinâmica de ocupação do solo brasileiro em Maçaranduba (Pará) por Oszwald et al (2011) e em Pacajá (Pará) por Oszwald et al (2012). Na França, Tourenq et al (2001) o utilizaram para caracterizar os habitats das zonas úmidas da *Camargue*.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal)

A análise da dinâmica dos elementos da paisagem das imagens Landsat do sítio Ramsar PARNA Pantanal em 1986 e em 2011 permitiu a identificação de 15 tipologias de diferentes complexidades. São elas: Solo Nu, Campo Erodido, Campo Gramíneo-Arbustivo, Savana Gramíneo-Lenhosa, Savana Arborizada, Savana Florestada, Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Úmidas, Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Muito Úmidas, Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Extremamente Úmidas, Zona Pantanosa, Floresta Estacional de Galeria Baixa, Floresta Estacional de Galeria Alta, Água com pouca presença de sedimentos, Água com muita presença de sedimentos e Água com excessiva presença de sedimentos (Figura 54).

A porcentagem de ocupação da superfície de cada uma delas no parque em 1986 e em 2011 é apresentada na Figura 55 e a porcentagem de perda ou ganho das tipologias nos territórios dos municípios de Poconé (MT), Cáceres (MT) e Corumbá (MS) é exibida na Figura 56. Por fim, a porcentagem de ocupação da superfície de cada uma delas no limite do sítio Ramsar e na zona de amortecimento em 1986 e em 2011é apresentada na Figura 57. Os valores brutos foram organizados no Apêndice B.

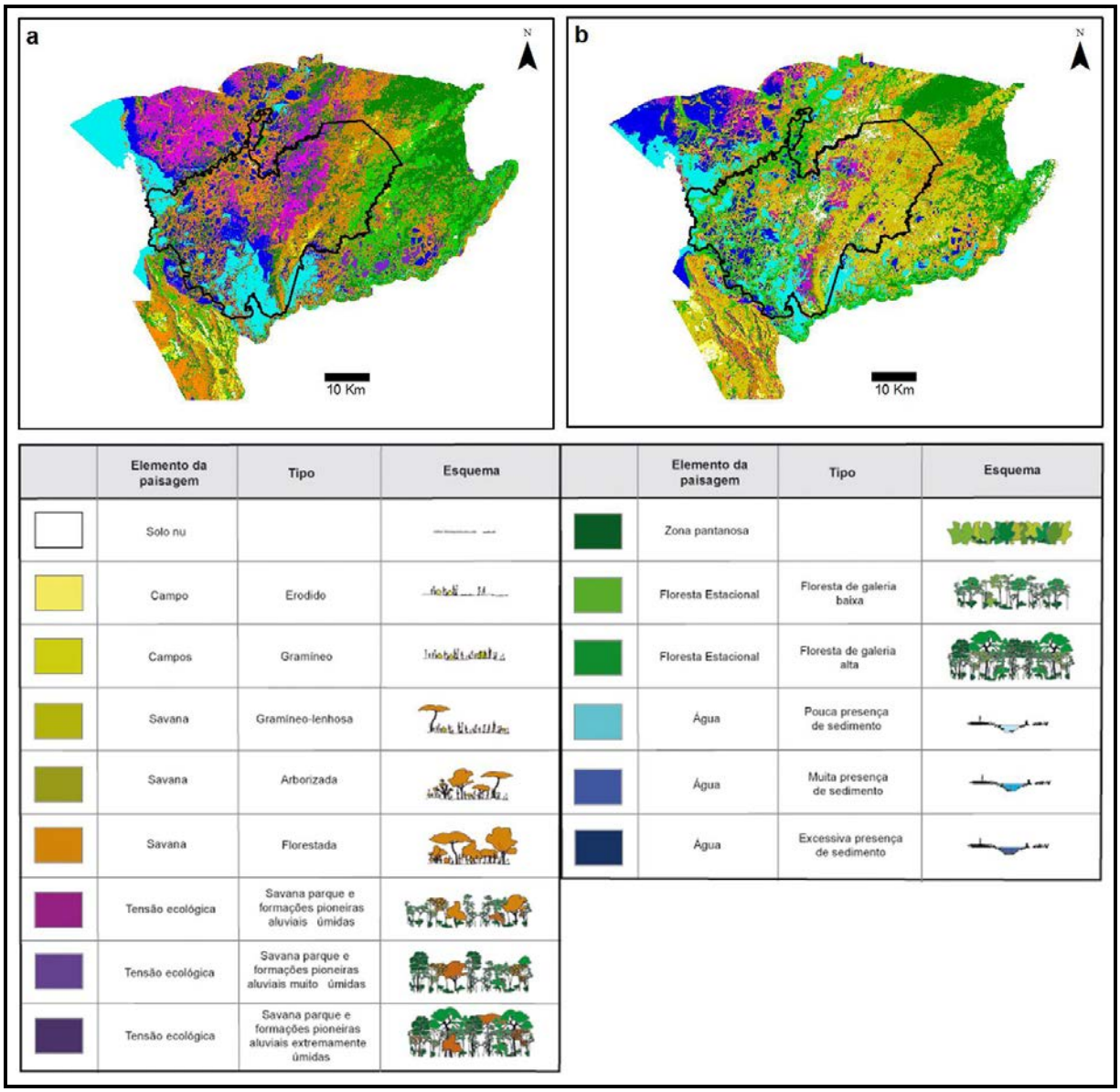

Figura 54. Tipologia da paisagem do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) em 1986 (a) e em 2011 (b). Baseado em RADAMBRASIL (AMARAL, FONZAR, 1982), IBGE (1992), PROBIO (2002), IBAMA (2003) e OSWALD et al (2012).

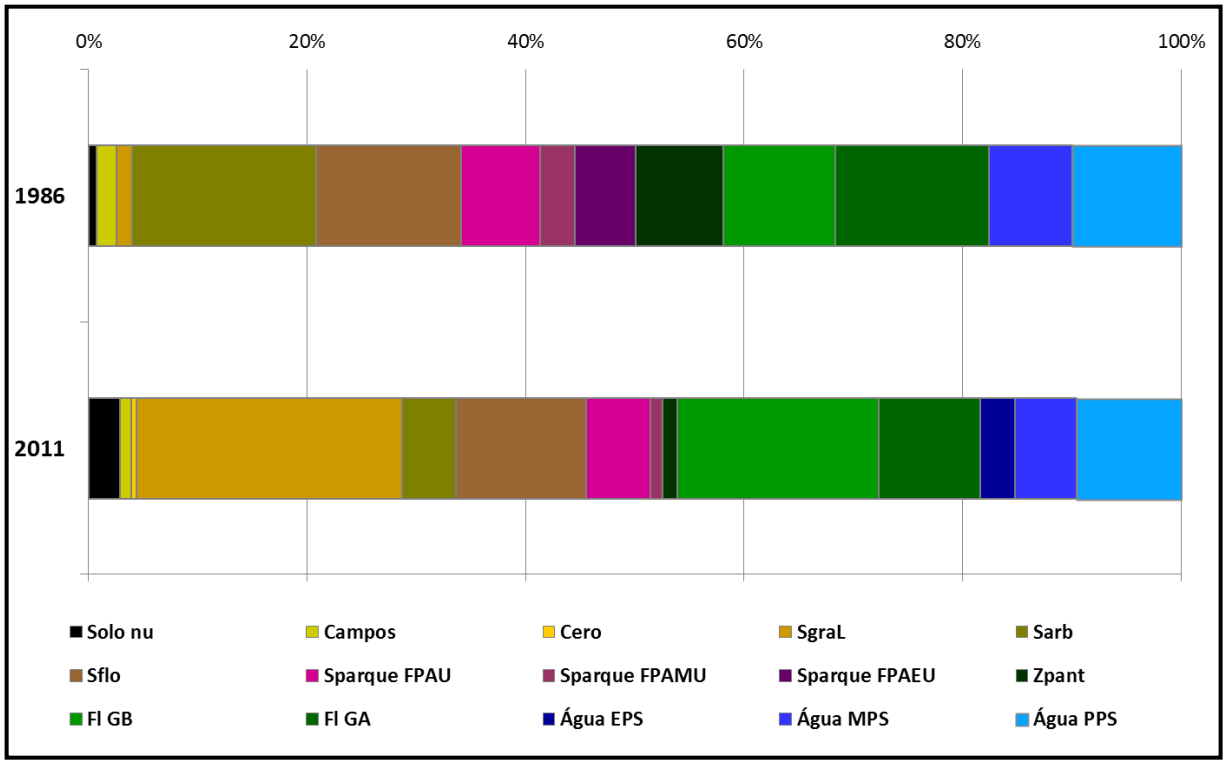

Figura 55. Dinâmica da tipologia da paisagem do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) (incluindo a zona de amortecimento) de 1986 a 2011. Solo nu=solo nu; Campos=campo gramíneo; Cero=campo erodido; SgraL=savana gramíneo-lenhosa; Sarb=savana arborizada; Sflo=savana florestada; Sparque FPAU=savana parque e formações pioneiras aluviais úmidas; Sparque FPAMU=savana parque e formações pioneiras aluviais muito húmidas; Sparque FPAEU=savana parque e formações pioneiras aluviais extremamente húmidas; Zpant=zona pantanosa; Fl GB=floresta de galeria baixa; Fl GA=floresta de galeria alta; Água EPS= água com excessiva presença de sedimento; Água MPS=água com muita presença de sedimentos; Água PPS=água com presença de sedimento.

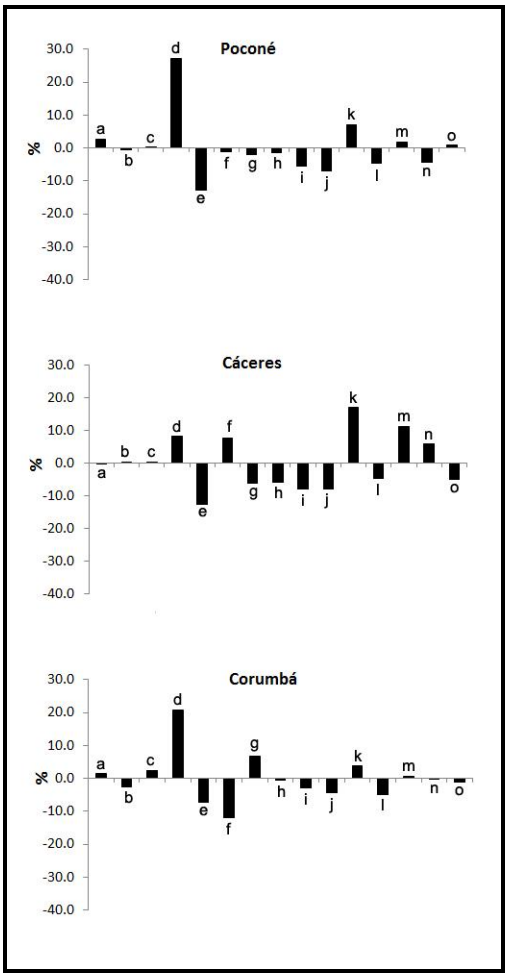

Figura 56. Dinâmica da tipologia da paisagem nos limites dos municípios que compõem o sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) (incluindo a zona de amortecimento) de 1986 a 2011 em porcentagem de área (ha). a=solo nu; b=campo gramíneo; c=campo erodido; d=savana gramíneo-lenhosa; e=savana arborizada; f=savana florestada; g=savana parque e formações pioneiras aluviais úmidas; h=savana parque e formações pioneiras aluviais muito húmidas; i=savana parque e formações pioneiras aluviais extremamente húmidas; j=zona pantanosa; k=floresta de galeria baixa; l=floresta de galeria alta; m= água com excessiva presença de sedimento; n=água com muita presença de sedimentos; o=água com presença de sedimento.

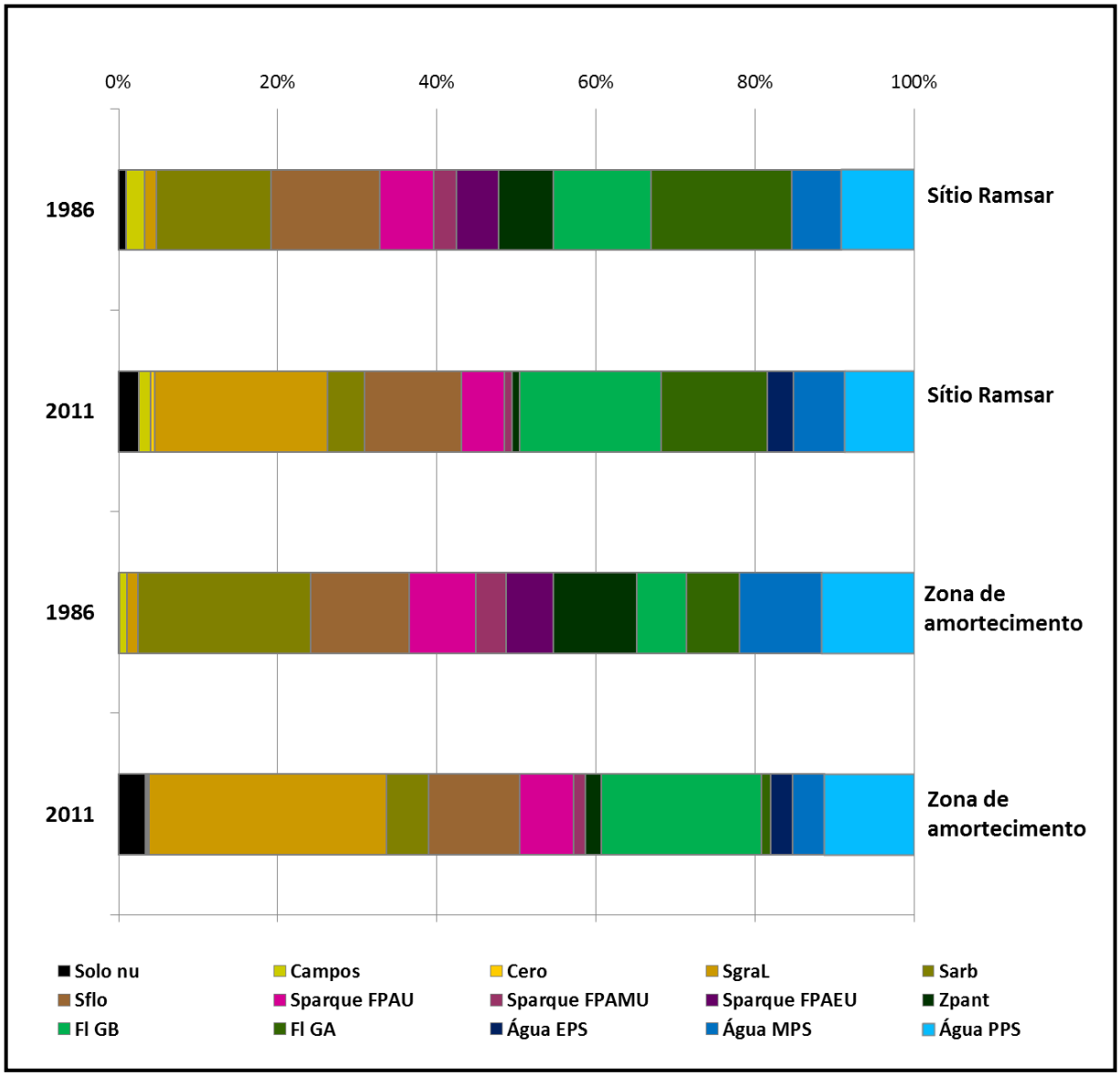

Figura 57. Dinâmica da tipologia da paisagem no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e na zona de amortecimento de 1986 a 2011. Campos=campo gramíneo; Cero=campo erodido SgraL=savana gramíneo-lenhosa; Sarb=savana arborizada; Sflo=savana florestada; Sparque FPAU=savana parque e formações pioneiras aluviais úmidas; Sparque FPAMU=savana parque e formações pioneiras aluviais muito húmidas; Sparque FPAEU=savana parque e formações pioneiras aluviais extremamente húmidas; Zpant=zona pantanosa; Fl GB=floresta de galeria baixa; Fl GA=floresta de galeria alta; Água EPS= água com excessiva presença de sedimento; Água MPS=água com muita presença de sedimentos; Água PPS=água com presença de sedimento.

Classe solo nu

A tipologia Solo Nu compreende as áreas de solo exposto, sem vegetação (Figura 54). Sua superfície no parque aumentou 302% desde 1986, quando sua área ocupava 0.70% do parque (incluindo a zona de amortecimento) (Figura 55). O território pertencente à Poconé apresentou tanto a maior porcentagem de modificação nos últimos 25 anos, quanto o maior ganho em hectares da tipologia, o que explica a maior porcentagem de alteração e de

superfície (ha) verificadas no limite do sítio Ramsar em comparação com a zona de amortecimento (Figura 57). Em Cáceres, por outro lado, houve redução de 10 ha de sua área (Figura 56).

O ganho da tipologia Solo Nu em Poconé e Corumbá pode constituir uma perturbação natural (causada por vendavais, inundações, deslizamentos, fogo espontâneo, etc) uma vez que em florestas a sucessão ocorre de maneira dinâmica. Outro motivo poderia ser uma perturbação de origem antrópica devido queimadas, corte de florestas, etc ou ainda uma mistura de ambos.

Como exemplo, no sítio Ramsar PARNA Pantanal, foram constatados 589 focos de incêndio de 2000 a 2006 sendo os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro os mais críticos (Figura 58). O maior deles aconteceu em 2005 em virtude da queda de um raio, quando 4.765 ha foram queimados no interior do parque e outros 6.870 ha na zona de amortecimento (LIMA et al, 2006).

Embora esses incêndios não expliquem diretamente o ganho em área de solo nu em 2011, sua ocorrência deve ser reconhecida como um vetor de pressão sobre a biodiversidade. Além dos incêndios de causa natural, considera-se também a existência de incêndios de origem antrópica relacionados a atividades agropastoris e extrativistas (LIMA et al, 2006). Na zona de amortecimento a queima controlada para a renovação de pastagens é permitida, durante o calendário de queima, sob autorização do Parque.

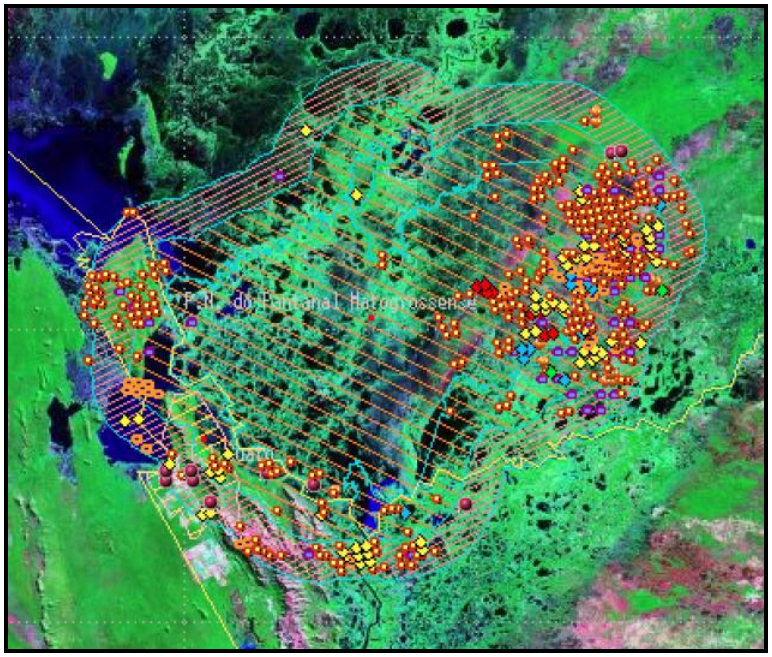

Figura 58. Focos de calor detectados por satélites no período de 01/2000 a 03/2006, na região do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense. Fonte: Lima et al (2006).

Outro exemplo relaciona-se ao desmatamento no Estado do Mato Grosso em função das distâncias da floresta com sedes de cidades e rodovias. De acordo com Dubreuil (2008) existe uma linha crescente de risco médio a forte de desflorestamento na região a montante do PARNA Pantanal, conforme o aumento da latitude (Figura 59).

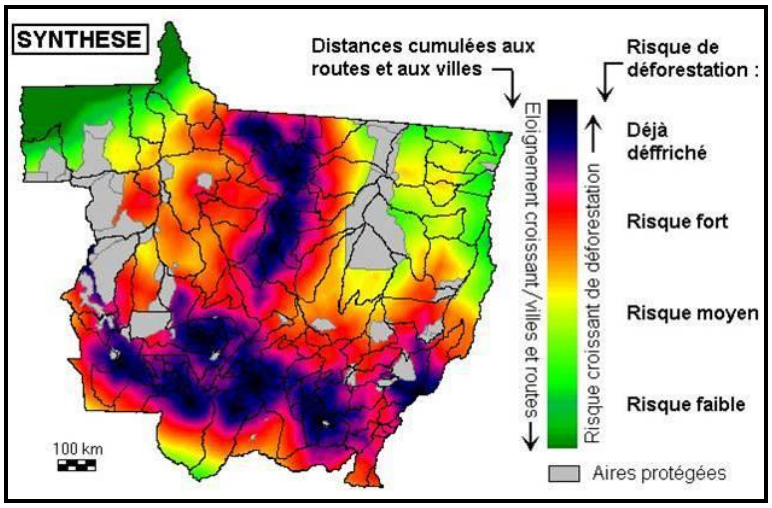

Figura 59. Carta sintética dos riscos de desmatamento em função das rodovias e das cidades no Estado do Mato Grosso. Fonte: Dubreuil (2008, p.149)

Seja por conta de um, de outro ou de ambos os tipos de perturbação, o efeito da fragmentação leva tanto à perda de biodiversidade em razão da diminuição da chegada de propágulos para o processo sucessional quanto do empobrecimento dos recursos genéticos, relacionado ao comprometimento do fluxo gênico das populações. Em consequência, há o aumento do risco de extinção das espécies (HANSK, GILPIN, 1971).

Além desses fatores, o aparecimento de solo descoberto também altera os balanços energéticos e hídricos do ambiente em razão de seu maior componente evaporativo, menor infiltração da água e maior porcentagem de escoamento superficial. Em concomitância, a ausência da cobertura vegetal interfere no balanço energético do sistema, uma vez que em solo nu a fração de radiação líquida transformada em calor sensível que vai aquecer o ar e o solo é mais elevada do que em sistemas florestais (em solo nu ela pode atingir de 30 a 50% enquanto que em florestas ela raramente ultrapassa 10%) (BLANKEN et al, 1997).

Classe campo

No sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) foram identificadas, para a classe campo, as subclasses de Campo Erodido, que corresponde

às áreas com presença de gramíneas e de processos erosivos e de Campo Gramíneo, que corresponde às áreas com presença de gramíneas e pequenos arbustos e constitui uma formação mais complexa do que a subclasse Campo Erodido.

De acordo com a Figura 55, a subclasse Campo Gramíneo teve 41% de sua área reduzida no período observado, principalmente nos territórios de Corumbá e Poconé (Figura 56). As modificações foram maiores na área de zona de amortecimento do que no Parque (Figura 57).

A subclasse campo erodido por outro lado, que não aparecia na imagem de 1986, em 2011 era distribuída em Corumbá (+1479 ha) e Poconé (+267 ha) (Figura 56), o que explica o maior acréscimo da tipologia (em porcentagem de alteração e em hectares) na zona de amortecimento em relação ao limite do sítio Ramsar (Figura 57).

Segundo Sakamoto (1997), Sakamoto et. al (2004) e Padovani (2010) em período de cheia, as áreas de campo do Pantanal servem como canal de escoamento da água e de acordo com os estudos de IBAMA (2003) nas regiões alagáveis do PARNA Pantanal essa classe pode ser formada por campos de marmiquezal devido à presença de malmequer ou girassol-do-pantanal *Aspilia latissima*, com arbustos e trepadeiras não lenhosas, entrelaçados, alguns espinhosos dos gêneros *Byttneria*, *Mimosa* e *Cissus*. Ocorrem "gramíneas cespitosas e estoloníferas, ervas semi-aquáticas emergentes e anfíbias, pequenos arbustos e trepadeiras, ou hemicriptófitas, nanofanerófitas e fanerófitas, além de algumas terófitas" (IBAMA, 2003, p.138).

No PARNA Pantanal os campos inundáveis (Figura 60) abrigam populações de jacuruxi *Dracaena paraguayensis* (espécie de lagarto semi-aquático ameaçada e endêmica), de *Tupinambis merianae* (espécie ameaçada), de jacaré-do-Pantanal *Caiman yacare* (espécie-chave endêmica e ameaçada), de *Synallaxis albilora* (ave ameaçada de extinção), do pardal *Passer domesticus* (espécie introduzida), de *Melanopareia torquata* (ave indicadora), da asa-branca *Columba picazuro* (migrante Pantanal-Chaco) e populações de *Satrapa icterophryx* e Sãojoãozinho *Pyrocephalus rubinus* (ambas migrantes Pantanal-sul do Brasil/Argentina) (IBAMA, 2003).



Figura 60. Campos inundáveis do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal). Maio de 2013. Foto da autora.

Classe savana

O estudo de PROBIO (2002) classificou três tipos de savana no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense: a Savana Gramíneo-Lenhosa, a Savana Florestada e Savana Gramíneo-Lenhosa e Florestada. Corroborando com o trabalho, no presente trabalho foram identificadas três tipologias, a Savana Gramíneo-Lenhosa, a Savana Arborizada e a Savana Florestada.

A subclasse Savana Gramíneo-Lenhosa corresponde às áreas de savana/cerrado com presença de gramíneas com pequenos fragmentos espaçados de vegetação arbórea. A Savana Arborizada corresponde às zonas de savana/cerrado com presença de árvores, constitui uma formação mais complexa do que a subclasse Savana Gramíneo-Lenhosa e é possível verificar maiores fragmentos espaçados de vegetação arbórea. Por fim, a subclasse Savana Florestada compreende as áreas de savana/cerrado com presença de floresta e constitui uma formação mais complexa do que a subclasse Savana Arborizada, sendo possível verificar grandes fragmentos pouco espaçados de vegetação arbórea (Figura 54).

De acordo com a Figura 55, as tipologias de Savana Florestada e Arborizada do sítio Ramsar PARNA Pantanal, que na década de 80 ocupavam 13% e 17% da superfície do Parque, em 2011 regrediram para 12% e 5%, respectivamente. No território de Poconé elas diminuíram 1% e 13% e em Corumbá 12% e 7%, respectivamente (Figura 56). No território

de Cáceres, a superfície de Savana Arborizada também regrediu 13% nesses 25 anos, mas a de Savana Florestada aumentou sua área em 8% (Figura 56).

Se por um lado a maior modificação da área de Savana Arborizada ocorreu dentro do limite do Parque, por outro a de Savana Florestada aconteceu na zona de amortecimento (Figura 57).

O estudo de IBAMA (2003) mostrou que em regiões de Savana Florestada (ou Cerradão onde a estrutura pode ser semelhante à de uma floresta, com árvores emergentes, árvores do sub-bosque, arbustos, ervas e trepadeiras) e de Savana Arborizada (ou de Campo Cerrado onde há árvores de baixo porte e arbustos esparsos sobre um estrato herbáceo graminoso dominante) do PARNA Pantanal a diversidade de Shannon-Wiener é extremamente elevada.

No Parque, o Cerradão fornece habitats para as populações de aves *Synallaxis albilora* (ameaçada de extinção), das espécies indicadoras pula-pula *Basileuterus hypoleucus*, arapaçu *Xyphorhynchus guttatus* e *Melanopareia torquata* e da espécie endêmica tiriba *Pyrrhura molinae* (IBAMA, 2003).

O Campo Cerrado por sua vez abriga as espécies ameaçadas de extinção *Tupinambis merianae* e o Gavião-de-penacho *Spizaetus ornatos*, as espécies raras arara-canindé *Ara ararauna* e a águia-chilena/gavião-pé-de-serra *Geranoaetus melanoleucus*, as espécies indicadoras pula-pula *Basileuterus hypoleucus* e *Cypsnagra hirundinacea* a espécie endêmica tiriba *Pyrrhura molinae* e o migrante Sabiá-póca *Turdus amaurochalinus* (Pantanal-sul do Brasil/Argentina) (IBAMA, 2003).

Por fim, a Savana Gramíneo-Lenhosa, terceira subclasse de savana identificada no PARNA Pantanal e que compreende estruturas vegetacionais menos complexas do que a Savana Florestada e a Savana Arborizada, aumentou 1.440% sua superfície de 1986 a 2011. O maior ganho ocorreu no território de Poconé (+75.580 ha), seguido por Corumbá (+12.915 ha) e Cáceres (+5.666 ha) (Figura 56). Na zona de amortecimento houve o ganho de 55.510 ha e no limite do sítio de 38.650 ha (Figura 57).

Classe tensão ecológica savana parque e formações pioneiras aluviais

Segundo IBGE (2012), a área de tensão ecológica constitui um sistema de transição entre duas ou mais regiões fitoecológicas ou tipos de vegetação. Formam-se comunidades indiferenciadas onde as floras se interpenetram constituindo: a) transições florísticas num mosaico específico ou ecótono onde os conjuntos são homogêneos ou uniformes (Figura 61)

ou b) em contatos edáficos num mosaico de áreas edáficas onde cada encrave conserva sua identidade ecológica sem se misturar (Figura 62).

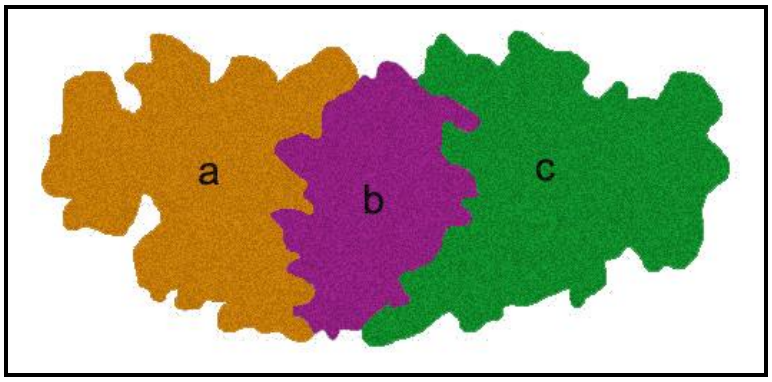

Figura 61. Modelo de uma área de tensão ecológica de Savana/Floresta Ombrófila. A=Savana, B=Ecótono, C=Floresta Estacional. Baseado em IBGE (2012).

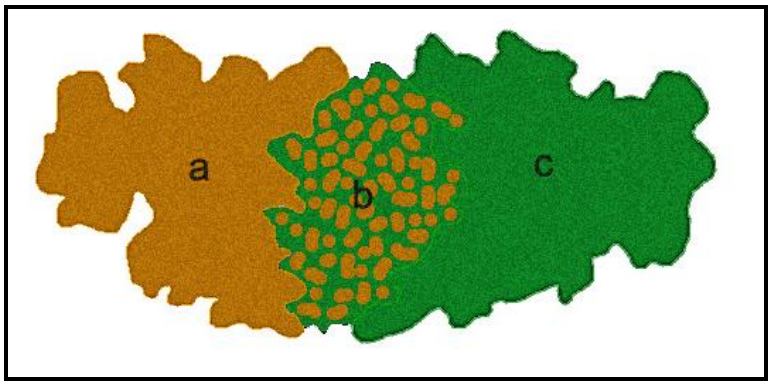

Figura 62. Modelo de uma área de tensão ecológica de Savana/Floresta Ombrófila. A=Savana, B=Encraves da Savana na Floresta, C=Floresta Estacional. Baseado em IBGE (2012).

No bioma Pantanal Silva et al (2013) identificaram oito áreas de tensão ecológica ou contatos florísticos ecótono: a Área de Tensão Savana/Floresta Estacional Decidual, a Savana/Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Semi-Decidual/Formações Pioneiras, Savana/Formações Pioneiras, Savana Estépica/Formações Pioneiras, Savana Estépica/Floresta Estacional Decidual, Savana/Savana Estépica Arborizada e a Savana/Savana Estépica Florestada. Além delas os autores também identificaram três áreas de tensão ecológica ou contatos florísticos encrave: a Área de Tensão Ecológica Savana/Floresta Estacional Decidual Submontana, de Savana/Floresta Estacional Decidual de Terras Baixas e de Savana/Floresta Estacional Semi-Decidual.

No sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) as áreas de tensão ecológica foram descritas por RadamBrasil (AMARAL, FONZAR, 1982)

como Área de Tensão Ecológica entre Savana/Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, por IBGE (1992) como Área de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Estacional e Área de Tensão Ecológica entre Savana e Savana Estépica. PROBIO (2002) identificou as Áreas: de Tensão Ecológica entre Savana e Formações Pioneiras, de Tensão Ecológica entre Floresta Estacional e Formações Pioneiras e de Tensão Ecológica entre Savana e Floresta Estacional. Silva et al (2013) por sua vez, identificaram no sítio a Área de Tensão Ecológica (ou Contatos Florísticos Ecótono) Savana/Formações Pioneiras.

No presente estudo foram identificadas, de acordo com o gradiente de umidade e de complexidade, três tipologias da vegetação de transição: a subclasse Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Úmidas, a subclasse Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Muito Úmidas e a subclasse Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Extremamente Úmidas. Nelas as floras das comunidades de Cerrado, Campo sujo e Cambarazal se interpenetram constituindo zonas de transições florísticas (Figura 54).

A tipologia Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Úmidas compreende as áreas de vegetação com um complexo úmido de savana e florestas. Localiza-se na região dos espelhos d'água formados por lagos, lagoas e represas naturais. De forma geral a área deste tipo de vegetação diminuiu 5.678 ha desde 1986. Se por um lado houve a perda de área em Poconé e Cáceres, em Corumbá houve aumento dela (Figura 56). Em relação à distribuição nas zonas do parque, a maior perda aconteceu na zona de amortecimento (-3.512 ha) (Figura 57).

A subclasse Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Muito Úmidas compreende as áreas de vegetação com um complexo muito úmido de savana e florestas. Também apresenta proximidade com os espelhos d'água formados por lagos, lagoas e represas naturais e também apresentou diminuição de sua área (Figura 55). A maior parte pertencia a Poconé seguido de Cáceres e Corumbá (Figura 56). A alteração foi maior no sítio Ramsar, embora a maior superfície total perdida tenha sido verificada na zona de amortecimento (-5509 ha) (Figura 57).

A tipologia Tensão Ecológica Savana Parque e Formações Pioneiras Aluviais Extremamente Úmidas compreende as áreas de vegetação com um complexo extremamente úmido de savana e florestas. Este tipo de vegetação, que também apresenta grande proximidade com os espelhos d'água formados por lagos, lagoas e represas naturais e que estava presente em 1986 não aparece na imagem de 2011 (Figura 55). Ela era encontrada principalmente na região de Poconé, seguida por Cáceres e Corumbá (Figura 56). Na cena

mais antiga este tipo de vegetação era mais presente na zona de amortecimento do que no parque (Figura 57).

Segundo Kelvin et al (2000), essas zonas de transição apresentam mudança direcional espacial da vegetação mais rápida do que em ambos os seus lados. Da mesma forma que podem ocorrer espécies endêmicas e o índice de diversidade pode ser maior por conta da entrada de propágulos das comunidades adjacentes, a tensão entre as comunidades vizinhas pode permitir a invasão por espécies exóticas. Os fatores dependem das condições ecológicas específicas e da ecologia das espécies presentes.

De acordo com NEPSTAD et al. (2008) nesses ambientes as taxas de mudanças ainda pouco conhecidas e o limite altamente dinâmico nos mosaicos de savanas e florestas, por exemplo, aliados às mudanças da cobertura do solo e aos eventos climáticos têm aumentado a conversão das áreas de florestas em áreas de savanas devido às florestas ficarem mais susceptíveis ao fogo.

Classe zona pantanosa

No sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) a classe zona pantanosa corresponde às áreas de vegetação baixas, úmidas e localizadas em manchas. Constitui um tipo de vegetação floristicamente diferente do contexto geral da flora dominante da região. Em 1986 ela ocupava 8% da superfície da zona úmida (incluindo a zona de amortecimento) e em 2011 passou a ocupar 1% (Figura 55). A maior redução aconteceu em Cáceres seguida de Poconé e Corumbá, embora a maior superfície modificada tenha sido em Poconé (- 13.335 ha) (Figura 56).

Em relação à análise da dinâmica na área do parque e na zona de amortecimento, a maior modificação em superfície ocorreu na zona de amortecimento e a maior alteração de 1986 a 2011 aconteceu no sítio Ramsar (Figura 57).

Classe Floresta Estacional de Galeria

De acordo com Pott (2000), Pott e Pott (2000) e Pott (2007), o sistema ripário do bioma Pantanal é extremamente dinâmico em função da perda de solo e de vegetação nas curvas côncavas concomitante à deposição de sedimentos no lado convexo dos rios. Neste há a colonização por plantas herbáceas, com sucessão para arbustos e arvoretas e trepadeiras e

posteriormente para árvores. A colonização pode acontecer em regiões afastadas do corpo d'água uma vez que o extravasamento pode chegar a mais de 30 km do litoral dos campos inundáveis e ao redor dos capões.

No sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) foram identificadas duas subclasses da floresta de galeria, a Floresta Estacional de Galeria Baixa (Figuras 54 e 63) que corresponde às áreas de formações florestais de mata de galeria baixa e a Floresta Estacional de Galeria Alta (Figuras 54 e 64) a qual compreende as áreas de formações florestais de mata de galeria alta.

A formação Floresta de Galeria Alta da zona úmida estudada que abrangia, na década de 80, 14% da superfície do sítio, em 2011 ocupava pouco mais que 9% dela (redução de 19.715 ha) e a tipologia de Floresta de Galeria Baixa, que ocupava 10% da superfície naquela época, passou a ocupar 18.5% (ganho de 33.919 ha) (Figura 55).

Embora a maior porcentagem de modificação de Floresta de Galeria Baixa tenha ocorrido no município de Cáceres e a de Floresta de Galeria Alta no município de Corumbá, o maior ganho e perda em hectares, respectivamente, de ambas as tipologias foram verificados em Poconé (Figura 56).

Em relação às zonas estudadas, tanto as maiores porcentagens de alterações quanto as maiores superfícies em hectares (ganhas ou perdidas) foram verificadas no limite do sítio Ramsar, expondo a fragilidade da Floresta Estacional da zona úmida brasileira (Figura 57).

Embora esses ambientes apresentem diversidade biológica vegetal mais baixa do que o Cerradão, por exemplo, devido espécies de ambientes secos não conseguirem desenvolver-se em ambientes inundáveis, eles são extremamente importantes para a fauna das redes ecológicas relacionadas à qualidade e disponibilidade de água (IBAMA, 2003).

No PARNA Pantanal o sistema ripário abriga, por exemplo, populações do sinimbu *Iguana iguana* (espécie de lagarto semiarborícola ameaçada e indicadora), do anuro *Bufo aff. margaritifer* (espécie indicadora), da sucuri-amarela *Eunectes notaeus* e do jacaré-do-pantanal *Caiman yacare* (ambas espécies-bandeira do Pantanal, classificadas também como espécies-chave, endêmicas, ameaçadas e guarda-chuva). Exemplos de espécies de mamíferos que habitam estes sistemas são a onça-pintada *Panthera onca* (espécie bandeira do Pantanal ameaçada de extinção), a ariranha *Pteronura brasiliensis* (ameaçada de extinção) e o tamanduá-bandeira *Myrmecophaga tridactyla* (espécie bandeira do Pantanal) (IBAMA, 2003).

Além deles o sistema ripário mantém populações de *Synallaxis albilora* (espécie de ave ameaçada de extinção) das aves raras gavião-de-penacho *Spyzaetus ornatos*, arara-

canindé *Ara ararauna* e garça-azul *Florida caerulea*, das aves indicadoras soldadinho *Antilophia galeata*, pula-pula *Basileuterus hypoleucus*, *Melanopareia torquata* e do arapaçu *Xyphorhynchus guttatus*, das espécies endêmicas formicarídeo *Cercomacra melanaria*, beija-flor *Phaetornis subochraceus* e tiriba *Pyrrhura molinae*. Abriga também populações de aves migratórias como a Águia-pescadora *Pandion haliaetus* (oriunda do Hemisfério Norte), do colhereiro *Platalea ajaja,* do sãojoãozinho *Pyrocephalus rubinus,* do Sabiá-póca *Turdus amaurochalinus* (os três migrantes Pantanal-sul do Brasil/Argentina) e de *Serpophaga munda* (migrante Cordilheira dos Andes/Pantanal) (IBAMA, 2003).



Figura 63. Floresta de galeria baixa na margem esquerda do rio Cuiabá, sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal). Maio de 2013. Foto da autora.



Figura 64. Floresta de galeria alta na margem direita do rio Cuiabá, sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal). Maio de 2013. Foto da autora.

Classe água

O complexo hidrológico do Pantanal compreende áreas permanentemente alagadas, formadas por rios perenes de drenagem divergente e convergente e corixos, lagos e lagoas (baías) alimentadas por cursos d'água ou canais temporários e áreas temporariamente alagadas, formadas por córregos, vazantes e lagoas de meandros marginais alimentados por cursos d'água e chuva (IBGE, 2003).

Os corixos, formados durante a época de cheia e que permanecem navegáveis durante parte do ano, constituem hábitats de populações de pecaparra *Heliornis fulica* (ave rara), de *Melanopareia torquata* (ave indicadora) e do Maçariquinho *Triga solitaria* (ave migratória oriunda do Hemisfério Norte) no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) (IBGE, 2003).

Nas baías do PARNA Pantanal são encontradas populações de aves migratórias oriundas do Hemisfério Norte Águia-pescadora *Pandion haliaetus*, Bate-bunda *Actitis macularia*, Maçarico *Tringa flavipes* e Maçariquinho *Tringa solitaria*, de aves migratórias do sistema Pantanal-sul do Brasil/Argentina cabeça-seca *Mycteria americana* e o colhereiro *Platalea ajaja* e ainda populações de asa-branca *Columba picazuro* (migratória do sistema Pantanal-Chaco).

Nesses ambientes o sedimento constitui um importante compartimento do complexo hidrológico onde são depositados, ao longo da evolução, camadas com compostos químicos e estruturas biológicas provenientes da decomposição da flora, fauna e organismos associados, da poluição gerada por efluentes domésticos ou industriais de comunidades do entorno e pela carga difusa urbana e agrícola advindas da drenagem de fertilizantes, agrotóxicos, fezes de animais e material em suspensão. Esses compostos, juntamente com o regime de inundação, determinam as singularidades dos hábitats.

No sítio Ramsar PARNA Pantanal a análise das imagens de satélite de 1986 e de 2011 permitiu identificar três tipologias da classe água: a subclasse Água com Pouca Presença de Sedimentos que corresponde aos espelhos d'água com pouca presença de sedimentos, a subclasse Água com Muita Presença de Sedimentos que corresponde aos espelhos d'água com muita presença de sedimentos e a subclasse Água com Excessiva Presença de Sedimentos que por sua vez, corresponde aos espelhos d'água com excessiva presença de sedimentos (Figura 54).

De acordo com a Figura 55, as subclasses Água com Muita Presença de Sedimentos e Água com Pouca Presença de Sedimentos aumentaram, respectivamente, 26% e 4% suas áreas nesses 25 anos. A subclasse Água com Excessiva Presença de Sedimentos que não existia em 1986, passou a ocupar principalmente o complexo hidrológico de Cáceres (Figura 56).

Em relação à alteração nas zonas do parque, a zona de amortecimento destacou-se pelo ganho em área de Água com Excessiva Presença de Sedimentos e de Água com Muita Presença de Sedimentos e pela perda da tipologia Água com Pouca Presença de Sedimentos (Figura 57).

De acordo com Oliveira e Calheiros (1997), altas concentrações de sedimentos suspensos na coluna d´água alteram a penetração da luz e afetam o desenvolvimento do perifíton, importante recurso alimentar para larvas de peixes e outros organismos. Este evento foi observado no rio pantaneiro Taquari por Oliveira e Rodriguez (2002), onde a maior quantidade de sólidos suspensos na água, o maior fluxo e a maior quantidade de sedimento retida nas macrófitas acarretaram a menor biomassa fotossintética.

Sistemas aquáticos com alta concentração de matéria orgânica possibilitam a seleção de comunidades de organismos tolerantes à eutrofização como os macroinvertebrados bentônicos Chironomidae, Nematoda e Oligochaeta (CALLISTO et al, 2001). No PARNA Pantanal estes foram identificados por IBAMA (2003) principalmente nas baías, lagoas e corixos e nos rios Paraguai e São Lourenço.

A presença de metais pesados cromo, prata, cobre, manganês, ferro, cobalto, níquel, cádmio, chumbo, zinco nos sedimentos e água dos rios do Pantanal foi apresentada por Sampaio (2003). De acordo com a pesquisa do autor, os níveis de contaminação de ferro, cobre e magnésio no sedimento e de prata, cobre, cádmio, zinco, cromo e níquel na água estão acima do permitido pela Resolução CONAMA 20/86 para a proteção das comunidades aquáticas.

Por fim, outro fator de igual importância que regula a biocenose dos sistemas rio-planície de inundação é o clima local. A precipitação, por exemplo, influencia tanto a amplitude dos pulsos de inundação – que por sua vez altera a concentração de soluto na coluna d'água no período das cheias, promove o comportamento semi-lótico das lagoas nas cheias durante a coalescência com o canal principal e a planície de inundação, promove a substituição de espécies da comunidade perifítica entre períodos de cheia e estiagem

(LÁZARO, 2010) - quanto a oscilação imediata dos lençóis freáticos que abastecem as lagoas[37] pantaneiras (GRADELA, 2008).

Nas lagoas temporárias o aumento da temperatura, isoladamente ou em conjunto com a eutrofização e a turbidez, afeta populações de anfíbios (COLLINS, CRUMP, 2009) por meio da morte de ovos e girinos relacionada ao ressecamento dos corpos d´água e ao ataque de predadores terrestres (COSTA et al, 2012).

4.3.2. Sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)*

A análise da dinâmica dos elementos da paisagem das imagens LANDSAT 5 do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* em 1987 e em 2004 permitiu a identificação de 15 tipologias de diferentes complexidades: Solo nu, Gramíneas, *Prairie*, *Roseliéres* gramíneo, *Roseliéres* arborizada, *Roseliéres* florestada, Floresta, Vegetação de *marais*, *Piardes* e *copis*, Água com presença de sedimento, Água com muito sedimento, Água com excesso de sedimentos, Zona urbana industrial, Zona urbana residencial e Cultura (Figura 65).

A porcentagem de ocupação da superfície de cada uma delas no parque em 1987 e em 2004 é apresentada na Figura 66 e as porcentagens de perda ou ganho das tipologias nos territórios dos municípios são exibidas nas Figuras 67 e 68. Por fim, a porcentagem de ocupação da superfície de cada uma delas no limite do sítio Ramsar e na zona de amortecimento em 1987 e em 2004 é apresentada na Figura 69. Os valores brutos foram organizados no Apêndice B.

[37] As lagoas podem ser classificadas de acordo com sua ligação ao sistema hidrológico durante o período de enchentes como as que anualmente estabelecem contato superficial, as que apresentam esse contato somente durante o período mais expressivo de enchentes e as que nunca ou excepcionalmente estabelecem o contato. As com composição ligeiramente ácidas ou ligeiramente alcalinas são denominadas baias, as com composição mais concentradas e alcalinas são denominadas salinas (MOURÃO, 1989) e as que apresentam índices de pH com alta variabilidade durante os períodos de sazonalidade anual, por sua vez, são denominadas salitradas (REZENDE FILHO, 2006).

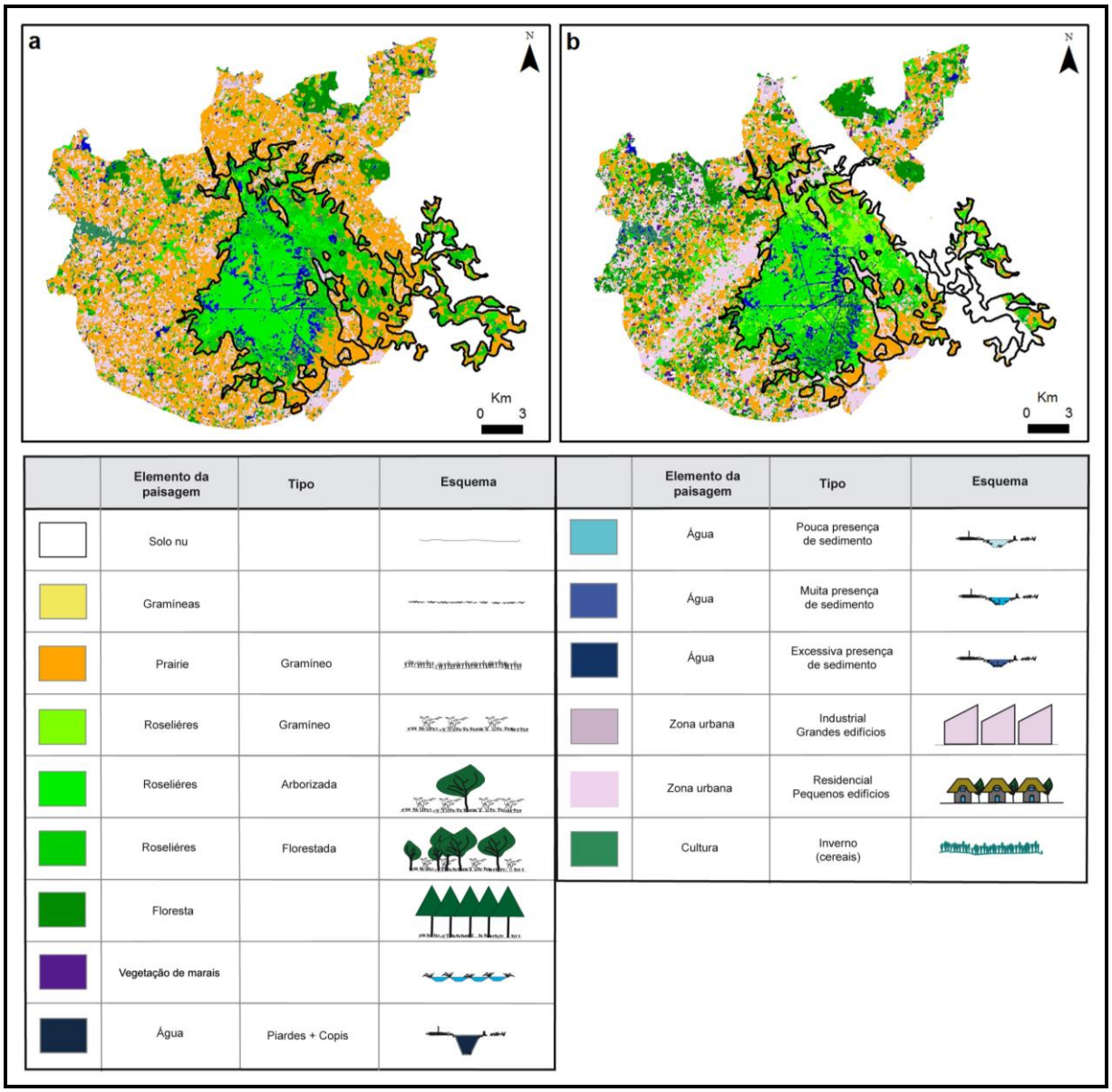

Figura 65. Tipologia da paisagem do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) (delimitado em preto) e da zona de amortecimento (restante do *Parc Naturel Régional de Brière* -PNRB) em 1987 (a) e em 2004 (b), neste foram retiradas as nuvens.

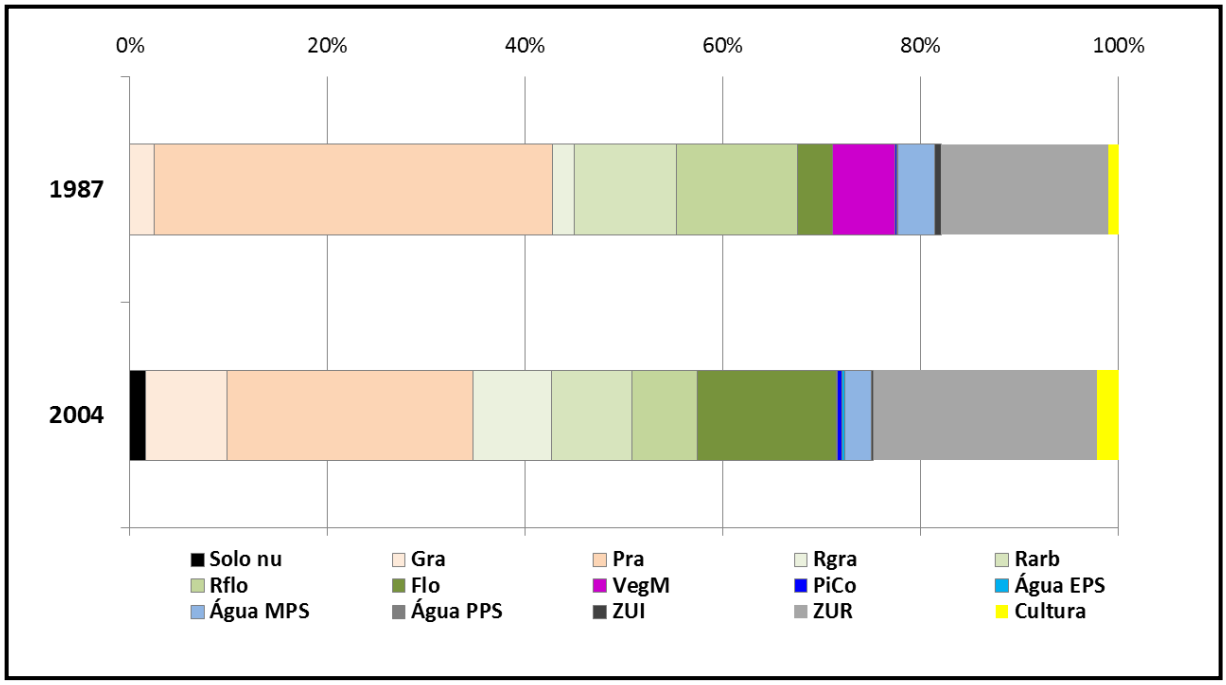

Figura 66. Dinâmica da tipologia da paisagem do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) (incluindo a zona de amortecimento) de 1987 a 2004. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramíneas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roseliéres gramíneo; Rarb=Roseliéres arborizada; Rflo= Roseliéres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de *marais*; PiCo=Piardes + copis; Água PPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água EPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura.

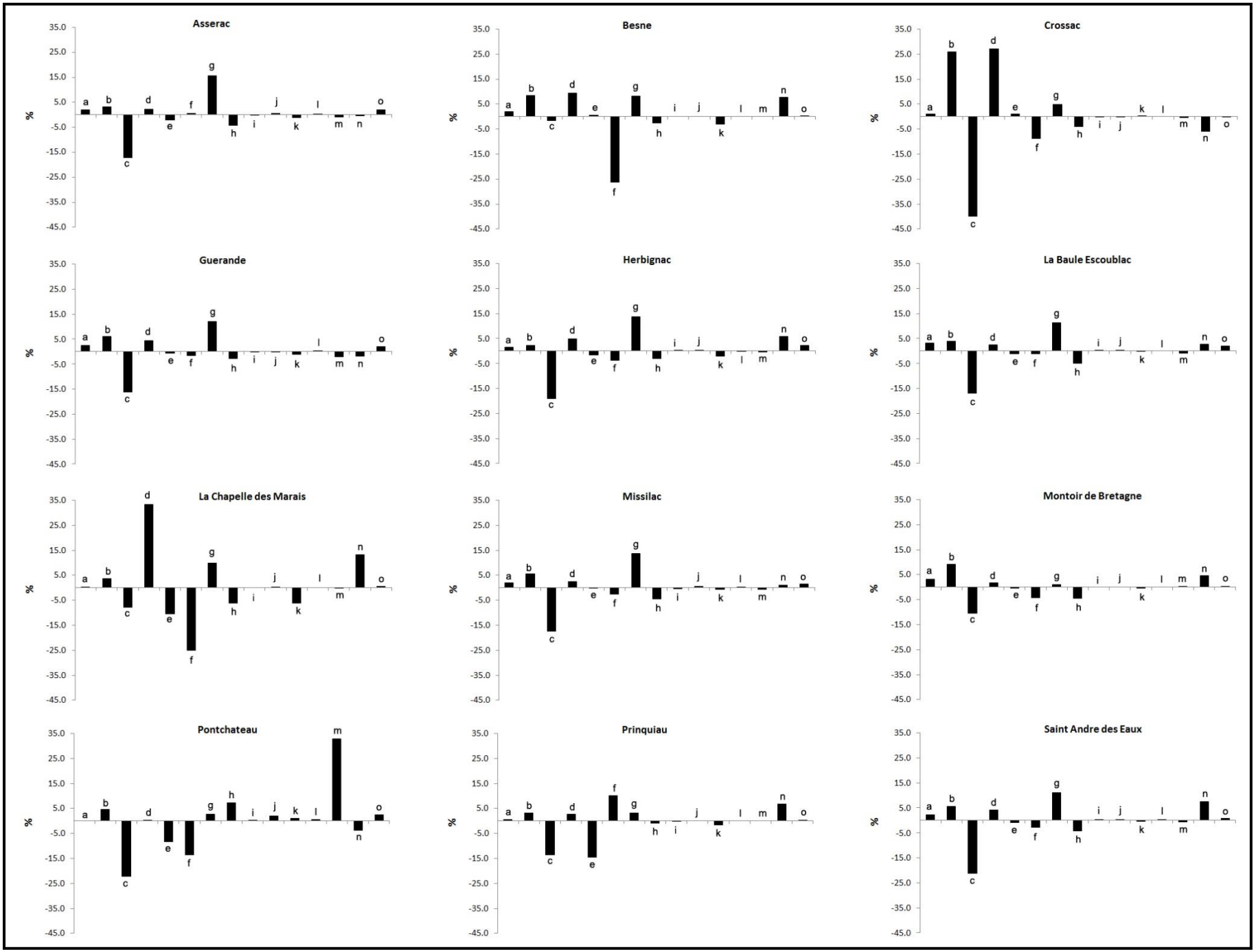

Figura 67. Dinâmica da tipologia da paisagem nos municípios do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) (incluindo a zona de amortecimento) de 1987 a 2004.
a=Solo nu;
b=Gramíneas;
c=Prairie;
d= *Roseliéres* gramíneo;
e=*Roseliéres* arborizada;
f= *Roseliéres* florestada;
g= Floresta;
h=Vegetação de marais;
i=*Piardes + copis*;
j=Agua com presença de sedimento;
k=Agua com muito sedimento;
l=Agua com excesso de sedimentos;
m=Zona urbana industrial;
n=Zona urbana residencial;
o=Cultura.

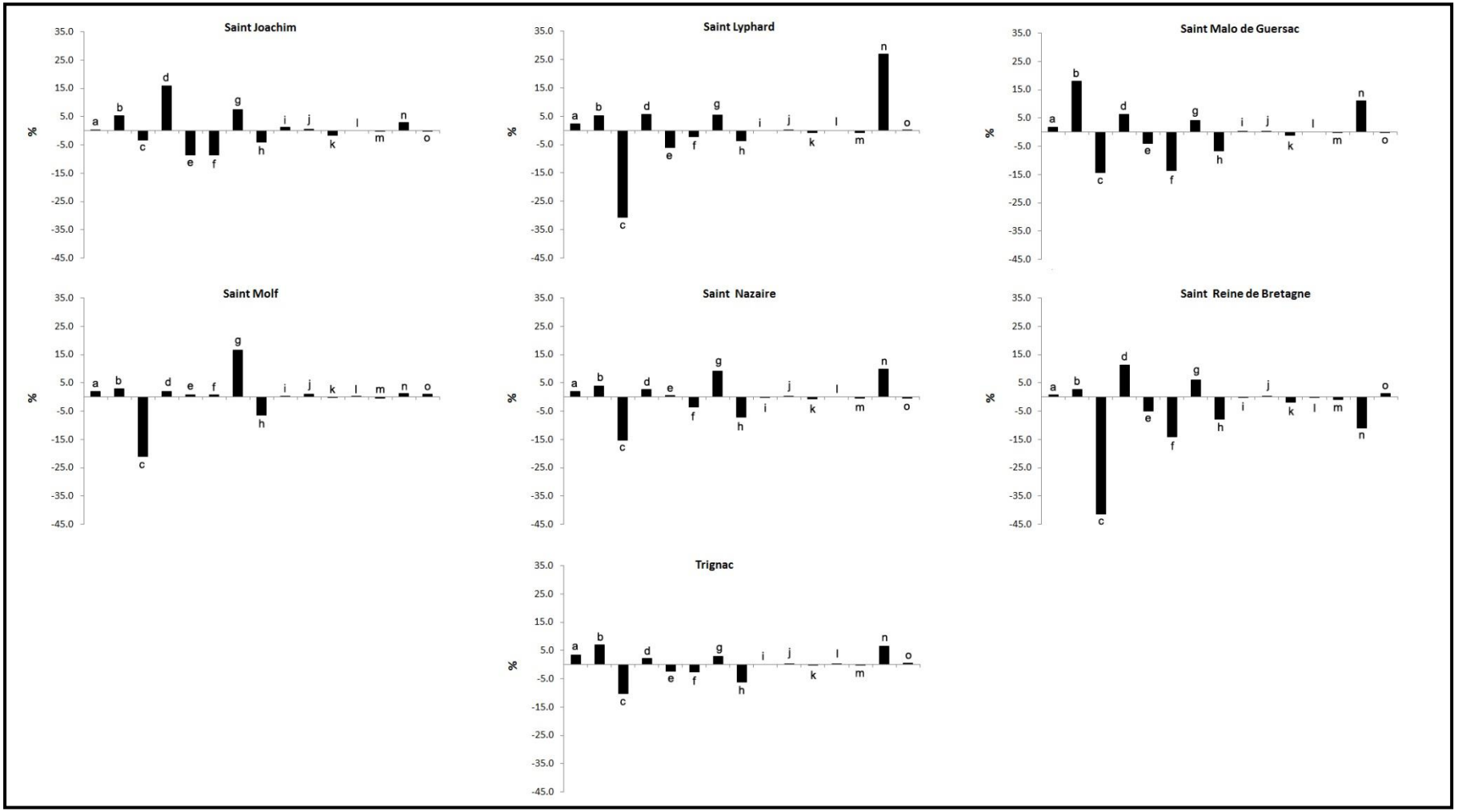

Figura 68. Dinâmica da tipologia da paisagem nos municípios do sítio *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière)* (incluindo a zona de amortecimento) de 1987 a 2004.
a=Solo nu;
b=Gramíneas;
c=Prairie;
d= *Roselieres* gramíneo;
e=*Roselieres* arborizada;
f= *Roselieres* florestada;
g= Floresta;
h=Vegetação de marais;
i=*Piardes + copis*;
j=Agua com presença de sedimento;
k=Agua com muito sedimento;
l=Agua com excesso de sedimentos;
m=Zona urbana industrial;
n=Zona urbana residencial;
o=Cultura.

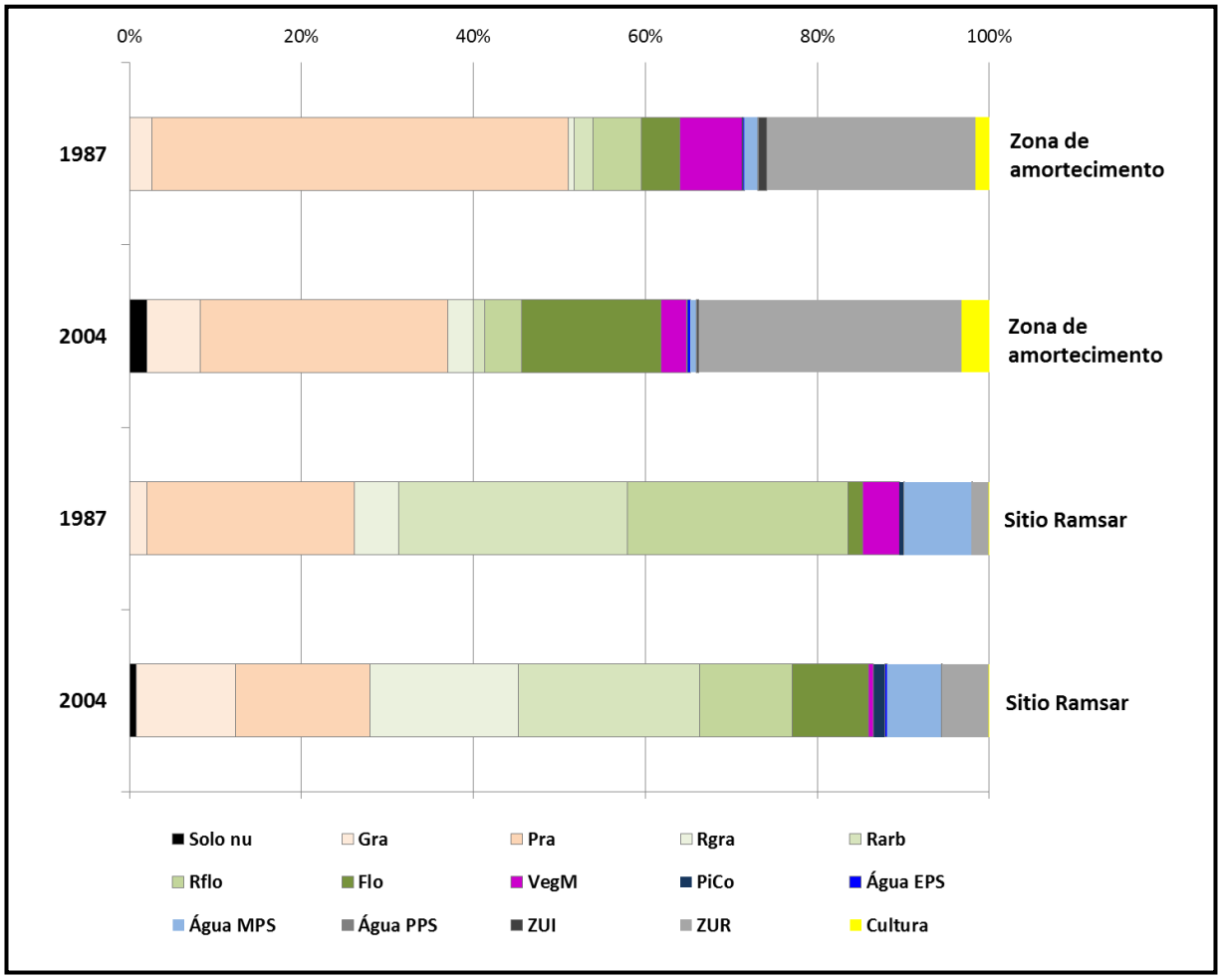

Figura 69. Dinâmica da tipologia da paisagem do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) e da zona de amortecimento de 1987 a 2004. Solo nu=Solo nu; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra=Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo=Roselieres florestada; Flo=Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura.

Classe Solo nu

A tipologia Solo Nu do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)* compreende as áreas de terreno exposto, sem vegetação (Figura 65). Sua superfície na zona úmida, que não aparecia na imagem de 1987 compreendeu 620 ha em 2004 (Figura 66) sendo 561 ha pertencentes à zona de amortecimento (território do *Parc Naturel Regional de Brière* - PNRB), onde a porcentagem de alteração foi aproximadamente três vezes maior do que no sítio Ramsar (Figura 69).

Os municípios onde houve maior modificação da área foram, respectivamente, *La Baule Escoublac*, *Montoir de Bretagne* e *Trignac* e os maiores ganhos em hectares ocorreram, respectivamente, em *Herbignac* (+107 ha), *Guérande* (+96 ha) e em *Missilac* (+93 ha). No território de *Pontchateau* não foi identificada a alteração desta tipologia (Figuras 67 e 68).

Assim como no sítio Ramsar brasileiro Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, o ganho da tipologia Solo Nu no sítio francês pode constituir uma perturbação natural (causada por vendavais, inundações, fogo espontâneo, etc), uma perturbação antrópica devido o corte de espécies vegetais para novas infraestruturas ou ainda uma mistura de ambos.

De acordo com SMPNRB (2010), a evolução das infraestruturas na região está ligada com a evolução demográfica e com o crescimento da rede rodoviária no perímetro do *Parc Naturel Regional de Brière*.

Nos dois sítios o aumento da tipologia Solo Nu representa a perda da biodiversidade, o risco de extinção e a alteração e a alteração dos balanços energéticos e hídricos do ambiente, conforme discutido anteriormente. No entanto, na zona úmida francesa, esta classe contribui com o maior aquecimento atmosférico não somente por conta da maior taxa de radiação líquida transformada em calor sensível (em relação às áreas com presença de espécies vegetais), mas também devido a menor refletância de raios solares em comparação com superfícies de neve durante o inverno.

Classe Gramíneas

A classe gramíneas do sítio Ramsar *Grande Brière* corresponde às áreas com presença de gramíneas e de processos erosivos (Figura 65). Durante o período estudado sua área aumentou 239% (Figura 66). Modificações mais acentuadas ocorreram em *Crossac* e em *Saint Malo de Guersac* e os maiores valores em hectares ganhos ocorreram, respectivamente, nos territórios de *Saint Joachim* (+466 ha), *Saint Malo de Guersac* (+278 ha)*, Guérande* (+222 ha) e *Missilac* (+207 ha) (Figuras 67 e 68). Na superfície do território do sítio Ramsar *Grande Brière* a porcentagem de alteração desta classe foi aproximadamente três vezes maior da ocorrida na zona de amortecimento (Figura 69).

Na região do *Parc Naturel Regional de Brière* as áreas de gramíneas compreendem a áreas de pasto nas zonas de pecuária intensiva (Figura 70). A região mais rural compreende os municípios de *Crossac, Missilac, Sainte Reine de Bretagne, Pontchateau* e de *Besne* (SMPNRB, 2010).

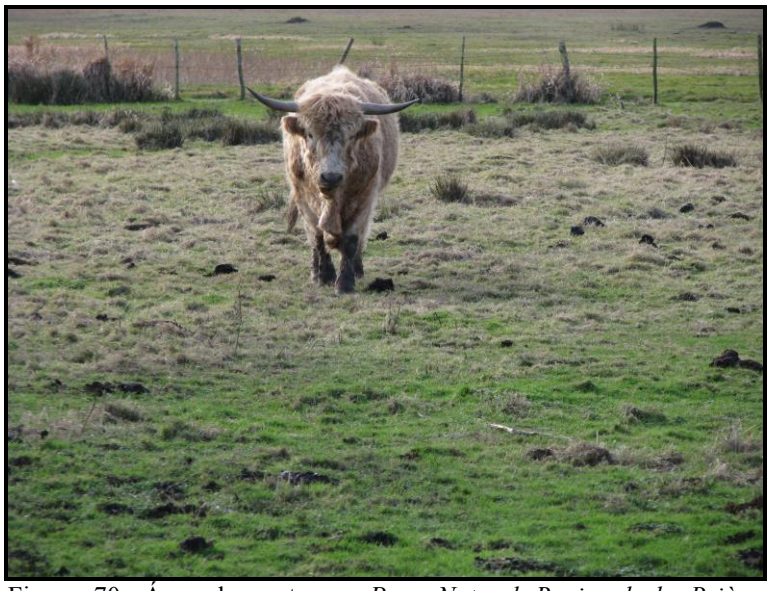

Figura 70. Área de pasto no *Parc Naturel Regional de Brière.* Dezembro de 2012. Foto cedida por M.M. Passos.

Classe *Prairie*

A tipologia *prairie* corresponde às áreas com uma paisagem uniforme característica de pradarias naturais inundáveis (Figuras 65 e 71). Segundo Boulet (2007) ela constitui o "núcleo funcional" dos pântanos da bacia Brière-Brivet na Loire-Atlantique, um dos mais notórios da Europa, moldada pelas atividades dos *briérons* (habitantes da comunidade tradicional) ao longo dos séculos.

A classe, que correspondia a 40% do limite da área estudada em 1987, em 2004 compreendia 25% dele (Figura 66). Houve modificação da superfície em todos os municípios, com destaque para *Crossac, Saint Lyphard, Pontchateau* e *Saint Andre des Eaux* (Figuras 67 e 68), embora os maiores valores em área tenham ocorrido, respectivamente, em *Herbignac* (-1474 ha)*, Missilac* (-1399 ha) e *Crossac* (-1290 ha). Na superfície da zona de amortecimento a alteração da classe *prairie* foi mais que o dobro da ocorrida no limite do sítio Ramsar *Grande Brière* (Figura 69).

De acordo com Boulet (2007), a diminuição desta classe está relacionada ao aumento da superfície da classe *roselières*, a qual vem avançando no território *brièron* (Figura 72).

A *prairie* constitui o hábitat de espécies vegetais como a guimauve *Althaea officinalis,* o trevo marítimo (trèfle maritime) *Trifolium squamosum,* o agrostis *Agrostis stolonifera,* a glycérie flottante *Glyceria fluitans,* a pesse d´eau *Hippuris vulgaris,* o vime (scirpe à nombreuses tiges) *Eleocharis multicaulis* e a grama de algodão (linaigrette) *Trichophorum sp*.. Entre as espécies animais destacam-se a doninha da Europa (belette d'Europe) Mustela

nivalis, a doninha hermine *Mustela erminea,* a raposa (renard) *Vulpes vulpes* e a lebre da Europa (lièvre d´Europe) *Lepus europaeus* (BERNARD et al, 2010).

A cobertura vegetal da *prairie* também abriga os locais de desova dos anfíbios rã ágil (grenouille agile) *Rana dalmatina*, espécie protegida pela Diretiva 92/43/CEE relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens e a rã verde (grenouille verte) *Rana lessonae* (BOULET, 2007).

Serve como local de nidificação da guifette noire *Chlidonias niger* espécie de ave vulnerável e protegida pela Diretiva europeia 2009/147/CE, pela Convenção de Berne e pela Convenção de Bonn e da ave garganta-azul-espelhado (gorgebleue à miroir de Nantes) *Luscinia svecica namnetum,* também protegida pela Diretiva europeia 2009/147/CE e pela Convenção de Berne.

Além da importância ecológica, as *prairies* apresentam valor agronômico (MAGNANON, 1991). No *Parc Naturel Regional de Brière*, a pecuária extensiva nas pradarias inundáveis constitui a ferramenta de gestão mais importante para sua conservação (BOULET, 2007) uma vez que representa uma forma de impedir o avanço da urbanização do território (PNRB, 2001).

Outra importância é em relação ao estoque e sequestro de carbono para a mitigação das mudanças climáticas. Globalmente as pradarias estocam oito por cento do carbono mundial (HOUGHTON et al, 2001) e, ao mesmo tempo, apresentam um elevado potencial de sequestro do elemento devido sua insaturação relacionada às perdas históricas (STEINFELD et al, 2006).



Figura 71. Área de *prairie* em *Saint Joachim*, *Parc Naturel Regional de Brière.* Abril de 2012. Foto da autora.

Classe *Roseliéres*

As áreas de *roselieres* (Figura 72) constituem a metade da superfície dos *marais* (pântanos) *brièrons*, principalmente na *Grande Brière Mottière* e nos marais da *Boulaie*. Caracterizada como paisagem símbolo da região, é constituída principalmente pelo roseau *Phragmites australis*, uma espécie de gramínea de 1.5 a 2 metros de altura com folhas longas e afiladas (MILLOT, COLLIN, 2004).



Figura 72. Campo de *roseliéres* e um indivíduo de *Heron* sp. em *Saint Joachim*, *Parc Naturel Regional de Brière.* Dezembro de 2012. Foto da autora.

No presente estudo foram identificadas três subclasses da Classe *Roseliéres*: a *Roseliéres* Gramíneo, a *Roseliéres* Arborizada e a *Roseliéres* Florestada.

A subclasse *Roseliéres* Gramíneo corresponde às áreas com mosaico de roseau e de gramíneas (pastagem ou *prairie*), a de *Roseliéres* Arborizada constitui um mosaico espaçado de roseau e espécies arbóreas e a tipologia *Roseliéres* Florestada é composta pelo roseau e espécies arbóreas em maior abundancia e proximidade, constituindo uma classe mais complexa que as duas primeiras (Figura 65).

Na zona úmida estudada, enquanto a subclasse *Roseliéres* Gramíneo aumentou 269% sua área de 1987 a 2011, as subclasses *Roseliéres* Arborizada e *Roseliéres* Florestada tiveram sua superfície reduzida em 21% e 46%, respectivamente (Figura 66).

As maiores modificações das áreas de *Roseliéres* Gramíneo ocorreram, respectivamente, em *La Chapelle des Marais* e em *Crossac* (Figuras 67 e 68). Em relação ao ganho em superfície, destacaram-se *Saint Joachim* (+763 ha) e *La Chapelle des Marais* (+475

ha). Ressalta-se que *Pontchateau* foi o único município onde houve perda da tipologia (Figura 67d). A porcentagem da mudança da paisagem no território do sítio Ramsar foi mais de cinco vezes maior do que na zona de amortecimento (Figura 69).

O avanço dos mosaicos de *roseliéres* e *prairies* relaciona-se com a invasão do roseau *P. australis* e da *Baldingera arundinacea* (Figuras 73 e 74). Ambas são capazes de colonizar uma variedade de habitats e de formarem densas populações quase monoespecíficas em áreas expostas no verão (DUPONT, 1971; NATURA 2000, 2007; BOULET, 2007).

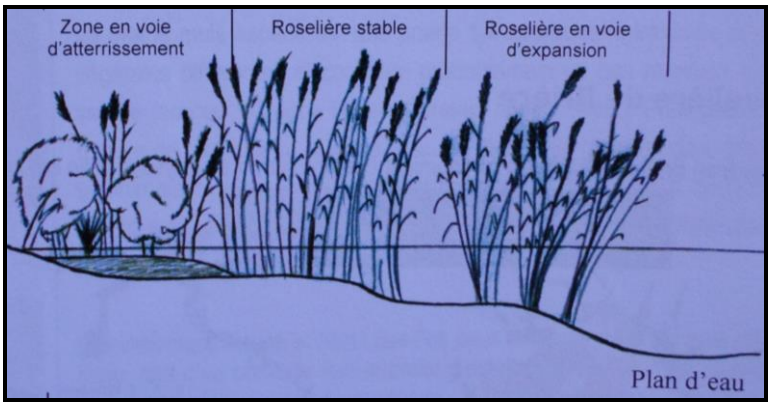

Figura 73. Esquema da invasão das *roselières* nas zonas de inundação das *prairies* na região do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*). Fonte: PNRB (2010)



Figura 74. Invasão das *roselières* nas zonas de inundação das *prairies* em *Saint Joachim*, *Parc Naturel Regional de Brière.* Foto da autora, abril de 2012.

Em menor medida, outra espécie bem instalada na região e capaz de formar aglomerados entre a *prairie* úmida e as grandes *roseliéres* é a tiririca ou corcunda (carex en touradon) *Carex elata* (BOULET, 2007). Em áreas menos expostas são também encontrados

o mallet *Typha angustifólia,* o junco do lago *Scirpus lacustres,* a grande glyceria *Glyceria maxima*, o rubanier *Sparganium ramosum* e o ros *Cladium mariscus* (NATURA 2000, 2007).

Em relação à subclasse de *Roseliéres* Arborizada, ela correspondia a 10% do território total estudado em 1987 e passou a compreender 8% dele em 2004 (Figura 66). *Prinquiau* foi o município onde houve a maior modificação de área, mas *Saint Joachim* apresentou a maior perda em hectares (-763 ha) (Figuras 67e e 68e). Uma vez que o limite de *Saint Joachim* está completamente inserido no sítio Ramsar, esta perda explica tanto o maior valor em hectares quanto a elevada porcentagem de alteração da superfície de *Roseliéres* Arborizada no sítio Ramsar em relação à zona de amortecimento.

Nos territórios das *communes* de *Besne, Crossac*, *Saint Molf* e de *Saint Nazaire* houve leve alteração da tipologia e aumento do território de *Roseliéres* Arborizada (Figuras 67e e 68e).

A subclasse *Roseliéres* Florestada, que compreendia 12% do território analisado em 1987, duas décadas depois passou a compreender 7% dele (Figura 66). Somente em *Asserac* e em *Saint Molf* houve leve aumento de sua superfície (Figuras 67f e 68f). As maiores modificações em relação à área ocorreram, respectivamente, em *Besne* e em *La Chapelle des Marais* (Figuras 67f e 68f) embora as maiores superfícies pertençam, respectivamente, a *Saint Joachim* (-753 ha) e a *Crossac* (-417 ha). No sítio Ramsar a porcentagem de sua alteração foi onze vezes maior do que na zona de amortecimento (Figura 69).

Exemplos de mamíferos que utilizam os hábitats de *roseliéres* são o rato das colheitas (rat des moissons) *Micromys minutus*, o castor (ragondin) *Myocastor coypus* e o javali (sanglier) *Sus scrofa* (NATURA 2000, 2007).

Nestes ambientes também são encontradas espécies de aves protegidas pela Diretiva europeia 2009/147/CE: butor étoilé *Botaurus stellaris* (espécie símbolo vulnerável, também protegida pela Convenção de Bonn); o colhereiro (spatule blanche) *Platalea leucorodia,* (espécie em perigo de extinção, também protegida pela CITES); a garganta-azul-espelhado (gorgebleue à miroir de Nantes) *Luscinia svecica namnetum*; e o busard des roseaux *Circus aeruginosus* (NATURA 2000, 2007).

Classe Floresta

Na região da *Briére* as áreas florestadas constituem florestas, bosques e cinturões de coníferas, de *feuillus* e mistas de coníferas e *feuillus* (Figura 75) (IGN, 2013). Segundo

PNRB (2010) esta classe apresenta 27 espécies mais abundantes e abriga, por exemplo, a raposa (renard) *Vulpes vulpes.*



Figura 75. Região florestada em *Saint Lyphard*, *Parc Naturel Regional de Brière.* Foto da autora.

De acordo com o presente estudo, sua área aumentou 292% desde 1987 (Figura 66). As maiores mudanças aconteceram, respectivamente, em *Asserac*, *Herbignac, Guérande, La Baule Escoublac* e em *Saint Andre des Eaux* (Figuras 67g e 68g). Entretanto as maiores áreas em hectares correspondem a *Herbignac* (+928 ha)*, Saint Joachim* (+656 ha)*, Asserac* (+525 ha) e *Missilac* (+504 ha). A porcentagem de modificação desta classe na zona de amortecimento foi quase o dobro da ocorrida no limite do sítio Ramsar *Grande Brière* (Figura 69).

Segundo o relatório do SMPNRB (2010), o aumento da superfície desta classe pode estar relacionado aos reflorestamentos realizados até a década de 1990 ao longo das ilhas *brièronnes*, nas valas e em torno dos canais d´água (Figura 76) e à silvicultura.



Figura 76. Reflorestamento ao longo das ilhas do sítio Ramsar Grande Brière. Fonte: SMPNRB (2010, p.18).

Classe Vegetação de *Marais*

Esta tipologia, que corresponde às paisagens de áreas lamacentas e alagadas, correspondia a seis por cento da área analisada em 1987 e em 2004 não foi verificada (Figura 66). *Saint Nazaire* (Figura 68h) constitui um dos municípios onde houve as maiores porcentagens de alteração. Na zona de amortecimento a alteração de redução foi maior do que no limite do sítio Ramsar *Grande Brière* (Figura 69).

De acordo com PNRB (2010) esta tipologia oferece recursos alimentícios e abrigo a aves limícolas migratórias e não migratórias, patos e gansos desde o fim do verão e principalmente no outono.

Classe *Piardes* e *Copis*

Os *piardes* constituem lagoas pouco profundas que sofrem variações do nível da água conforme o período de cheia e seca, podendo secar durante longas estiagens. Em alguns deles a extração da turfa aconteceu durante centenas de anos. Suas fronteiras compõem ricas áreas de transição entre ambientes aquáticos e terrestres, onde a sucessão vegetal é influenciada por gradientes de umidade. Estas áreas são normalmente muito diversificadas quanto à flora e fauna (NATURA 2000, 2007). Os *copis* correspondem aos planos d´água profundos (Figura 65).

De acordo com as imagens de satélite analisadas, sua superfície aumentou 81% desde 1987. No entanto a porcentagem em relação à área estudada ainda é pequena (em 2004 consistia a 0.5% da zona úmida) (Figura 66).

A alteração apresentou-se diferente nos municípios analisados. Enquanto em *Saint Joachim* e *Saint Malo de Guersac* foi identificado ganho da tipologia, em *Asserac, Guerande, Missilac,* e *em Saint Reine de Bretagne* foi identificada sua perda. Nas outras *communes* não houve alteração (Figuras 67i e 68i). Essas diferenças refletiram na porcentagem da alteração nas sub-regiões do sítio Ramsar e da zona de amortecimento. Se por um lado na primeira houve o aumento da tipologia, na segunda houve redução (Figura 69).

Na *Grande Brière*, esses ambientes constituem um importante habitat para a guifette noire *Chlidonias niger*. Além dela, eles abrigam populações de aves migratórias que buscam refúgio no sítio durante o inverno como o canard pilet *Anas acuta*, o canard siffleur *Anas penelope /Mareca penelope*, o canard colvert *Anas platyrhynchos*, o foulque macroule *Fulica atra,* o cisne cantor (cygne chanteur) *Cygnus cygnus*, o cisne de Bewick (cygne de Bewick)

Cygnus columbianus bewickii, e o harle piette *Mergus albellus*. Durante a primavera as espécies encontradas são a guifette moustac *Chlidonias hybrida, a* fauvette pitchou *Sylvia undata,* a bergeronnette printanière *Motacilla flava,* o bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus e a* garganta-azul-espelhado (gorgebleue à miroir de Nantes) *Luscinia svecica namnetum* (NATURA 2000, 2007).

Outras aves que utilizam as regiões de bordas de *piardes* são o canard chipeau *Anas strepera*, o canard souchet *Anas clypeata* e o sarcelle d'été *Anas querquedula.* As três espécies são consideradas com nível médio de ameaça e são protegidas por importantes instrumentos de gestão (NATURA 2000, 2007).

Ressalta-se que nesses ambientes está havendo a perda da funcionalidade ecológica e o quase desaparecimento das associações vegetais aquáticas em função do impacto do lagostim-vermelho do Estado da Louisiana, EUA (*l´écrevisse de Lousiane*) *Procambarus clarkii* (SMPNRB, 2010), espécie nativa da América do Norte que estabeleceu populações em 27 países dos cinco continentes (HOBBS et al, 1989).

Classe Água

A tipologia água compreende as áreas de água livre em córregos e canais do complexo hidrológico da Bacia *Brière-Brivet* na região analisada. Segundo PNRB (2010), o rio Brivet drena o território de noroeste a sudoeste, cinco canais principais proporcionam a maioria da circulação da água, acompanhados de 90 km de canais secundários e de *curées*. Além deles, três canais fazem a ligação entre os pântanos e a *Loire* (rio francês que corta vários departamentos, abastece grande parte do país e apresenta sua foz ao sul da região estudada) (PNRB, 2010).

Segundo PNRB (2001), os canais *Le Prioty*, *Martigné* e *La Taillée* (Figura 77) foram escavados em uma operação de conter o ressecamento da região no século XIX e um conjunto de válvulas e eclusas, construídas em sua maioria no mesmo período, contribuíram com o isolamento dos pântanos do estuário da *La Loire*. As águas encontram com o oceano com a maré descendente no momento da evacuação das inundações de inverno e da primavera.

No presente estudo foram identificadas, dentro da classe Água, as subclasses Água Com Presença De Sedimento (Água PPS), Água com Muito Sedimento (Água MPS) e Água com Excesso de Sedimentos (Água EPS) (Figura 65).

Em 1987 o conjunto dessas três tipologias abrangia 3.8% do território do sítio Ramsar *Grande Brière* incluindo a zona de amortecimento e em 2004 ele passou a compor 3.0% dele

(Figura 66). De acordo com as imagens analisadas, as alterações foram diferentes em cada uma delas. Enquanto a porcentagem da subclasse Água MPS reduziu 28% nessas duas décadas, a subclasse Água EPS aumentou 320% e subclasse Água PPS não se modificou no período (Figura 66).

A alteração positiva da tipologia Água EPS ocorreu em *Asserac, Herbignac, La Baule Escoublac, Missilac, Pontchateau, Saint Andre des Eaux, Saint Joachim, Saint Molf, Saint Nazaire* e em *Saint Reine de Bretagne.* Nos municípios de *Besne, Crossac, Guerande, La Chapelle des Marais, Montoir de Bretagne, Prinquiau, SaintLyphard, Saint Malo de Guersac* e de *Trignac* não houve alteração (Figuras 67j e 68j). A porcentagem de aumento territorial foi semelhante nos limites do sítio Ramsar *Grande Brière* e na zona de amortecimento (Figura 69).

Em relação à mudança da porcentagem da área da subclasse Água MPS, houve redução da tipologia em praticamente todas as *communes*, exceto em *Crossac* e *Pontchateau*, onde houve aumento (Figuras 67k e 68k). A porcentagem de perda de superfície foi maior no sítio Ramsar *Grande Brière* do que na zona de amortecimento (Figura 69).

Praticamente não foi identificada a alteração da tipologia Água PPS nas últimas duas décadas no limite do sítio Ramsar e na zona de amortecimento, mas destaca-se que *Asserac*, *Pontchateau* e *Saint Molf* apresentaram juntos ganho total de 7.0 ha desta categoria (Figuras 67l e 68l).

O processo de sedimentação no complexo hidrológico da bacia do *Brière-Brivet* relaciona-se com as modificações estruturais da bacia hidrográfica, como o desaparecimento de terras agrícolas nas *prairies* úmidas, com a impermeabilização do solo devido à urbanização e novos empreendimentos e com a gestão hidráulica de limpeza e transposição das águas que aumentam a velocidade de transferência no período das chuvas. Além deles também estão relacionados o aumento do consumo de água, a baixa vazão dos rios no verão que alimentam os pântanos da *Brière* e a variação pluviométrica (SMPNRN, 2010).

Há também grandes variações de poluição por material nitrogenado e fosforizado nos canais, sendo muito elevadas as concentrações de amônia, nitritos e fosfato. Os maiores impactos são os rejeitos das estações de tratamento de esgoto e a saturação da capacidade das estações de *La Chapelle des Marais*, de *Herbignac*, de *Saint Lyphard*, de *Besné*. No entanto, a água do coração das *marais* apresenta-se globalmente em melhores condições devido o processo de autodepuração da zona úmida. (SMPNRN, 2010)

Além da matéria orgânica proveniente de esgoto, é encontrado o ácido aminometil fosfórico, um subproduto tóxico gerado na degradação do glifosato (AMPA). As maiores

concentrações relacionam-se ao uso particular e de manutenção das *communes*, em comparação com o uso agrícola (SMPNRN, 2010).

De acordo com o relatório NATURA 2000 (2007), os canais do território do *Parc Naturel Regional de Brière* (PNRB) são limpos pelo processo de *curage*, extração e exportação de sedimentos (Figura 77).

A limpeza proporciona a conectividade entre os meios permanentes e os temporariamente inundados, mas não é suficiente para a colonização e distribuição espacial das espécies de peixes nativas que dependem dos hábitats temporariamente inundados, como o ablette *Alburnus alburnos* e a bouvière *Rhodeus sericeus* (CUCHEROUSSET, 2007). Exemplos de espécies nativas que já não apareceram nas verificações populacionais piscícolas de Cucherousset (2007) são a vandoise *Leuciscus leuciscus*, a epinochette *Pungitius pungitius* e o chevaine *Squalius cephalus.*

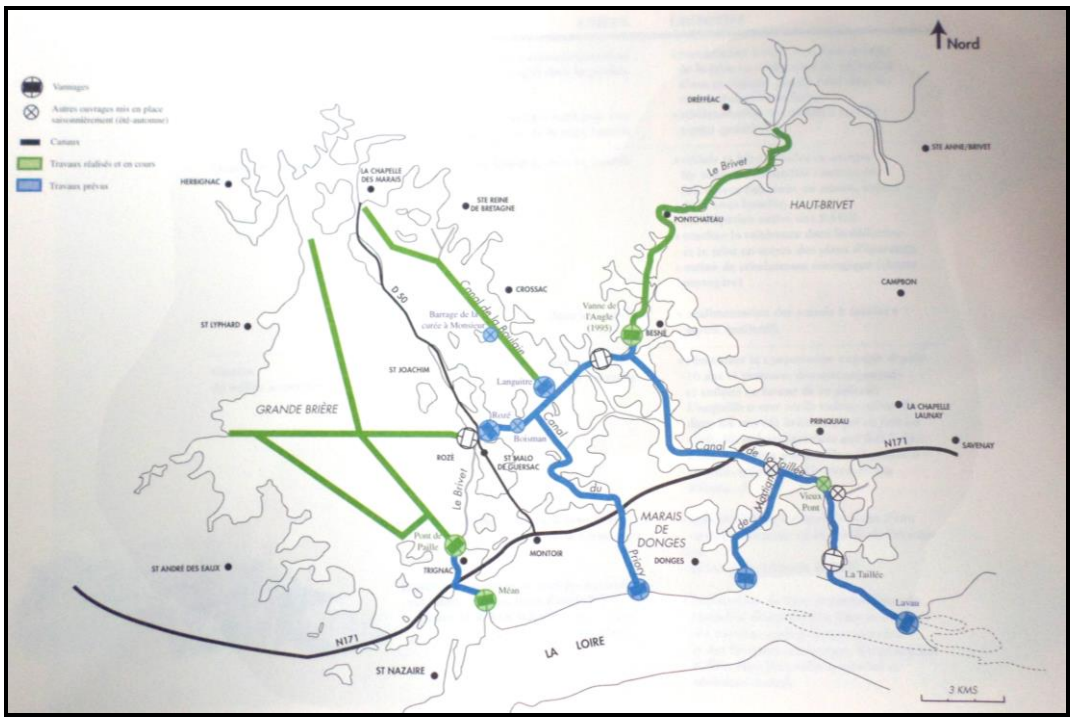

Figura 77. Trabalhos de limpeza dos canais do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*). Fonte: PNRB (2001, p.51).

Classe Zona urbana

A classe zona urbana corresponde às áreas com ocupação industrial e residencial na região estudada (Figura 65). Em 1987 ela compreendia 18% do território analisado, sendo 17% residencial e 1% industrial. Em 2004 a classe passou a ocupar 23% da área, sendo quase a totalidade residencial (Figura 66). As modificações aconteceram somente na zona de

amortecimento (Figura 69) onde foram destacados os ganhos de 33% em área de ZUI em *Pontchateau* e de 27% de ZUR em *Saint Lyphard* (Figuras 67m-n e 68m-n).

De acordo com SMPNRB (2010), a evolução da estrutura urbana na região estudada aconteceu a partir do ano 2001 com a criação da CARENE[38], motor econômico que diversificou a economia devido às reestruturações industriais dos anos 80 e também devido à criação da Cap Atlantique[39] em 2003, que potencializou o desenvolvimento residencial e turístico da região.

Classe Cultura

A classe cultura corresponde às áreas de plantio de primavera de milho, girassol, cevada, trigo, beterraba e ervilha (PAYS DE LA LOIRE, 2014) (Figura 65). Em 1987 esta classe correspondia a 1% do território analisado e em 2004 passou a compreender 2% dele (Figura 66). O aumento corresponde ao leve acréscimo de área na maioria dos municípios, principalmente em *Herbignac* (ganho de 156 ha). Por outro lado em *Crossac, Saint Malo de Guersac* e em *Saint Nazaire* houve redução da tipologia (Figuras 67o e 68o). A modificação aconteceu apenas na zona de amortecimento (Figura 69).

De acordo com SMPNRB (2010) a tipologia dos espaços agrícolas da região estudada inclui três espaços diferenciados, um espaço agrícola peri-urbano na zona úmida do coração da *Brière*, um espaço agrícola peri-urbano residencial/litoral e outro espaço agrícola peri-urbano rural.

O espaço agrícola peri-urbano da zona úmida do coração da *Brière* é destinado à pecuária de carne bovina e abrange os municípios de *La Chapelle des Marais, Saint Joachim, Saint Malo de Guersac, Crossac, Sainte Reine, Trignac* e *Montoir de Bretagne*. Ele é fortemente dependente dos pântanos, do contexto de urbanização, da especulação das terras, da divisão dos territórios nos pântanos privados, da concorrência com as atividades de lazer e turismo e das atividades de pecuária intensiva (SMPNRB, 2010).

O espaço agrícola peri-urbano residencial/litoral é dedicado à produção agrícola mais diversificada de leite, carne, produção mista e jardinagem. Ele abrange os municípios de *Saint*

[38] A CARENE constitui uma aglomeração urbana ou um estabelecimento público de cooperação intermunicipal (*Etablissement Public de Coopération Intercommunale* - EPCI), constituído por dez cidades, sendo nove delas pertencentes ao PNRB. Seu propósito é construir o desenvolvimento sustentável de seu espaço.

[39] A Cap Atlantique ou Comunidade de aglomeração Urbana da península de Guérande Atlantico (La Communauté d'Agglomération de la Presqu'île de Guérande-Atlantique) é um EPCI que abrange 15 cidades, sendo seis delas pertencentes ao PNRB. Cobre dois departamentos (*Loire-Atlantique* e *Morbihan*) e duas regiões francesas (*Pays de la Loire* e Bretanha). Suas ações abrangem 21 competências para o desenvolvimento residencial e turístico da região.

Nazaire, Pornichet, Saint André des Eaux, La Baule, Guérande, Saint Lyphard e de *Saint Molf* e é fortemente impactado pelo contexto do desenvolvimento urbano que almeja e limita sua superfície, tornando incerto o futuro das áreas em questão sem capacidade de serem substituídas nas proximidades. Além disso, a proximidade urbana e litoral favorizou o desenvolvimento de projetos agrícolas menos convencionais (SMPNRB, 2010).

O espaço agrícola peri-urbano rural abrange os municípios de *Donges, Herbignac, Assérac* e de *Missilac*. É dedicado à produção leiteira ao norte e mista em *Donges*. Constitui uma região mais dinâmica e sólida em comparação com os espaços agrícolas do coração da *Brière* e residencial/litoral (SMPNRB, 2010).

Além da importância econômica, o desenvolvimento agrícola da região constitui um fator primordial para impedir a urbanização e manter os espaços naturais em concomitância com a pecuária extensiva nos pântanos (BOULET, 2007; PNRB, 2010).

4.4. SÍNTESE CONCLUSIVA

De acordo com o exposto, a análise da paisagem das zonas úmidas brasileira Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e francesa *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) nos últimos 25 anos permitiu identificar as modificações do uso e da ocupação do solo nos sítios Ramsar e nas zonas de amortecimento.

Embora cada uma delas apresente suas peculiaridades, foi possível destacar seis grandes tipologias comuns que influenciam a biodiversidade: o avanço da classe Solo Nu, o avanço das formações vegetais de menor complexidade estrutural (no sítio francês incluídas na classe Gramíneas e no sítio brasileiro nas subclasses Campo Erodido), a supressão de áreas de formações vegetais de maior biodiversidade (savanas arborizada e florestada, no sítio brasileiro e a *prairie* no francês), a alteração das florestas (redução da Floresta de Galeria Alta e avanço da Floresta de Galeria Baixa brasileiras e avanço das florestas de *feuillus*, de coníferas e mistas de coníferas e *feuillus* na zona úmida francesa), a supressão de áreas de formações vegetais de maior umidade (redução das subclasses de Savana Parque e Formações Aluviais úmidas, muito úmidas e extremamente úmidas brasileiras e da Vegetação de *Marais* francesa) e as modificações da tipologia água (avanço das superfícies hídricas com extrema presença de sedimentos).

Um primeiro ponto de destaque é que, seguindo os estudos de ODUM (1969), a regressão das formações vegetais de maior complexidade nos sítios Ramsar PARNA Pantanal e *Grande Brière* nesses últimos 25 anos representa a perda de biomassa e da diversidade biológica. Nas zonas úmidas estudadas, a diminuição da complexidade estrutural da vegetação proporciona a redução da heterogeneidade de nichos, a limitação das redes de interações intra e interespecíficas e o desentrincamento do complexo das relações ecológicas. O resultado é a maior vulnerabilidade dos ecossistemas às alterações por flutuação de fatores externos, incluindo as mudanças climáticas.

Outro ponto relevante é a presença de poluentes nos complexos hídricos dos sítios brasileiro e francês e o aumento da superfície de corpos d´água com extrema sedimentação. De acordo com o relatório *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005), no cenário de ameaças globais os impactos da poluição representam atualmente, juntamente com as mudanças climáticas, os vetores de pressão progressivamente mais fortes e com alta tendência de aumento.

Segundo Oliver e Morecroft (2014) a deposição de nutrientes resultante do uso do solo, juntamente com o aquecimento climático, altera os microclimas devido o aumento do crescimento vegetativo e o aumento de sombreamento. O resultado são microclimas mais frios na superfície do solo e a contração de hábitats de certas espécies, como aconteceu com populações de borboletas britânicas.

De igual importância, um último ponto a ser considerado é que a análise da dinâmica espaço-temporal da paisagem dos sítios Ramsar PARNA Pantanal e *Grande Brière*, além de ter permitido descrever o estado da biodiversidade e, ao mesmo tempo, deduzir os vetores de pressão que o induzem, também possibilitou distinguir qualitativamente a interferência da sinergia entre os vetores de pressão de uso do solo e das mudanças climáticas.

Zonas úmidas caracterizadas pelo aumento da temperatura, alterações pluviométricas (diminuição no sítio brasileiro e leve aumento no sítio francês) e pela redução das cotas fluviométricas ao longo dos últimos 41 anos, conforme apresentado no capítulo anterior do presente trabalho, elas apresentam, segundo os estudos de Mantyka-Pringle et al. (2012) maior probabilidade de perda de hábitat devido os efeitos combinados desses vetores com as alterações da paisagem.

Em concordância com as discussões de Oliver e Morecroft (2014) e com os estudos de Halls (1997), Bobbink et al (2006) e de Maltby (2009), a mudança na estrutura da paisagem dos sítios Ramsar PARNA Pantanal e *Grande Brière* pode afetar a distribuição de espécies residentes da própria zona úmida, de animais que fazem migrações regulares de habitats mais

profundos, que fazem migrações regulares de planaltos terrestres, que fazem migrações regulares de outras zonas úmidas, que constituem visitantes ocasionais e de animais que são indiretamente dependentes da biota.

Além disso, também são esperadas a modificação da persistência da metapopulação e a maior vulnerabilidade aos impactos de eventos climáticos extremos (OLIVER; MORECROFT, 2014).

Os fatores evidenciam a alteração das características ecológicas desses ecossistemas e expõem sua vulnerabilidade a cada vetor de pressão atuante e aos efeitos sinérgicos deles e das mudanças climáticas. Segundo o Princípio de Precaução adotado pela Convenção de Ramsar, os elementos qualitativos evidenciados compõem subsídios para a formulação e implementação de instrumentos políticos no intuito de reduzir a vulnerabilidade das zonas úmidas a níveis mínimos.

Considerando que o Brasil e França constituem membros do tratado, cada uma dessas áreas é atribuída como prioritária no monitoramento ambiental nacional, regional e internacional para detectar perdas de biodiversidade e mudanças climáticas. Esperam-se também que ações sejam implementadas nas políticas territoriais governamentais para a adaptação aos impactos das alterações climáticas, em particular no contexto do uso e ocupação do solo.

Como esses dois países implementam essas ações solicitadas por Ramsar nas diferentes escalas de gestão constitui a questão base da discussão do capítulo 5 do presente trabalho.

PARTE 3

CAPÍTULO 5. POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS E FRANCESAS PARA A CONSERVAÇÃO DAS ZONAS ÚMIDAS

Visando verificar como o Brasil e a França implementam a política internacional da Convenção de Ramsar, foram analisados os relatórios nacionais trienais brasileiros e franceses enviados ao secretariado da Convenção nas Conferencias das Partes 7, 8, 9, 10 e 11 durante o período de 1999 a 2012. A análise possibilitou identificar as políticas públicas e seus instrumentos para a gestão das zonas úmidas em cada uma das partes contratantes e também discutir como elas se relacionam com as diretrizes de política de zonas úmidas orientada pelo tratado.

5.1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Convenção de Ramsar a implementação de políticas públicas de zonas úmidas é fundamental para que as partes contratantes possam geri-las garantindo o seu uso racional e a manutenção de suas características ecológicas (inclui-se aqui a biodiversidade) (RAMSAR, 2010).

Definidas por Massardier (2003) como os dispositivos pelos quais se dirigem os setores da sociedade, atividades ou projetos, as políticas públicas são provenientes de uma construção coletiva complexa, encabeçada por atores sociais (ou grupos de atores), organizações públicas e organizações internacionais. Compreendem uma ação planejada do governo que visa, por meio de diversos processos, atingir uma finalidade" (VIANNA, 1996). Elas e seus instrumentos regulam, segundo Guillaumet et al (2009), as ações concretas de curto, médio e longo prazo, e permitem a combinação de estratégias de conservação em diferentes escalas, urgências e intensidades de intervenção.

No caso das políticas públicas (e instrumentos equivalentes) de conservação das zonas úmidas, Ramsar especifica que sua distinção em apresentar as diretrizes orientadas pela Resolução VII.6 da COP7 de 1999 é fundamental para alcançar o uso sustentável e a

conservação das características ecológicas desses ecossistemas. Seguindo os estudos de Moraes (1994) e de Mello (2006), elas constituem políticas territoriais com capacidade de ordenamento transetorial e interinstitucional para o planejamento integrado.

Signatários do tratado, o Brasil e a França[40] se comprometeram em implementar tais instrumentos (e/ou compatibilizar os existentes) para garantir a proteção e a manutenção da biodiversidade das suas zonas úmidas, inclusive frente os impactos das mudanças climáticas. De maneira igual, as orientações das resoluções do tratado, internacionalmente acordadas, devem ser absorvidas no arcabouço político de ambos os países à medida que são atualizadas para que possam estimular, nortear e respaldar legalmente as ações locais.

Considerando que a comparação de políticas, de um modo geral, permite revelar ações efetivas (FARIA, 2005) e explicar a sequência de eventos responsável por uma saída histórica particular (BENNET, 2004), o presente capítulo identificou as respostas políticas e seus instrumentos que o Brasil e na França implementam para conservar as zonas úmidas no âmbito de Ramsar.

5.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi realizada a análise dos relatórios nacionais trienais brasileiros e franceses enviados ao secretariado da Convenção de Ramsar nas Conferencias das Partes 7, 8, 9, 10 e 11 (1999 a 2012). Para tanto, foi utilizado o método da Análise Documental, tal qual já apresentado no capítulo 2 da presente tese.

De acordo com RAMSAR (2010), os relatórios nacionais constituem as principais fontes de informação para a avaliação da eficiência da aplicação da Convenção. Tais documentos oficiais são elaborados pelas partes e enviados a cada triênio para a Secretaria de Ramsar, sendo disponibilizados posteriormente para consulta pública.

Neles são encontrados os dados e as informações sobre a implementação de Ramsar em cada nação; os ganhos de experiência e as lições aprendidas para as partes prepararem ações futuras; as questões emergentes e os desafios de implementação da política de Ramsar; os informes sobre os caminhos que as partes tomaram para cumprir as obrigações decorrentes da Convenção; as informações para a avaliação e o monitoramento das ações nacionais,

[40] O Brasil se tornou membro em 1993 e a França em 1986.

regionais e em alguns casos, locais; e o conhecimento sobre o progresso da implementação do planejamento das prioridades futuras.

Os relatórios nacionais dos países membros são utilizados por Ramsar como base para a comunicação sobre sua implementação em nível global e regional, além de permitirem o conhecimento sobre a execução em nível nacional de planos de trabalho conjuntos para outras convenções parceiras, como a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), por exemplo.

A leitura detalhada dos dez relatórios (cinco brasileiros e cinco franceses) permitiu reorganizar as informações em categorias que buscavam identificar quais políticas os países indicavam à Ramsar e quais planos, projetos e ações eram apresentados.

Após a identificação das políticas e seus instrumentos de gestão, foi realizada a leitura de cada uma delas à luz das orientações da Resolução VII.6 da COP7 da Convenção de Ramsar de 1999 (atualmente publicada no *Handbook 2- National Wetland Policies*) sobre as estratégias essenciais das políticas nacionais de zonas úmidas que as permitem alcançar o uso sustentável e a conservação das características ecológicas desses ecossistemas (Quadro 4). A análise foi complementada com informações obtidas de entrevistas semiestruturadas com atores-chave e de observação participante.

Quadro 4. Estratégias essenciais das políticas de gestão das zonas úmidas segundo a Convenção de Ramsar estabelecidas na Recomendação VII.6 da COP7 de 1999 e no *Handbook* 2- Políticas Nacionais das Zonas Úmidas (*National Wetland Policies*) (RAMSAR, 2010).

Estratégias para a implementação da Política de Ramsar pelas partes contratantes	
I. Garantir que a conservação das zonas úmidas seja parte do planejamento nacional estratégico. Criar objetivos comuns de conservação de zonas úmidas por meio do desenvolvimento de políticas territoriais e da coordenação federal, estadual, e municipal e vincular essas políticas com as de uso do solo, água, ar, conservação da vida selvagem e desenvolvimento econômico.	IV. Coordenar e racionalizar os programas do governo com efeitos adversos sobre as zonas úmidas minimizando seus impactos e encorajando a conservação desses ecossistemas.
II. Melhorar a coordenação e a comunicação entre agências governamentais e organizações não-governamentais para implementar programas coordenados que promovam projetos eficazes de conservação das zonas úmidas.	V. Assegurar a gestão adequada das zonas úmidas com recursos financeiros e humanos, cooperação pública e privada, facilitação da captação de recursos, formação de pessoal científico, técnico e administrativo para soluções inovadoras de conservação.
III. Reconhecer e incentivar o papel e os esforços da comunidade local e de organizações não-governamentais para a conservação das zonas úmidas.	VI. Fechar lacunas de conhecimento existentes sobre as zonas úmidas por meio de inventário, pesquisa e avaliação.
	VII. Melhorar a sensibilização pública por meio de programas de educação pública formais e não formais.
	VIII. Garantir que os compromissos internacionais sejam cumpridos de forma coerente com os objetivos e interesses dos tratados internacionais sobre água, biodiversidade e desenvolvimento sustentável.

Entrevistas semiestruturadas com atores-chave vinculados à implementação da política de Ramsar.

Foram realizadas entrevistas com dois gerentes de projeto da Secretaria de Biodiversidade e Florestas, do Ministério do Meio Ambiente, no Brasil, Henry Philippe Ibanez de Novion e Mauricio dos Santos Pompeu; com o diretor responsável pelos serviços técnicos e científicos do sítio Ramsar *Grande Brière*, Jean-Yves Bernard; e com os assessores sênior para Europa, Tobias Salathé, e para as Américas, María Rivera, junto ao quadro-diretor da Convenção de Ramsar. As entrevistas tiveram em média 40 minutos de duração, foram gravadas em áudio na sua totalidade e analisadas após escuta e transcrição parcial das mesmas.

Segundo Minayo (2009), as entrevistas em profundidade constituem uma técnica privilegiada de pesquisa ao permitirem a construção de um "corpus subjetivo" referente ao objeto de pesquisa, uma vez que são dados que representam a realidade a partir da percepção e experiência dos atores que vivenciam à realidade pesquisada (MINAYO, 2009).

A entrevista semiestruturada segue um roteiro elaborado pelo pesquisador-entrevistador, que pode discorrer livremente sobre os temas em questão junto do entrevistado, porém sem se limitar aos mesmos. Este roteiro de entrevista constitui importante etapa da pesquisa, pois

> (...) deve ter, como substrato, um conjunto de conceitos que constituem todas as faces do objeto de investigação e visar, na sua forma de elaboração, a operacionalização da abordagem empírica do ponto de vista dos entrevistados (MINAYO, 2006, p. 189).

Observação Participante

Foram realizadas participações, enquanto ouvinte, na 11ª Conferência das Partes (COP 11) da Convenção de Ramsar realizada em julho de 2012 em Bucareste na Romênia e na Reunião dos Gestores de Sítios Ramsar no Brasil, realizada na Secretaria de Biodiversidade e Florestas, do Ministério do Meio Ambiente, em Brasília, em novembro de 2010.

Em ambas foi utilizado o método de observação participante que é recomendado quando se objetiva captar interações que não estão obrigatoriamente publicadas em documentos, uma vez que ela permite ao pesquisador conhecer um grupo ou situação a partir

de seu interior, em uma situação real, a fim do primeiro desenvolver um entendimento científico sobre o segundo (GIL, 1987; MAY, 2004).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Resolução VII.6 da COP7 da Convenção de Ramsar de 1999 (atualmente publicada no *Handbook* 2-Políticas Nacionais das Zonas Úmidas) especifica que a distinção das políticas de zonas úmidas em apresentar as diretrizes de planejamento nacional estratégico; de coordenação e comunicação entre agências; de reconhecer e incentivar o papel e os esforços da comunidade local; de coordenar os programas do governo com efeitos adversos; de assegurar a gestão adequada; de fechar lacunas de conhecimento; de melhorar a sensibilização pública; e de cumprir os compromissos internacionais (Quadro 4) é fundamental para alcançar o uso sustentável e a conservação das características ecológicas desses ecossistemas.

Todavia, apesar das orientações de Ramsar, sua força política depende de como o Brasil e a França as implementam como políticas públicas (ou seja, como ações planejadas de gestão no território) em seus respectivos quadros de gestão, uma vez que são elas quem estimulam, norteiam e respaldam legalmente as ações de conservação.

De acordo com os cinco relatórios oficiais brasileiros e franceses enviados ao secretariado da Convenção de Ramsar nas Conferencias das Partes 7, 8, 9, 10 e 11 (1999 a 2012), as políticas públicas para a conservação das zonas úmidas baseiam-se, no caso brasileiro, em nove principais instrumentos jurídicos nacionais ambientais e no caso francês, em quatro diretivas da Comunidade Europeia e em cinco instrumentos jurídicos nacionais.

Além deles, vários planos e programas foram listados como valiosos para a conservação das zonas úmidas em ambos os países, sendo o Plano Nacional de Áreas Protegidas e o Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas os principais para o Brasil e para a França, respectivamente.

5.3.1. Políticas públicas e seus instrumentos de gestão das zonas úmidas no Brasil

No Brasil, o funcionamento e a implementação da Convenção de Ramsar e a gestão dos 6.568.359 hectares de zonas úmidas nomeadas como de importância internacional e distribuídas em 11 sítios Ramsar são assegurados por:

a) O Ministério do Meio Ambiente - Departamento de Biodiversidade Aquática que constitui a autoridade administrativa responsável pela formulação das estratégias, bem como pelo provimento dos recursos e dos meios destinados à efetiva implantação da Convenção no país;
b) Um ponto focal nacional para ações de comunicação, educação e conscientização pública vinculado à Secretaria de Articulação e Cidadania Ambiental - Departamento de Educação Ambiental;
c) Um ponto focal político estabelecido pelo Ministério das Relações Exteriores - Divisão de Meio Ambiente;
d) O Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU), que apoia o governo na implementação das ações de conservação das zonas úmidas e em particular da implementação das diretrizes da Convenção de Ramsar;
e) Um arcabouço jurídico composto por leis e políticas nacionais instituídas como leis.
f) O Plano Nacional de Áreas Protegidas iniciado em 2006 devido às obrigações do país com a Convenção sobre Diversidade Biológica;

Criado pelo Decreto de 23/10/2003 com modificações realizadas pelo Decreto de 05/11/2008, o CNZU é composto por representantes do governo e da sociedade civil (Quadro 5). Com caráter consultivo, sua finalidade é subsidiar o Ministério do Meio Ambiente na implementação da Convenção de Ramsar no Brasil acompanhando, assessorando e avaliando as ações relativas à sua execução.

Uma de suas competências é contribuir para a elaboração de diretrizes e na análise do planejamento estratégico que subsidiará a elaboração de um Plano Nacional de Zonas Úmidas (PNZU).

Citado no relatório nacional brasileiro da COP7, este planejamento estratégico integra a Estratégia Nacional de Zonas Úmidas (ESNAZU) que seria instituída via resolução do

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). No entanto, nenhum deles é citado nos relatórios posteriores enviados às Conferencias das Partes 8, 9, 10 ou 11.

Além disso, o CNZU que até o momento havia emitido cinco recomendações para a conservação das zonas úmidas no país (Quadro 6) também não sinalizou, entre elas, a criação de uma política ou plano especifico para a conservação desses ecossistemas ou uma tática de planejamento que integrasse as oito estratégias de Ramsar (descritas no *Handbook* 2) nas políticas setoriais existentes brasileiras.

O esforço mais próximo foi a Recomendação CNZU n°2 de 2010, que solicitou ao governo federal a criação do projeto de Lei do Pantanal para o uso racional dos recursos naturais e a garantia da manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade do bioma (Quadro 6).

A ausência de uma recomendação do CNZU para a criação de um instrumento jurídico especifico para a conservação das zonas úmidas, seja por meio de planos ou de programas inerentes, corrobora, de acordo com o relatório nacional brasileiro enviado à COP11, com o que o governo brasileiro acredita ser a melhor estratégia para o país. Segundo ele,

> *(...) the best strategy for the country is to enforce the existing extensive environmental legislation, rather than creating a new policy instrument specifically focusing on wetlands* (BRASIL, 2011, p.16).

Sua política pública de zonas úmidas para atingir os objetivos do regime é sustentada pelo conjunto da: Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), Política Nacional de Biodiversidade, Lei da Mata Atlântica, Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política Nacional sobre Mudança do Clima, Política Nacional para os Recursos do Mar, Lei dos Crimes Ambientais (Lei da Natureza) e o Código Florestal (Quadro 7).

Além deles, vários programas e planos foram listados como valiosos para a conservação das zonas úmidas, sendo o Plano Nacional de Áreas Protegidas o principal deles.

Quadro 5. Atores-chave do poder público e sociedade civil membros do Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU) segundo o Parágrafo Nº.168 Artigo 1º. Da Portaria de 21/05/2009 do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Poder Publico	Sociedade Civil
Ministério das Relações Exteriores	Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República-SEAP/PR	Sociedade Brasileira de Limnologia - águas continentais
Secretaria de Biodiversidade e Florestas do MMA	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – área costeira e marinha
Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do MMA	Fórum Brasileiro de Organizações Não Governamentais e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do MMA	BirdLife International/SAVE Brasil
Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável do MMA	RedeMangueMAR Brasil
Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental do MMA	Rede Pantanal
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA	WWF- Brasil
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- Instituto Chico Mendes	
Agência Nacional de Águas-ANA	
Fundação Nacional do Índio-FUNAI	
Confederação Nacional de Agricultura e Pecuária do Brasil	
Sítios Ramsar brasileiros incluídos na Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional.	

Quadro 6. Recomendações do Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU) realizadas até outubro de 2014. *Informação não disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente brasileiro.

Numero	Base	Recomendação	Objetivo
CNZU n°1 de 2005	Reconhece o apicum, salgado, areal e zonas de transição como partes integrantes dos manguezais	Que o MMA estabeleça um instrumento normativo para definir cientifica e legalmente o sistema manguezal	Impedir duvidas geradas pela legislação vigente
CNZU n°2 de 2010	Reconhece a necessidade de nortear o desenvolvimento do Pantanal	Que o MMA proponha o projeto de Lei do Pantanal	Uso racional dos recursos naturais e garantia da manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade do Bioma Pantanal
CNZU n°3 de 2010	Reconhece que as alterações do Código Florestal (Lei 4771/2005) ameaçam a proteção jurídica das zonas úmidas brasileiras	Que o MMA não flexibilize a proteção legal das zonas úmidas prevista na Lei 4771/2005	Manter a tutela jurídica das zonas úmidas prevista na Lei 4771/2005
CNZU n°4 de 2011	Reconhece que as alterações do Código Florestal (Lei 4771/2005) ameaçam os manguezais	Que a Presidência da República, Senado Federal, Câmara dos Deputados mantenham as áreas de manguezais, apicuns como Áreas de Preservação Permanente na alteração da Lei 4771/2005	Assegurar a função ecológica, a biodiversidade e o patrimônio genético dos manguezais previstas na Lei 4771/2005
CNZU n°5 de 2012	Estabelece os critérios para a designação de sítios Ramsar no Brasil e a lista prioritária de áreas protegidas para a nomeação de sítios Ramsar	Que o MMA designe 10 novos sítios Ramsar em 5 anos	Avançar a criação de sítios Ramsar no Brasil
CNZU n°6 de 2012	Dispõe sobre o planejamento dos usos dos recursos naturais na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, com especial atenção à expansão de projetos de geração de energia hidrelétrica em prejuízo à conservação do pulso de inundação do Pantanal Matogrossense	Não disponível*	Não disponível*

Quadro 7. Instrumentos jurídicos citados pelo Brasil nos relatórios nacionais trienais da Convenção de Ramsar para implementar o regime e atingir seus objetivos acordados internacionalmente.

Instrumentos jurídicos	COP 7 1999	COP 8 2002	COP 9 2005	COP 10 2008	COP 11 2012
Política Nacional de Meio Ambiente Lei nº 6.938 de 31/08/1981	■	■	■	■	■
Política Nacional de Recursos Hídricos Lei nº 9.433 de 08/01/1997	■	■	■	■	■
Política Nacional para os Recursos do Mar Decreto nº 5.377 de 23/02/2005	■				
Lei dos Crimes Ambientais (Lei da Natureza) Lei nº 9.605 de 12/02/1998	■				
Código Florestal Lei nº 12.651 de 25/05/2012	■	■			■
Política Nacional da Biodiversidade Decreto nº 4.339 de 22/08/2002			■	■	■
Lei da Mata Atlântica Lei nº 11.428 de 22/12/2006					■
Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei nº 12.305 de 02/08/2010					■
Política Nacional sobre Mudança do Clima Lei nº 12.187 de 29/12/2009					■

Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA)

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) brasileira é instituída pela Lei 6.938/1981 e alterada pelas Lei nº 7.804/1989, Lei nº 8.028/1990, Lei nº 11.284/2006 e Lei nº 12.651/2012. Ela reconhece como recursos ambientais "a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora" (BRASIL, Lei nº 6.938, 1981, art.3).

Seus princípios incluem o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos ambientais; a proteção dos ecossistemas; a recuperação das áreas degradadas; a ação governamental para a manutenção do equilíbrio ecológico; a racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; o incentivo ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e à proteção dos recursos ambientais; o acompanhamento do estado da qualidade ambiental; a proteção de áreas ameaçadas de degradação; e a educação ambiental para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Seus objetivos compreendem:

a) A compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;
b) A definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico;

c) O estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo dos recursos ambientais;
d) O desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;
e) A difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, divulgação de dados e informações ambientais e formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;
f) A preservação e a restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida;
g) A imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Devido seu caráter abrangente, a PNMA constitui uma política guarda-chuva (SANGUIN, 1984) para a elaboração e implementação de outras políticas, programas e projetos ambientais brasileiros nas diferentes escalas governamentais, temporais e espaciais, inclusive para a conservação das zonas úmidas do país.

Para atingir seus objetivos, a PNMA utiliza instrumentos regulatórios[41], informacionais[42] e econômicos[43]. Dentre os instrumentos regulatórios, destacam-se a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras os quais obrigam a detecção antecipada dos danos ambientais para que esses possam ser evitados.

Tais imposições vão ao encontro da aplicação do Princípio de Precaução para a preservação da qualidade ambiental acordado internacionalmente durante a CNUMAD na

[41] São exemplos de instrumentos regulatórios da PNMA o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; as penalidades disciplinares ou compensatórias; os incentivos à produção e instalação de equipamentos e à criação ou absorção de tecnologia voltados para a melhoria da qualidade ambiental; a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e de relevante interesse ecológico pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal; a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas (BRASIL, Lei nº 6.938, 1981, art.9).
[42] Como exemplos de instrumentos informacionais da PNMA há o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; o relatório de qualidade do meio ambiente, a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais (BRASIL, Lei nº 6.938, 1981, art.9).
[43] Os instrumentos econômicos da PNMA compreendem a concessão florestal, a servidão ambiental, o seguro ambiental e outros (BRASIL, Lei nº 6.938, 1981, art.9).

Rio92 e pela Convenção de Ramsar (Anexo da Resolução 5.3 da COP5 de 1993) para que as partes contratantes assumam a responsabilidade de minimizar a vulnerabilidade das zonas úmidas a níveis mínimos mesmo que os conhecimentos científicos não sejam ainda capazes de determinar o risco exato da alteração do seu caráter ecológico (leia-se biodiversidade) com suficiente segurança.

Segundo os estudos de Silveira (2004), a consequência normativa mais legítima da aplicação do Princípio de Precaução no Brasil é a efetivação do instituto da inversão do ônus da prova, com o afastamento da simples aplicação do art. 333, incisos I e II, do Código de Processo Civil brasileiro.

> Assim, quando há risco de dano ambiental, que poderá se caracterizar como de maior gravidade ou até mesmo irreversível, a falta de comprovação científica do possível dano não poderá ser utilizada como argumento para aceitar as atividades que poderão ocasionar degradação ambiental (CUNHA et al, 2013, p.73).

Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

A PNRH foi instituída pela Lei nº 9.433/1997, baseia-se em fundamentos para a garantia do uso humano da água e não especifica, em seus objetivos, a garantia da qualidade e quantidade de recursos hídricos para a manutenção das características ecológicas das zonas úmidas.

No entanto, a redação da Diretriz II estabelece "a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país" (BRASIL, Lei nº 9.433, 1997, art.3).

Além disso, apresenta o caráter promissor da gestão integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável. Segundo ela, as políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente devem ser integradas com as políticas federais e estaduais de recursos hídricos.

Seus instrumentos de aplicação compreendem ferramentas regulatórias, como os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, a compensação a municípios; econômicas, como a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e informacionais, como o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, Lei nº 9.433, 1997, art.5).

De acordo com os cinco relatórios nacionais brasileiros enviados ao Secretariado de Ramsar analisados, a PNRH constitui uma valiosa ferramenta de gestão ambiental do país,

especialmente devido à regulamentação dos padrões de qualidade para a proteção das comunidades aquáticas.

É bem verdade que, adotados para a regulação dos recursos hídricos e integrados às outras políticas setoriais, esses instrumentos da PNRH podem consistir num sofisticado arcabouço para a conservação das zonas úmidas.

No entanto, de acordo com Nascimento e Sperling (1998), quando comparado aos critérios canadenses e norte-americanos, os limites dos critérios brasileiros chegam a ser 100 a 50 vezes maiores para a proteção das comunidades aquáticas. Os autores enfatizam que estudos mais aprofundados devem ser elaborados para verificar a necessidade da adequação dos limites estabelecidos.

Além de atualizá-las, a adequação pode mensurar o estado ecológico das zonas úmidas brasileiras, conforme a orientação dada pelos planos estratégicos Primeiro (1997-2002), Segundo (2003-2008), Terceiro (2009-2015) da Convenção de Ramsar e especificamente pela Resolução VII.10 adotada durante a COP7 pelas partes contratantes e que, de acordo com o relatório nacional brasileiro enviado à COP11, ainda não é realizada no país.

Lei dos Crimes Ambientais (Lei da Natureza)

A Lei dos Crimes Ambientais (Lei da Natureza), assim como a Política Nacional para os Recursos do Mar, foi citada como um instrumento jurídico brasileiro para a implementação das estratégias de Ramsar no relatório da COP7 em 1999.

Ela constitui um instrumento regulatório sob a forma da Lei 9.605/1998 e dispõe as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Em especial o Capítulo V – Dos crimes contra o meio ambiente - regulamenta as penas dos crimes contra a fauna, flora, poluição, ordenamento urbano, patrimônio cultural e contra a administração ambiental.

Vale destacar que diversos de seus artigos foram vetados pela Mensagem 181 com a participação dos Ministérios do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos, da Amazônia Legal e do Ministério da Justiça.

Outros artigos foram alterados pela Lei nº 13.052/2014 para determinar que os animais apreendidos sejam libertados prioritariamente em seu habitat e para estabelecer as condições necessárias ao seu bem-estar. Por fim, outros artigos foram incluídos pela Lei 11.284/2006 para regular a gestão de florestas públicas para a produção sustentável.

Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM)

A Política Nacional para os Recursos do Mar foi aprovada pelo Decreto 5.377/2005 que atualizou as diretrizes da PNRM de 1980. A modificação ocorreu em virtude da adesão brasileira à Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) promulgada pelo Decreto 1.530/1995.

A PNRM tem por finalidade orientar o desenvolvimento das atividades que visam a utilização, exploração e o aproveitamento dos recursos do mar, ou seja, dos recursos vivos (recursos pesqueiros e a diversidade biológica) e não-vivos (recursos minerais) existentes nas águas sobrejacentes ao leito do mar, no leito do mar e seu subsolo, bem como nas áreas costeiras adjacentes.

Considerando que um de seus princípios básicos constitui a "proteção da biodiversidade e do patrimônio genético existente nas áreas marinhas sob jurisdição nacional e zona costeira adjacente" (BRASIL, Decreto nº 5.377, 2005, anexo), ela constitui um instrumento jurídico pertinente à implementação de Ramsar no país.

Política Nacional de Biodiversidade (PNB)

A Política Nacional da Biodiversidade (PNB) brasileira foi instituída pelo Decreto 4.339/2002 como um compromisso do país com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) realizada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) em 1992 e promulgada pelo Decreto 2.519/1998.

Alicerçada na Política Nacional de Meio Ambiente e com princípios derivados da CDB, ela tem como objetivo geral

> a promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos (BRASIL, Lei nº 4.339, 2002, anexo).

Inclui sete componentes de conservação: 1) o conhecimento da biodiversidade brasileira; 2) sua conservação; 3) a utilização sustentável de seus recursos; 4) o monitoramento, a avaliação, a prevenção e a mitigação de impactos; 5) o acesso aos recursos genéticos e aos conhecimentos tradicionais associados e a repartição de benefícios; 6) a educação, sensibilização pública, informação e a divulgação; e 7) o fortalecimento

jurídico e institucional para a gestão da biodiversidade no Brasil (BRASIL, Lei nº 4.339, 2002, anexo).

Cada um deles apresenta inúmeros objetivos específicos, dos quais alguns assemelham-se com as estratégias e respectivas ações orientadas pelo *Handbook* 2 - Políticas Nacionais das zonas úmidas da Convenção de Ramsar para a conservação das características ecológicas das zonas úmidas.

O Componente 1 - Conhecimento da Biodiversidade e o Componente 4 – Monitoramento, Avaliação, Prevenção e Mitigação de Impactos sobre a Biodiversidade da PNB, por exemplo, têm diretrizes e objetivos específicos convergentes com a estratégia VI de Ramsar sobre o fechamento das lacunas de conhecimento existentes sobre as zonas úmidas por meio de inventário, pesquisa e avaliação.

Da mesma forma, as diretrizes e objetivos específicos do Componente 2 - Conservação da Biodiversidade assemelham-se com a estratégia X de Ramsar para assegurar a gestão adequada das zonas úmidas com recursos financeiros e humanos, cooperação pública e privada, facilitação da captação de recursos, formação de pessoal científico, técnico e administrativo para soluções inovadoras de conservação.

O Componente 3 da PNB - Utilização Sustentável dos Componentes da Biodiversidade apresenta diretrizes e objetivos específicos convergentes com a Estratégia III de Ramsar sobre reconhecer e incentivar o papel e os esforços da comunidade local e de organizações não-governamentais para a conservação das zonas úmidas.

As diretrizes e os objetivos específicos do Componente 6 da PNB - Educação, Sensibilização Pública, Informação e Divulgação sobre Biodiversidade assemelham-se com a Estratégia VII de Ramsar sobre melhorar a sensibilização pública por meio de programas de educação pública formais e não formais.

Outro ponto de destaque é que a PNB tem como diretriz a integração do esforço nacional de conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica em planos, programas e políticas de forma complementar e harmônica.

No entanto, no texto de seu Componente 7 que trata do fortalecimento jurídico e institucional para a gestão da biodiversidade brasileira, foram incluídas estratégias e objetivos específicos de integração somente referentes ao emprego da legislação ambiental existente, excluindo as outras políticas setoriais.

Isto significa que os conjuntos de ações presentes nas estratégias I para que a conservação das zonas úmidas seja parte do planejamento nacional estratégico por meio da

gestão integrada das políticas territoriais e econômicas; e IV para racionalizar os programas do governo com efeitos adversos sobre as zonas úmidas; não estão incorporados, de forma explícita, na PNB.

Lei da Mata Atlântica

A Lei da Mata Atlântica é instituída pela Lei nº 11.428/2006 e tem como objetivo a proteção e a utilização sustentável do Bioma Mata Atlântica por meio da manutenção e da recuperação da biodiversidade e do regime hídrico; pelo estímulo à pesquisa, pela difusão de tecnologias e formação de uma consciência pública; pelo fomento de atividades públicas e privadas compatíveis com a manutenção do equilíbrio ecológico; e pelo disciplinamento da ocupação rural e urbana.

Para atingi-los utiliza instrumentos regulatórios para o corte, a supressão e a exploração da vegetação primária e secundária do Bioma; instrumentos econômicos como incentivos econômicos em territórios com importante representatividade do ecossistema, com espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção, relevância de recursos hídricos, valor paisagístico, estético ou turístico, que esteja em dia com as obrigações impostas pela legislação ambiental; e ainda incentivos creditícios agrícolas em territórios com vegetação primária ou secundária em estágios avançado e médio de regeneração do Bioma (BRASIL, Lei nº 11.428/2006, art33, art34, art41).

Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)

A Política Nacional sobre Mudança do Clima brasileira é instituída pela Lei nº 12.187/2009 e corresponde ao compromisso assumido pelo Brasil na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) e no Protocolo de Kyoto.

A PNMC entende que as mudanças climáticas consistem da soma da variabilidade climática natural observada e da alteração da composição da atmosfera mundial direta ou indiretamente atribuída à atividade humana (BRASIL, Lei nº 12.187/2009, art.2).

A ciência sobre os impactos atuais e esperados das mudanças climáticas nos recursos naturais brasileiros é explicitada em vários trechos do seu texto, como nos Parágrafos I, II e VI do Artigo 2º sobre os conceitos de adaptação, efeitos adversos, e sobre o impacto das alterações climáticas, respectivamente. Além disso, ela tem como um de seus objetivos a

preservação, a conservação e a recuperação dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais brasileiros.

Para atingi-los, utiliza instrumentos regulatórios[44], instrumentos econômicos[45], e informacionais[46]. Com caráter integrador, ela especifica, em seu Parágrafo 11 do Artigo 9º, que os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das outras políticas públicas e programas governamentais deverão compatibilizar-se com seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos. Desta forma os nove planos setoriais de mitigação[47] devem ser geridos nas diferentes esferas de governo.

Embora a PNMC brasileira não tenha estabelecido um plano de ação específico para a adaptação das zonas úmidas (ou outros ecossistemas) com medidas especiais para reduzir a vulnerabilidade desses ecossistemas a níveis mínimos frente os impactos históricos, atuais e previstos do clima, um grupo de trabalho de elaboração de um Plano Nacional de Adaptação iniciou seus trabalhos em 2013 para elaborar o documento temático Biodiversidade e Ecossistemas de adaptação nacional. O objetivo é que ele seja orientativo e que suas diretrizes sejam incorporadas nos nove planos setoriais existentes. Sua previsão de prazo de elaboração é até 2015 (MMA, 2015).

---

[44] São exemplos de instrumentos regulatórios da PNMC: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas, a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, as resoluções da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima; o monitoramento climático nacional; os indicadores de sustentabilidade; o estabelecimento de padrões ambientais e de metas, quantificáveis e verificáveis, para a redução de emissões antrópicas por fontes e para as remoções antrópicas por sumidouros de gases de efeito estufa; a avaliação de impactos ambientais sobre o microclima e o macroclima (BRASIL, Lei nº 12.187/2009, art.6)

[45] São exemplos de instrumentos econômicos da PNMC: medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, as linhas de crédito e financiamento específicas, s dotações específicas para ações em mudança do clima no orçamento da União, os mecanismos financeiros e econômicos referentes à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos efeitos da mudança do clima que existam no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto, os mecanismos financeiros e econômicos, no âmbito nacional, referentes à mitigação e à adaptação à mudança do clima (BRASIL, Lei nº 12.187/2009, art.6).

[46] São exemplos de instrumentos informacionais da PNMC: registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas; medidas de divulgação, educação e conscientização (BRASIL, Lei nº 12.187/2009, art.6).

[47] São eles: Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM; Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – PPCerrado; Plano Decenal de Energia – PDE; Plano de Agricultura de Baixo Carbono; Plano Setorial de Mitigação da Mudança Climática para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação - Plano Indústria; Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono – PMBC Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima – PSTM; Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima; e Plano de redução de emissões da Siderurgia.

A orientação dos planos da PNMC vai ao encontro da estratégia I da Convenção de Ramsar descrita no *Handbook* 2 sobre planejamento nacional estratégico com políticas territoriais com objetivos comuns de conservação.

Todavia, ao mesmo tempo em que a PNMC se projeta como promissora para a conservação das zonas úmidas (e outros ecossistemas) por conta da ciência desses fatores e da proposição da gestão integrada, ela apresenta fragilidades em seu texto como instrumento jurídico. O motivo são as imprecisões ao longo do documento e as consequentes múltiplas interpretações.

O primeiro ponto frágil a ser destacado diz respeito à conceituação dos efeitos adversos resultantes das mudanças climáticas[48], uma vez que os define como aqueles com efeitos deletérios significativos sobre a composição, resiliência ou produtividade de ecossistemas naturais e manejados (Parágrafo II do Artigo 2º).

Tão importantes quanto as ações de mitigação, as ações de adaptação às mudanças climáticas combinam estratégias para aumentar o nível de complexidade dos ecossistemas e aumentar a integração das redes de relações ecológicas tornando o sistema mais resistente às alterações por flutuação de fatores externos.

Precisar a tomada de ações de adaptação em razão dos efeitos adversos das mudanças climáticas como deletérios significativos sobre ecossistemas frágeis, como as zonas úmidas, que dependem da qualidade e disponibilidade da água e cuja biota apresenta uma adaptação evolucionária aos períodos de inundação e de água estagnada com alternância do domínio aquático e do domínio terrestre é extremamente arriscado.

O motivo é a atuação dos elementos do clima tanto sobre as espécies, as quais não respondem em sincronia no tempo e em magnitude a tais pressões externas quanto sobre as interações bióticas, de forma que os impactos não acontecem somente nos atores em si, mas também sobre as ligações dentro das redes ecológicas (WALTHER, 2010; HOFFMANN e SGRO, 2011).

Segundo Walther (2010), é justamente esta ausência de sincronia entre o tempo de adaptação de populações e do estabelecimento de relações ecológicas dentro de uma mesma comunidade o fator determinante para a vulnerabilidade dos sistemas, uma vez que podem contribuir com a promoção da incompatibilidade do calendário de condições ambientais

[48] A política entende que as mudanças climáticas determinam (de acordo com seu caráter, magnitude e taxa) a vulnerabilidade dos sistemas (grau de suscetibilidade e incapacidade) juntamente com sua sensibilidade e capacidade de adaptação para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos. Em seguida orienta que as medidas de adaptação deverão ser tomadas para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade do sistema ambiental.

favoráveis (como disponibilidade de alimentos, por exemplo) e ainda forçar a interação de espécies que eram anteriormente espacialmente separadas.

Exemplos de ações de adaptação orientadas pela Convenção de Ramsar para reduzir a vulnerabilidade das zonas úmidas à mudança do clima a níveis mínimos e conservar sua biodiversidade são:

a) a preferência na escolha de sítios Ramsar para o monitoramento da alteração e/ou perda de biodiversidade frente os impactos do clima;

b) investir na gestão territorial que garanta a conectividade, corredores e rotas, e outros percursos migratórios para a biota das zonas úmidas;

c) investir em projetos que garantam a resiliência das zonas úmidas na ocorrência de mudanças ecológicas presentes e possíveis provocadas pelo clima, incluindo, quando necessário, sua restauração.

Outro ponto frágil da PNMC brasileira a ser ressaltado concerne ao princípio de precaução, o qual é citado no Artigo 3º como um elemento a ser considerado na gestão. Conforme discutido anteriormente, ele constitui uma ferramenta cujo emprego foi acordado internacionalmente pelas partes contratantes da Convenção de Ramsar.

Contudo, o texto da política de clima brasileira determina, no Parágrafo II do mesmo artigo, que as medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica no território nacional serão tomadas quando haja razoável consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos.

De acordo com a definição do princípio, a adoção de medidas para prever, evitar ou minimizar os impactos, neste caso das mudanças climáticas sobre as zonas úmidas, acontece justamente quando não há consenso científico.

> No princípio da precaução o que se configura é a ausência de informações ou pesquisas científicas conclusivas sobre a potencialidade e os efeitos de uma intervenção no meio ambiente. Tem-se aqui a incerteza científica, a incerteza sobre os efeitos do dano potencial (OLIVEIRA, 2009, p.46).

A medida é tomada como uma forma de antecipar os cuidados com o desconhecido para que uma ação deletéria não seja concretizada (MILARE, 2009). No caso da tomada de decisão para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente os impactos da mudança climática sua aplicação é especialmente importante devido à dificuldade em obter uma imagem clara do futuro da biodiversidade nos diferentes cenários de modelos projetados.

Um terceiro ponto frágil da PNMC é a respeito da tomada de ações no caso das mudanças climáticas de origem antrópica no território nacional. No Parágrafo II do Artigo 3º o documento precisa que as intervenções serão realizadas quando a mudança for provocada por atividades antrópicas. Precisar tomar "medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica" (BRASIL, Lei nº 12.187/2009) significa ignorar os impactos das mudanças climáticas naturais que acontecem atualmente e que continuarão a acontecer.

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira é instituída pela Lei nº 12.305/2010 a qual alterou a Lei nº 9.605/1998. Embora a proteção da qualidade ambiental constitua um objetivo específico, a conservação da biota, dos recursos hídricos ou das zonas úmidas não são mencionados nos seus nove princípios básicos.

Contudo, vale destacar seu caráter promissor por meio da gestão integrada a qual é entendida, pela política, como o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, Lei nº 12.305/2010, art.3).

A PNRS integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e com a Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Para alcançar seus objetivos, a lei utiliza instrumentos[49] regulatórios, educacionais, econômicos e informacionais.

Código Florestal

O Código Florestal foi citado em três dos cinco relatórios nacionais brasileiros como um instrumento jurídico do país na implementação das estratégias de conservação das zonas úmidas.

[49] São exemplos de instrumentos da PNRS: a) regulatórios: planos e inventários de resíduos sólidos e padrões de qualidade ambiental da Política Nacional de Meio Ambiente, b) instrumento educacional: educação ambiental, c) instrumentos econômicos: incentivos fiscais, financeiros e creditícios, d) instrumentos informacionais: Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (BRASIL, Lei nº 12.305/2010, art.8).

Ele é instituído pela Lei nº 12.651/2012 e pela Medida Provisória (Lei nº 12.727/2012) que modificaram a Lei nº 6.938/1981 da Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei nº 9.393/1996 sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR relacionado ao pagamento de dívidas agrárias, a Lei nº 11.428/2006 sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

Em adição ele revogou a Lei nº 4.771/1965 do antigo Código Florestal brasileiro, a Lei nº 7.754/1989 sobre as medidas de proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios e a Medida Provisória no 2.166-67/2001 que abrangia o antigo Código Florestal e o ITR.

Estabelece as normas gerais sobre a proteção da vegetação das áreas de preservação permanente[50] (faixas de matas ripárias, vegetação do entorno de reservatórios, nascentes, encostas, restingas, manguezais, topo de morros) rurais e urbanas e das áreas de reserva legal[51] (cobertura de vegetação nativa além das áreas de preservação permanente).

Seu projeto de lei foi alvo de intenso debate popular, acadêmico e científico devido o afrouxamento dos dispositivos de preservação da vegetação brasileira (e consequentemente da sua biodiversidade) (TUNDISI; TUNDISI, 2010; CASATTI, 2010; GALETTI et al, 2010) em favor da expansão das atividades rurais juntamente com o perdão das suas dívidas de não cumprimento da antiga legislação (SPAROVEK et al, 2011).

No período de discussões, o Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU) emitiu as Recomendações CNZU nº 3 de 2010 e CNZU nº 4 de 2011 solicitando ao Ministério do Meio Ambiente que não houvesse modificações jurídicas que representassem o retrocesso da proteção das zonas úmidas brasileiras (Quadro 6). No entanto elas foram em vão.

Nas zonas úmidas o retrocesso da nova lei relaciona-se principalmente à redução da obrigação do tamanho das áreas de preservação permanente as quais servem como corredores ecológicos ao longo dos cursos d´água, reservatórios, encostas, nascentes, topos de morro, restingas e manguezais.

Os efeitos esperados incluem a ruptura da conectividade dos corredores das florestas ripárias, o aumento do efeito de borda e a redução dos hábitats. Os impactos deletérios sobre a

[50] A Lei entende Área de Preservação Permanente (APP) como uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, Lei nº 12.651/2012, art.3).

[51] A Lei entende Reserva Legal como a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, Lei nº 12.651/2012, art.3).

biota foram elencados, por exemplo, por Galetti et al (2010), por Casatti (2010), por Toledo et al (2010) e por Joly (2011).

Associam-se também a modificação climática resultante do aumento da temperatura, da diminuição da umidade relativa do ar, do ressecamento do solo, da redução da altura do dossel e do aumento da mortalidade da vegetação arbórea; e a invasão de espécies generalistas com alta capacidade adaptativa a essas novas alterações (LAURANCE et al., 2002).

Além disso, considerando que tais modificações legislativas deixam de obrigar a proteção da vegetação em diversas superfícies que constituem áreas de várzeas[52], os impactos nos recursos hídricos incluem a degradação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas com o comprometimento de todos os serviços ambientais das zonas úmidas (TUNDISI, TUNDISI, 2010).

PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

De acordo com os cinco relatórios trienais oficiais brasileiros enviados ao secretariado da Convenção de Ramsar desde a COP7 (1999) até a COP11 (2012), o país vem desenvolvendo diversos programas, planos, projetos e ações que envolvem a conservação das zonas úmidas em seu território (Quadro 8). Dentre eles, o Plano Nacional de Áreas Protegidas constitui, segundo o país, o de maior pertinência.

.

[52] Segundo a nova Lei as áreas de preservação permanente ao longo de cursos d'água naturais são delimitadas a partir da borda da calha do leito regular. Para as zonas úmidas isto significa a perda de proteção de superfícies de várzeas uma vez que para incluí-las a terminologia da legislação deveria delimitar as APPs a partir do histórico do leito no nível mais alto de cheia.

Quadro 8. Programas, planos, projetos e atividades citadas pelo Brasil nos cinco relatórios trienais oficiais enviados ao secretariado da Convenção de Ramsar desde a COP7 (1999) até a COP11 (2012) com ações que envolvem a conservação das zonas úmidas no país.

COP7	COP8	COP9	COP10	COP11
Programa PROBIO Planos de Ação para Floresta Atlântica e Cerrado Plano Nacional de Gestão das Zonas Costeiras Plano de Conservação da Bacia do Alto-Paraguai (BAP) Recuperação de Matas Ciliares de Bacias Hidrográficas Projetos para estudos básicos em recursos hídricos Programa para o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia Legal (PRODEVAL) Programa de Mentalidade Marinha (PROMAR) Projeto São Francisco Programa de Limpeza da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro/RJ); Preservação da biodiversidade dos ecossistemas de mangue da América tropical; Programa para o Desenvolvimento Sustentável do Pantanal; Programa brasileiro de diversidade biológica (PRONABIO) Programa para o desenvolvimento sustentável do Pantanal Projetos de execução descentralizada (3 projetos no Norte, 3 no nordeste, 4 no sul, 11 no sudeste e 2 no centro-oeste do país).	Programa Nacional de Meio Ambiente Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro Programa de conservação da bacia do rio Paraguai Programa Pantanal Programa de monitoramento de mercúrio na Amazônia Legal e Pantanal Programa nacional de capacitação ambiental portuária Programa brasileiro de diversidade biológica (PRONABIO) Programa de revitalização da Baía de Guanabara Programa de gestão ambiental participativa e integrada com as comunidades indígenas Programa nacional de educação ambiental Programa parâmetros em ação	Programa Amazônia Sustentável Programa Áreas protegidas do Brasil Programa Conservação e recuperação dos biomas brasileiros Programa Conservação, uso racional e qualidade das águas Programa Desenvolvimento sustentável do Pantanal Programa de Gestão da Política de Meio Ambiente Programa Hidro Programa PELD Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro Programa de monitoramento dos recifes de corais brasileiros Campanha de conduta consciente em ambientes de recife Projetos de gestão participativa de recursos pesqueiros Programa para a conservação da biodiversidade do patrimônio mundial natural da UNESCO Programa PROECOTUR ecoturismo na Amazônia Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE) Programa do trópico úmido Programa de águas subterrâneas Programa de revitalização da Baía de Guanabara Programa Pantanal Programa PROBIO Programa PróVárzea	Plano Nacional de Áreas Protegidas Plano Nacional de Recursos Hídricos Programa PELD – Pesquisa Ecológica de Longa Duração Programa de Desenvolvimento Sustentável do Pantanal Programa Amazônia Sustentável Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Agroextrativismo/Prodex Programa Fome Zero 22 Programas do Ministério da Agricultura integrados com outros programas inter-ministeriais Projeto Aquabio Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro 55 projetos do Sub-programa Projetos Pilotos Programa Nacional de Biodiversidade (PROBIO) Programa para o desenvolvimento sustentável da Bacia do Prata	Plano Nacional de Áreas Protegidas Plano participativo de Saneamento Básico Política de Capacitação de Pescadores Marinhos e de Água Doce Programa de Integração das bacias hidrográficas Revitalização de bacias hidrográficas vulneráveis e degradadas Conservação e recuperação dos biomas brasileiros Uso da biodiversidade e recursos genéticos para conservação e sustentabilidade Programa Fome Zero Programa de Meio Ambiente Educação e Mobilização Social para o Saneamento (PEAMSS) Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Pesca amazônica Programa Comunidades Tradicionais Campanha Saco é Saco Cita 54 ações (políticas, programas e planos) que estão, indiretamente, relacionadas com as ZU, sendo 18 do Ministério do Meio Ambiente, 02 do Ministério de Peixes e Aquicultura, 07 do Ministério da Agricultura, 03 do Ministério das Cidades, 10 do Ministério da Ciência, tecnologia e Inovação, 02 do Ministério da Educação, 03 do Ministério da Integração Nacional, 06 do Ministério das Relações Exteriores, 02 do Ministério da Saúde, e 01 do Ministério do Turismo.

Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP)

O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) é instituído pelo decreto presidencial nº 5758/2006 de 2006 e compreende uma resposta do Brasil ao compromisso assumido com a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB). Além dela, ele atende as deliberações da Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, do Plano Estratégico da Convenção sobre Diversidade Biológica, e das conferências nacionais do meio ambiente (CNMAs) de 2003 e 2005.

Implantado pelo Ministério do Meio Ambiente, prevê revisões a cada cinco anos com consultas ao CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), FUNAI (Fundação Nacional do Índio) e Secretaria Especial de Políticas de Promoção da Igualdade Racial da Presidência da República (BRASIL, 2006). No entanto, o novo plano, que deveria ter sido atualizado em 2011, não foi publicado até fevereiro de 2015.

O PNAP dá enfoque ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza[53] (SNUC), às terras indígenas e aos territórios quilombolas, e prevê ações "para o estabelecimento de um sistema abrangente de áreas protegidas ecologicamente representativo, efetivamente manejado, integrado a áreas terrestres e marinhas mais amplas, até 2015" (BRASIL, 2006, p.8).

Para implementá-las, apresenta 26 princípios e 20 diretrizes.

Entre os princípios ele adota uma abordagem ecossistêmica somada ao princípio da precaução na gestão das áreas protegidas, reconhece tais áreas como um dos instrumentos eficazes para a conservação da diversidade biológica e sociocultural, preconiza a cooperação entre as três esferas de gestão (União, estados e municípios) para o estabelecimento e gestão de unidades de conservação e busca a harmonização com as políticas públicas de ordenamento territorial e desenvolvimento regional sustentável.

Estas características se relacionam com a orientação de Ramsar prevista no *Handbook* 2 de criar objetivos comuns de conservação de zonas úmidas por meio do desenvolvimento de políticas territoriais e da coordenação federal, estadual, e municipal e vincular essas políticas com as de uso do solo, água, ar, conservação da vida selvagem e desenvolvimento econômico.

Já entre as diretrizes, o PNAP prevê que a criação de novas unidades de conservação deve ter como referência os remanescentes dos biomas brasileiros e as áreas prioritárias para a

[53] O SNUC é instituído pela Lei nº 9.985 de 2000 e estabelece os critérios e as normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação no Brasil. Constitui um instrumento regulatório da gestão ambiental brasileira.

biodiversidade, que a gestão destas áreas seja integrada à das bacias hidrográficas; que a participação e o controle social sejam amplamente difundidos, bem como o acesso à informação sobre áreas protegidas, e que:

> (...) o planejamento para o estabelecimento de novas unidades de conservação, bem como para a sua gestão específica e colaborativa com as demais áreas protegidas, deve considerar as interfaces da diversidade biológica com a diversidade sociocultural, os aspectos econômicos, de infraestrutura necessária ao desenvolvimento do País, de integração sul-americana, de segurança e de defesa nacional (BRASIL, 2006, p.10).

Ao todo são 179 ações organizadas em quatro eixos temáticos. São eles:

a) Planejamento, fortalecimento e gestão, que tem como objetivo principal a implementação e o fortalecimento do SNUC e gestão da biodiversidade em terras indígenas e quilombolas;
b) Governança, participação, equidade e repartição de custos e benefícios, que além de buscar estabelecer um sistema de governança das áreas protegidas, visa a integração entre as unidades de conservação e a distribuição de maneira equitativa dos custos e benefícios das mesmas;
c) Capacidade institucional, que busca fortalecer a capacidade institucional para gestão do SNUC e para conservação e uso sustentável da biodiversidade nas terras indígenas e nas terras quilombolas, além de prever uma estratégia nacional de educação e de comunicação para as áreas protegidas;
d) Avaliação e monitoramento, eixo temático que propõe ações para avaliar e monitorar as áreas protegidas, bem como de avaliação do próprio PNAP.

Em relação às zonas úmidas, há, no PNAP, estratégias específicas de conservação para as áreas com reconhecimento internacional. O objetivo é atuar na implementação das convenções, acordos e tratados internacionais dos quais o Brasil é signatário, entre eles Ramsar. Entre as ações previstas estão (BRASIL, 2006, p.32):

a) estabelecer acordos e parcerias que favoreçam a implementação das Convenções do Patrimônio Mundial e de Ramsar, do Tratado de Cooperação Amazônica e do Programa "O Homem e a Biosfera" da Unesco, no Brasil;
b) realizar a troca de informações e experiências entre os países signatários das Convenções do Patrimônio Mundial e de Ramsar, do Tratado de Cooperação Amazônica e do Programa O Homem e a Biosfera da Unesco";

c) realizar diagnóstico e classificação das zonas úmidas brasileiras, relacionando as características das áreas aos critérios necessários ao reconhecimento internacional pela Convenção de Ramsar; e
d) formular proposta de política nacional para as zonas úmidas.

Além delas, o eixo temático planejamento, fortalecimento e gestão do PNAP prevê "propor e implementar ações de integração e articulação entre os instrumentos de conectividade e as unidades de conservação e demais áreas protegidas, destacando as zonas úmidas" (BRASIL 2006, p.16).

5.3.2. Políticas públicas e seus instrumentos de gestão das zonas úmidas na França

A França ratificou a Convenção de Ramsar em 01/12/1986 e aprovou seu aparato normativo por meio do Decreto nº 87-126 de 20/02/1987. Atualmente o país apresenta 43 sítios Ramsar totalizando 3.557.820 hectares. Destes, 32 situam-se na França metropolitana e 11 no exterior.

De acordo com os cinco relatórios trienais oficiais franceses enviados ao secretariado da Convenção de Ramsar desde a COP7 (1999) até a COP11 (2012), o país tem o funcionamento da Convenção assegurado por:

a) O Ministério da Ecologia, da Energia, do Desenvolvimento Sustentável e do Mar que constitui a autoridade administrativa responsável pela designação de zonas úmidas para a Lista de Ramsar, por organizar a gestão adequada desses sítios e por implementar uma política nacional de zonas úmidas;
b) Um ponto focal nacional designado pela autoridade administrativa responsável pela comunicação regular com o Secretariado da Convenção e por coordenar sua implementação a nível nacional;
c) O Grupo Nacional de Zonas úmidas, composto por representantes do Estado e da sociedade civil (Quadro 9) e que apoia o governo na implementação da sua política geral de zonas úmidas e em particular da implementação das diretrizes da Convenção de Ramsar. Ele é responsável por elaborar e validar as ações do Plano Nacional de Zonas úmidas.

d) Um correspondente nacional do Painel de Revisão Científica e Técnica (STRP) da Convenção de Ramsar

e) Dois pontos focais para a Comunicação, Educação e Participação Pública (governamentais e não-governamentais) para o desenvolvimento e implementação de programas nacionais do Programa de trabalho sobre Comunicação, Educação, Participação e consciência da Convenção de Ramsar (CEPA - *Programme of work on Communication, Education, Participation and Awareness*).

f) Plano Nacional de Zonas úmidas que se encontra em sua terceira versão. A primeira foi instituída em 1995, a segunda em 2010 e a terceira em 2014.

g) Observatório das zonas úmidas criado em 1995 como parte do plano de ação nacional para as zonas úmidas. É gerido pelo Instituto Francês de Meio Ambiente (I*nstitut Français de l'Environnement* – IFEN) e tem a missão de acompanhar a evolução das zonas úmidas na França.

h) Associação Ramsar França criada em 2011 e composta por atores-chave da sociedade civil. Seu objetivo é promover as diretrizes da Convenção de Ramsar na França, melhorar a gestão e incentivar a criação de novos sítios.

i) Um arcabouço jurídico composto por diretivas da Comunidade Europeia e leis nacionais.

Quadro 9. Atores-chave do poder público e sociedade civil membros do Grupo Nacional de zonas úmidas (*Groupe National pour les Milieux Humides* - GNMH) segundo o Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e Energia (*Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie*).

Poder Público	Sociedade Civil
Representante do Estado e das suas instituições públicas	**Representantes dos usuários**
Ministère chargé de l'écologie, du développement durable et de l'énergie	*ACTA - Institut des filières animales et végétales*
Ministère chargé de l'Intérieur, des Outre-Mer	*Institut de l'élevage*
Ministère chargé de l'Economie, des finances et de l'industrie	*Assemblée permanente des chambres d'agriculture*
Ministère chargé de l'agriculture, de l'agro-aliementaire et de la forêt	*Fédération Nationale des Syndicats des Exploitants Agricoles*
Groupement des DREAL- directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement	*Confédération paysanne*
Groupement des DDTM- directions départementales des territoires et de la mer	*Coordination Rurale Nationale*
Atelier Technique des Espaces Naturels	*Centre National Professionnel de la Propriété Forestière*
Conservatoire des Espaces Littoraux et des Rivages Lacustres	*Fédération nationale de l'agriculture biologique*
Agence des Aires Marines Protégées	*Fédération Nationale de la Pêche en France et de la Protection du Milieu Aquatique*
Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques	*Fédération nationale des centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural*
Office National des Forêts	*Réseau agriculture durable*
	Société des agriculteurs de France
	Fédération Nationale des Chasseurs
	Association Nationale des Chasseurs de Gibier d'Eau
	Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction

Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage	*Fédération Nationale des Conservatoires d'Espaces Naturels*
Agence de l'Eau Adour-Garonne	*Union des Ports de France*
Agence de l'Eau Artois-Picardie	*OMPO (Oiseaux migrateurs du paléarctique occidental)*
Agence de l'Eau Loire-Bretagne	
Agence de l'Eau Rhin-Meuse	
Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse	**Representantes das autoridades locais**
Agence de l'Eau Seine-Normandie	*Association des Régions de France*
Muséum National d'Histoire Naturelle	*Assemblée des Départements de France*
Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	*Association des Maires de France*
	Assemblée des communautés de France
	Fédération nationale des syndicats de marais
Institut national de la recherche agronomique	*Association Nationale des Elus du Littoral*
	Forum des Marais Atlantiques
	Association Française des Etablissements Publics Territoriaux de Bassin
	Representantes de associações
	Comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature
	Association France Nature Environnement
	Société Nationale de Protection de la Nature, correspondant français non gouvernemental pour la Communication, l'Education, la Sensibilisation et la Participation (CESP)
	Fond mondial pour l'environnement (WWF)
	Ligue pour la Protection des Oiseaux
	Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France
	Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux
	Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes (Tour du Valat)
	Réserves Naturelles de France
	Humanité et biodiversité
	Association Ramsar France
	Rivage de France
	Vet'el, le réseau des vétérinaires en élevage
	Representantes dos trabalhadores
	C.G.T
	C.F.D.T.
	CFE/CGC
	F.O.
	Correspondente francês do Painel de Revisão Científica e Técnica (STRP) da Convenção de Ramsar

Na França, a política pública de zonas úmidas para atingir os objetivos da Convenção de Ramsar é sustentada pelo conjunto de quatro principais diretivas europeias, são elas: Diretiva Habitats, Diretiva Aves, Diretiva-Quadro sobre a Água e Diretiva-Quadro Estratégia para o Meio Marinho; e cinco leis federais: Lei sobre a água e meios aquáticos, Lei do litoral, Lei relativa ao desenvolvimento rural e Leis *Grenelle* do Meio Ambiente I e II (Quadro 10).

Além deles, vários programas e planos foram listados como valiosos para a conservação das zonas úmidas, sendo o Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas o

principal deles. Para o alcance das metas das políticas públicas, utiliza instrumentos de gestão do espaço de planificação, contratuais e financeiros, fiscais, administrativos e jurídicos, regulamentares de proteção, fundiários e de uso do solo, de observação e de conhecimentos, e instrumentos de valorização não obrigatórios (Figura 78).

Quadro 10. Instrumentos jurídicos citados pelo Estado francês nos relatórios nacionais trienais da Convenção de Ramsar para implementar o regime e atingir seus objetivos acordados internacionalmente.

	COP 7 1999	COP 8 2002	COP 9 2005	COP 10 2008	COP 11 2012
Diretiva Habitats (*Directive Habitats Faune Flore*) - Natura 2000 Diretiva nº 92/43/CEE de 21/05/1992	■	■	■	■	■
Diretiva Aves (*Directive Oiseaux*) Diretiva nº 2009/147/CE de 30/11/2009	■	■	■	■	■
Lei do Litoral (*Loi Littoral - Loi relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral*) Lei nº 86-2/1986 de 03/01/1986		■			
Lei sobre a Agua e Meios Aquáticos (*Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques - LEMA*) Lei nº 2006-1772/2006 de 30/12/2006		■	■	■	
Diretiva-quadro sobre a Água (*Directive cadre sur l'eau*) Diretiva nº 2000/60/CE de 23/10/2000			■	■	■
Lei relativa ao desenvolvimento rural (*Loi relative au développement des territoires ruraux - DTR*) Lei nº 2005-157/2005 de 23/02/2005			■	■	■
Diretiva-Quadro Estratégia para o Meio Marinho (*Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin*) Diretiva nº 2008/56/CE de 17/06/2008					■
Lei Grenelle I e II (*Loi Grenelle de l'environnement*) Lei nº. 2009-967/2009 de 03/08/2009 Lei no 2010-788 de 12/07/2010					■

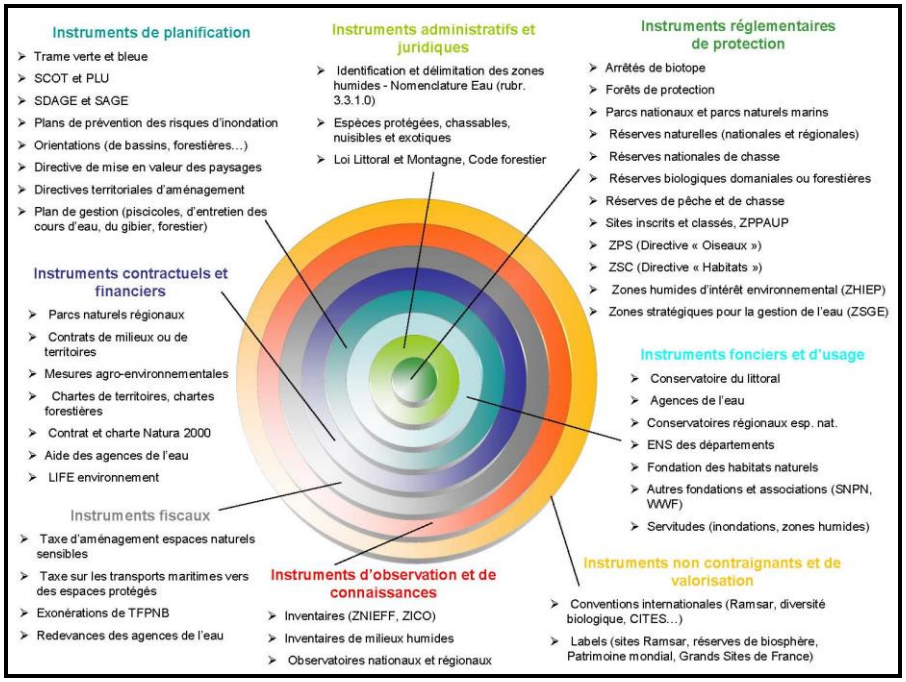

Figura 78. Instrumentos de gestão das zonas úmidas francesas. Fonte: Eufrance, 2014

DIRETIVAS DA COMUNIDADE EUROPEIA PARA A GESTÃO DAS ZONAS UMIDAS NA FRANÇA

As diretivas da Comunidade Europeia constituem atos legislativos com um objetivo a ser alcançado por todos os países da União Europeia. Devem ser obrigatoriamente transcritas nas legislações nacionais e constituem obrigações para o Estado e indivíduos. No entanto, cabe a cada país decidir os meios para alcançar os objetivos orientados.

Diretiva Aves (*Directive Oiseaux*)

A Diretiva Aves é instituída pela Diretiva nº 2009/147/CE de 2009 que substitui a Diretiva 79/409/CEE de 2 de Abril 1979. Estabelece um regime geral para a proteção de todas as espécies de aves selvagens naturalmente presentes no território da União Europeia, incluindo as espécies migratórias.

Tem o objetivo de criar zonas de proteção especiais (ZPE) nas áreas de distribuição naturais das espécies para "a preservação, a manutenção e o restabelecimento dos biótopos e dos hábitats" (CE, Diretiva nº 2009/147/CE, art.3) podendo incluir zonas de invernada, de nidificação ou de repouso nos percursos de migração.

Segundo ela, é dever dos Estados "atribuir uma importância especial à proteção das zonas úmidas e muito particularmente às de importância internacional" (CE, Diretiva nº 2009/147/CE, art.4) e de tomar medidas para evitar a deterioração dos hábitats e perturbações sobre as espécies. A obrigação vai ao encontro das estratégias de conservação da biodiversidade das zonas úmidas regulamentada pela Convenção de Ramsar.

Seus artigos quinto a oitavo estipulam as normas de proteção para as espécies mencionadas nos anexos I, II e III. No entanto, eles podem ser derrogados no caso de interesse da saúde e da segurança pública, da segurança aeronáutica, para evitar danos importantes às culturas, gado, florestas, pescas ou às águas e para a proteção da fauna e flora, ou com fins de investigação e de ensino (CE, Diretiva nº 2009/147/CE, art.9).

Diretiva Habitats (*Directive Habitats Faune Flore*) - Natura 2000

A rede Natura 2000 é instituída pela Diretiva nº 92/43/CEE de 1992 que alterou a Diretiva nº 97/62/CE sobre sua adaptação e progresso científico e técnico; alterou o

Regulamento (CE) nº 1882/2003 relativo aos comitês que assistem a Comissão; e modificou a Diretiva nº 2006/105/CE que adapta as Diretivas nº 73/239/CEE, nº 74/557/CEE e nº 2002/83/CE no domínio do ambiente.

Tem o objetivo de contribuir para a manutenção da biodiversidade nos Estados-Membros da Comunidade Europeia por meio da definição de um quadro comum para a conservação dos habitats, da fauna e flora de interesse comunitário (CEE, Diretiva nº 92/43/CEE).

A rede Natura 2000 é constituída por zonas especiais de conservação a serem designadas pelos Estados e financiadas pela CE em cooperação com as nações para proteger os habitats naturais de espécies em perigo de extinção, vulneráveis, raras e/ou endêmicas.

Os tipos de habitats naturais são especificados no anexo I e o nome cientifico das espécies de interesse são indicados no anexo II. No anexo III são estabelecidos os critérios de seleção desses locais, no seu anexo IV são designadas as espécies da fauna e flora que exigem proteção mais rigorosa e no anexo V são apontadas as espécies cuja captura e exploração na natureza podem ser objeto de medidas de gestão. A diretiva também inclui, como zonas de proteção especial, todas as áreas especificadas pela Diretiva Aves nº 2009/147/CE.

Na França, a diretiva da rede Natura 2000 apresenta-se como uma ferramenta para a gestão das zonas úmidas, uma vez que várias zonas de conservação especiais abrigam espécies e/ou hábitats aquáticos. Promissora na reorganização da governança da biodiversidade no país, a rede utiliza mecanismos contratuais (*les Contracts Natura 2000*) de reconciliação, ao menos temporal (cinco a seis anos), dos conflitos de atores-chaves locais, regionais e nacionais, governamentais e da sociedade civil (MCCAULEY, 2008).

O documento de planejamento acordado, denomimado *Document d´objectifs* apresenta três objetivos: o envolvimento dos atores na análise de dados existentes e na busca de novos conhecimentos sobre o estado do sítio; o aval da comissão de atores-chaves (*les Comités de Pilotage*) sobre o estabelecimento na perspectiva geográfica e ambiental do sítio prioritário para proteção; e a imposição de uma pena financeira pela comissão no caso de descumprimento das regras (MCCAULEY, 2008).

Atualmente a designação dos sítios Ramsar franceses, que concerne à proteção de zonas úmidas de interesse internacional, é realizada em conexão com a ferramenta Natura 2000. De acordo com Marquet e Damien (2012, informação verbal), a previsão é que haja uma fusão dos pontos focais nacionais de gestão dessas duas ferramentas para o gerenciamento desses ecossistemas.

Diretiva-Quadro sobre a Água

A Diretiva-Quadro sobre a Água é instituída pela Diretiva nº 2000/60/CE de 2000 e estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água europeia (CE, Diretiva nº 2000/60/CE, art.1).

Dentre seus objetivos, destaca-se o de evitar a continuação da degradação, proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos, terrestres e zonas úmidas. Para alcançá-lo, é dever dos Estados membros atingir o bom estado das águas de superfície (ou o bom potencial ecológico e bom estado químico das massas de água artificiais e fortemente modificadas) e de águas subterrâneas em até 15 anos.

Em zonas de proteção de espécies aquáticas e de interesse econômico e em zonas designadas para a conservação de habitats ou de espécies incluindo as protegidas pelas Diretivas nº 92/43/CEE – Natura 2000 e nº 2009/147/CE - Aves o bom estado[54] também deve ser alcançado em até 15 anos, exceto se a Diretiva orientar de outra forma. Além disso, nessas zonas há requisitos suplementares de monitoramento.

A inserção dos elementos de qualidade biológicos como fitoplancton, flora aquática, invertebrados bentônicos e fauna piscícola associados e aos elementos hidromorfológicos, químicos e físico-químicos de suporte dos elementos biológicos para a classificação do estado ecológico dos recursos hídricos constitui uma medida promissora.

Os elementos de qualidade são combinados com a gestão da água nas bacias hidrográficas, onde devem ser reconhecidos e retirados os vetores de pressão antrópicos; e com o sistema econômico da água, onde são implementadas taxas e licenças para seus bens e serviços e cujos recursos financeiros devem ser reinvestidos no setor.

Os princípios de precaução, de ação preventiva, de correção de ações prioritariamente na fonte e do poluidor-pagador são estabelecidos como base para a obtenção dos objetivos de preservação, proteção e melhoria da qualidade do ambiente mediante o uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, se coloca como base "para o prosseguimento do diálogo e para o desenvolvimento de estratégias destinadas a uma maior integração das diferentes políticas" (CE, Diretiva nº 2000/60/CE, cons.16).

[54] A Diretiva-Quadro sobre a Água entende o estado da água como o estado em que se encontra uma determinada massa de águas, definido em função do pior dos estados ecológico ou químico. O estado ecológico, que constitui a qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície, é caracterizado como bom nos termos do seu anexo V. O estado químico, por sua vez, é caracterizado como bom quando não alcança as concentrações de poluentes definidas nas normas de qualidade ambiental no anexo IX, artigo 16 e outras legislações comuns.

A Diretiva adota, desta forma, a abordagem ecossistêmica para a conservação dos recursos hídricos garantindo, a longo prazo, o contentamento das necessidades ambientais e humanas (CORREIA, 2005; CARDOSO-SILVA, et al, 2013).

Na França, as demandas da Diretiva-Quadro sobre a Água foram incorporadas no arcabouço jurídico nacional por meio da Lei nº 2004-338/2004 que modificou artigos do Código do Meio Ambiente (*Code de l´environnement*), do Código de Urbanismo (*Code de l´urbanisme*) e do Código Geral das coletividades territoriais (*Code général des collectivités territoriales*).

De acordo com a análise dos cinco relatórios nacionais franceses enviados ao Secretariado da Convenção de Ramsar nas COPs 8, 9, 10 e 11, a integração da conservação e da utilização racional das zonas úmidas é realizada pela aplicação dos SDAGE[55] e do SAGE nas bacias hidrográficas do país. No relatório trienal da COP9, o país esclarece que o SAGE constitui, na escala local, um dos pontos de apoio de difusão da Convenção de Ramsar.

Como exemplo, os Esquemas Territoriais de Coerência (*Schémas de Cohérence Territoriale* - SCOT), os planos locais de urbanismo (*Plans locaux d'Urbanisme* - PLU) e as cartas comunitárias (*cartes communales*) devem ser coerentes com os objetivos qualitativos e quantitativos da SDAGE e SAGE.

Diretiva-Quadro Estratégia para o Meio Marinho

A Diretiva-Quadro Estratégia para o Meio Marinho é instituída pela Diretiva nº 2008/56/CE de 2008 e estabelece um quadro de ação no domínio da política para o meio marinho da Comunidade Europeia, ou seja, das águas costeiras (incluindo os fundos e subsolos marinhos) e as áreas marinhas protegidas, inclusive pela Diretiva nº 92/43/CEE da rede Natura 2000 e pela Diretiva nº 2009/147/CE de proteção das aves.

Apresenta os objetivos de proteger e preservar o meio marinho, de impedir a sua deterioração ou restaurá-los, e de prevenir e reduzir as entradas no meio marinho a fim de eliminar progressivamente a poluição e assegurar que não haja impactos ou riscos

[55] Na França, o plano diretor de desenvolvimento e gestão da água (SDAGE - *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux*) consiste no plano de gestão desenvolvido pelos comitês das bacias com as estratégias para alcançar o bom estado da água. Constitui um documento oficial e suas orientações e disposições são obrigatórias para todas as decisões públicas sobre a água. Na escala local, o plano de planejamento de gestão da água (SAGE - *Schéma d'aménagement de gestion des eaux*) define, em compatibilidade com o SDAGE, os objetivos gerais de uso, desenvolvimento e de proteção quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos. Estabelecido por atores-chaves locais e regionais, constitui um instrumento de relevância jurídica para o ordenamento territorial local equilibrada com a preservação dos recursos hídricos.

significativos para a biodiversidade marinha, para os ecossistemas marinhos, para a saúde humana e para as utilizações legítimas do mar (CE, Diretiva nº 2008/56/CE, art.1).

A gestão das atividades deve basear-se na abordagem ecossistêmica. Os vetores de pressão antrópicos devem ser mantidos a níveis compatíveis com o bom estado ambiental e as modificações não devem comprometer a capacidade de resposta dos ecossistemas marinhos. O princípio de precaução deve ser utilizado como base para a tomada de decisões.

Cada Estado-Membro deve elaborar programas, dentro de sua estratégia marinha, para alcançar ou manter um bom estado ambiental. São descritores qualitativos para a definição do bom estado ambiental: a manutenção da biodiversidade; o controle de espécies exóticas; a manutenção segura das populações de peixes e de moluscos explorados comercialmente; a ocorrência normal de abundancia e diversidade de todos os elementos da cadeia alimentar marinha; a redução da eutrofização antropogênica a níveis mínimos; a integridade dos ecossistemas bentônicos; os níveis de contaminantes que não originem efeitos de poluição, entre outros.

Na França o plano correspondente é o Plano de Ação para o Ambiente Marinho (*Plan d'Action pour le Milieu Marin*) o qual contem medidas de proteção espacial e auxilia a criar uma rede coerente e representativa dos ecossistemas franceses de áreas marinhas. Para tanto, ele inclui áreas protegidas de diversos estatutos, inclusive sítios Ramsar franceses.

No caso desses sítios, além dos estatutos de proteção da Convenção de Ramsar, a gestão integrada das zonas costeiras (*la gestion intégrée des zones côtières***)** utiliza como instrumentos de gestão as ferramentas regulamentares das áreas protegidas, ferramentas de proteção fundiária, ferramentas de proteção contratual e ferramentas de proteção específicas.

INSTRUMENTOS JURÍDICOS NACIONAIS PARA A GESTÃO DAS ZONAS UMIDAS FRANCESAS

Além das Diretivas da Comunidade Europeia, a França esclarece nos cinco relatórios trienais oficiais enviados ao Secretariado da Convenção de Ramsar desde a COP7 (1999) até a COP11 (2012), que sua política de zonas úmidas é alicerçada na Lei sobre a água e meios aquáticos, na Lei do litoral, na Lei relativa ao desenvolvimento rural e nas Leis de *Grenelle* I e II. Além deles, apresenta também um Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas, elaborado especialmente para o planejamento estratégico e a conservação desses ecossistemas no país.

Lei sobre a Agua e Meios Aquáticos (*Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques* - LEMA)

A Lei sobre a Agua e Meios Aquáticos é instituída pela Lei nº 2006-1772 de 30/12/2006. Complementa o arcabouço jurídico de gestão dos recursos hídricos na França, juntamente com a Lei da água de 16/12/1964, que criou as agências de água e comitês de bacias e organizou a gestão descentralizada; e com a Lei da água de 03/01/1992, que reforçou as diretrizes de proteção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos e criou novas ferramentas para a gestão da água por meio dos SDAGE e SAGE. Grande parte da legislação deste arcabouço deriva das diretivas europeias.

A LEMA modifica diversos artigos do Código do Meio Ambiente (*Code de l'environnement*), do Código Florestal (*Code forestier*), do Código Rural (*Code rural*), Código de minas (*Code minier*), do Código da Saúde Pública (*Code de la santé publique*) e de outras leis.

As novas diretrizes estabelecidas visam fornecer as ferramentas para alcançar a meta de bom estado da água de acordo com a Diretiva-Quadro sobre a Água, melhorar os serviços públicos de água e saneamento, modernizar a organização de pesca de água doce, e levar em conta a adaptação às alterações climáticas na gestão dos recursos hídricos.

Entre os destaques estão a gestão de áreas sensíveis, como as zonas úmidas, regiões de recarga das bacias e áreas de erosão difusa. A Lei prevê a "realização e a promoção de ações de preservação, restauração, manutenção, aquisição e melhoria da gestão dos recursos aquáticos e das zonas úmidas" (FRANÇA, Lei nº 2006-1772, art.83).

São exemplos de ações a reconquista da qualidade ecológica dos rios por meio da conformidade de obras hidráulicas com as necessidades migratórias dos peixes, controle da vazão mínima adaptada às necessidades ambientais e de energia, estabelecimento de águas livres e encanadas para a proteção de zonas de desova, entre outras.

Para o país, a LEMA foi destacada, nos relatórios nacionais para a Convenção das COPs 8, 9 e 10 como um importante instrumento nacional de gestão das zonas úmidas francesas. Suas diretrizes vão ao encontro das Estratégias do *Handbook* 2 da Convenção de Ramsar para a implementação da Política de Ramsar pelas partes contratantes. São contempladas, por exemplo, as orientações:

a) Da Estratégia I de Ramsar, sobre os objetivos comuns de conservação de zonas úmidas por meio do desenvolvimento de políticas territoriais e da coordenação federal, estadual, e municipal e sobre a vinculação dessas políticas com as de uso do solo, água, ar, conservação da vida selvagem e desenvolvimento econômico; e

da Estratégia IV, sobre coordenar e racionalizar os programas do governo com efeitos adversos sobre as zonas úmidas minimizando seus impactos e encorajando a conservação desses ecossistemas. O esforço relaciona-se às modificações de artigos do Código do Meio Ambiente e do Código Rural.

b) Da Estratégia III sobre o reconhecimento e incentivo do papel e dos esforços da comunidade local e de organizações não-governamentais para a conservação das zonas úmidas por meio do SAGE.

Lei do Litoral

A Lei do Litoral (*Loi Littoral - Loi relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral*) é instituída pela Lei nº86-2 de 1986.

Assim como a LEMA, constitui um conjunto de modificações que alterou ou criou artigos do Código de urbanismo, Código do Meio Ambiente, Código da saúde pública, Código do domínio do Estado, Código geral dos impostos, entre outras. Ao mesmo tempo, tem atualmente diversos artigos anulados.

Daligaux (2003) explica que a Lei do Litoral constitui uma resposta legislativa decorrente da reação pró-ambiental iniciada no final dos anos 80 em intensidade e diversidade proporcionais aos excessos de desenvolvimento urbano no período anterior. Seu objetivo era barrar o avanço das estruturas urbanas em todas as suas formas.

A lei solidificou a reação social pelo aumento de associações que encontravam no seu texto uma arma jurídica eficaz nos tribunais; provocou uma reação legal com comissários do governo e juízes que realizaram uma leitura estrita do texto e suspenderam a maior parte das operações urbanísticas em desenvolvimento; e gerou, mais tarde, a reação do Estado que até então era de desamparo ou complacência às práticas urbanas costeiras (DALIGAUX, 2003).

O Artigo L321-1 do Código do Meio Ambiente esclarece seus objetivos de implementação de um esforço para investigação e inovação nas particularidades e recursos costeiros; de proteção do equilíbrio biológico e ecológico, a luta contra a erosão, a preservação de sítios e paisagens e património; de preservação e desenvolvimento das atividades econômicas ligadas à proximidade da água, como a pesca, as culturas marinhas, atividades portuárias, construção e reparação naval e transporte marítimo; e de manutenção ou desenvolvimento na zona costeira por meio de atividades agrícolas ou florestais, indústria, artesanato e turismo.

A Lei institui que as zonas úmidas e manguezais constituem parte do território dos municípios costeiros e devem ser preservadas pela inclusão de normas nos documentos de planeamento das cidades.

Lei relativa ao desenvolvimento rural (*Loi relative au développement des territoires ruraux* - DTR)

A Lei relativa ao desenvolvimento rural é instituída pela Lei nº 2005-157 de 2005. Seu Capítulo III estabelece os dispositivos relacionados à preservação, restauração e à valorização das zonas úmidas.

Como exemplo, ela estipula a coerência de diversas políticas públicas nacionais, regionais e locais para a conservação, exploração e gestão sustentável das zonas úmidas. Como exemplo, o Estado deve compatibilizar as ações com os Esquemas de planejamento e gestão das águas (SDAGE) (FRANÇA, Lei nº 2005-157, art.127).

Sua promulgação, influenciada pela parceria entre os ministérios da Agricultura, da Ecologia e do Desenvolvimento Sustentável e pelo Primeiro Plano Nacional das Zonas Úmidas (1995-2005), promove e encoraja ações de conservação e utilização sustentável como:

a) Delimitação mais precisa das zonas úmidas.
b) Exoneração fiscal de 50%, durante 5 anos, para proprietários de terrenos não construídos em meios úmidos
c) Exoneração fiscal de 100% para casos de terrenos estarem em zonas úmidas de grande interesse ecológico ou paisagístico.
d) Estímulo às boas práticas nos espaços naturais, como atividades extensivas
e) Exoneração de alguns trabalhos de investimento em favor dos espaços protegidos;
f) Controla as espécies invasivas pela supressão da sua comercialização;
g) Estímulo da utilização sustentável dos recursos hídricos;
h) Delimita certas zonas úmidas como zona de expansão de inundação;
i) Gera recursos em água potável nas bacias hidrográficas;
j) Desenvolve o monitoramento das zonas úmidas.
k) Desenvolve novas ferramentas contratuais nos diferentes usuários do sítio Natura 2000, beneficiando as zonas úmidas.

De acordo com Lepart e Marty (2006) a lei de Desenvolvimento dos Territórios Rurais contribui para reforçar a logística territorial do desenvolvimento sustentável uma vez que integra as coletividades locais. Os atores locais são considerados responsáveis pelos projetos e as tarefas devem seguir as especificações desenvolvidas nos instrumentos contratuais[56] em acordo com o Ministério da Ecologia e parceiros científicos.

A coexistência de áreas protegidas de diferentes estatutos tende a facilitar as relações entre os atores chaves. Sítios designados no âmbito da Diretiva Aves, por exemplo, contribuem com a gestão de sítios da Diretiva Hábitats por conta das características simbólicas das espécies (LEPART, MARTY, 2006).

Lepart e Marty (2006) discutem que as medidas são promissoras, pois facilitam a coexistência de diferentes funções do ecossistema: habitat para as espécies, espaços de produção para os agricultores e pecuaristas e espaços de lazer para os moradores e turistas.

Em consulta aos relatórios nacionais franceses enviados ao Secretariado da Convenção de Ramsar, a DTR constitui uma importante ferramenta de implementação das estratégias do regime no país e atua, de forma integrada, com a LEMA, com as Diretivas Europeias Quadro da água, Aves e Habitats e com o Plano nacional de Ações das Zonas úmidas.

Vale lembrar que a gestão integrada das zonas úmidas compõe a Estratégia I do *Handbook* -2 da Convenção de Ramsar, na qual é orientado às partes contratantes criar objetivos comuns de conservação de zonas úmidas por meio do desenvolvimento de políticas territoriais e da coordenação federal, estadual, e municipal e vincular essas políticas com as de uso do solo, água, ar, conservação da vida selvagem e de desenvolvimento econômico.

Outras recomendações do *Handbook* 2 são aplicadas na Lei, como as Estratégias III, sobre o papel dos atores locais, a IV, sobre minimizar os impactos e a V, sobre assegurar recursos financeiros e humanos, cooperação pública e privada para a gestão das zonas úmidas.

Leis *Grenelle* I e II do Meio Ambiente (*Loi Grenelle l'environnement*)

As Leis *Grenelle*[57] do Meio Ambiente são instituídas pelas Lei no 2009-967 (*Grenelle* I) e Lei no 2010-788 (*Grenelle* II).

[56] Os instrumentos contratuais não demandam recursos dos proprietários. No caso de territórios com terras não agrícolas, os contratos são financiados pela Natura 2000, pelo MEDD e pela Europa via o Plano Nacional de Desenvolvimento Rural. No caso de territórios com parcelas agricultáveis, o e sustentável é financiado pelo Ministério da Agricultura (LEPART, MARTY, 2006).

[57] O termo *Grenelle*, resgatado dos acordos da sociedade civil com o Estado em 1968, refere-se também ao nome da conferencia francesa do meio ambiente de 2007 que aproximou organismos da sociedade civil, como o

Lei *Grenelle* I

A Lei *Grenelle* I constitui uma lei-quadro com um conjunto de princípios, diretrizes, objetivos e compromissos a serem implementados por meio da criação, modificação e/ou supressão de outras leis, decretos ou artigos para alcançar o desenvolvimento sustentável na França.

Apresenta 57 artigos e os eixos temáticos de luta contra as mudanças climáticas (Artigos 2 a 22), biodiversidade, ecossistemas e meios naturais (Artigos 23 a 35), prevenção dos riscos para o meio ambiente, saúde e redução de resíduos (Artigos 36 a 47) e estabelecimento de uma democracia ecológica através de novas formas de governança e melhor informação do público (Artigos 48 a 56).

A gestão das zonas úmidas é diretamente estabelecida nos artigos

a) Artigo 11, que prevê o respeito dos meios aquáticos na expansão dos modos de transporte ferroviário e fluvial e das capacidades portuárias;
b) Artigo 23, que prevê a aquisição de 20.000 hectares desses ecossistemas para a criação de novas áreas protegidas com estatuto de proteção severa (*protection forte*);
c) Artigo 26, que prevê o financiamento de medidas destinadas a desenvolver a trama verde e azul (*trame verte et bleu*), uma rede ecológica para criar e gerir as áreas protegidas, adquirir zonas úmidas, proteger espécies ameaçadas de extinção, desenvolver o inventário da biodiversidade e gerir a erosão;
d) Artigo 28, que prevê a redução da presença de substancias perigosas nos meios aquáticos;
e) Artigo 29, que prevê o desenvolvimento de projetos locais, em associação com os atores-chaves, para devolver o bom estado e manter as zonas úmidas para conservar a biodiversidade;
f) Artigo 30, que prevê o reforço do monitoramento dos ambientes aquáticos e a avaliação dos impactos da poluição histórica e emergente e mudanças na hidromorfologia dos corpos d'água;
g) Artigo 31, que prevê a contribuição da agricultura com o equilíbrio ecológico da região pela participação na criação da trama verde e azul; pela manutenção e

Greenpeace, a WWF, a *Ligue pour la protection des oiseaux*, a *France-Nature-Environnement,* a *Ecologie sans fronteires*, o *Réseau Action Climat*, empregadores e sindicatos. O objetivo foi fixar objetivos concretos de desenvolvimento sustentável e ações consensuais a serem realizados no país.

> restauração da biodiversidade selvagem e doméstica dos espaços naturais, ambientes aquáticos; e pela recuperação de solos.

O texto da *Grenelle*, além de respaldar especificadamente as zonas úmidas francesas nos artigos citados, também as inclui nos artigos que tratam da governança e da preservação da biodiversidade.

No que concerne à governança, a lei prevê que todas as decisões do Estado devem levar em consideração os impactos sobre o meio ambiente (incluindo no aquecimento global e na preservação da biodiversidade) e justificar explicitamente os efeitos que essas decisões podem ocasionar a ele.

Em relação aos artigos que tratam da biodiversidade, o eixo que contempla a suspensão da perda de diversidade biológica selvagem e doméstica, restauração e manutenção da sua capacidade de expansão insere a conservação das zonas úmidas nos objetivos de: a) valorização e recomposição dos meios e das espécies; b) reforço da estratégia nacional de biodiversidade; c) desenvolvimento de estratégias regionais e locais de conservação; d) implementação de uma estratégia nacional de áreas protegidas terrestres; e e) criação de áreas marinhas protegidas.

Também as insere nos objetivos: f) elaboração dos planos de conservação ou restauração consistentes com a manutenção e desenvolvimento das atividades humanas para proteger as espécies de plantas e animais em perigo crítico de extinção na França metropolitana e no exterior; g) implementação de planos de luta contra espécies exóticas invasoras; h) implementação de medidas de proteção; e i) criação da trama verde e azul (*trame verte et bleu*).

A trama é entendida como corredores de rios, afluentes, canais (no todo ou em parte), vegetação e inclui as zonas úmidas. Sua concretização constitui uma forma de manter a resiliência e a funcionalidade dos ecossistemas, de preservar seus processos evolutivos para se adaptarem às pressões externas, incluindo as mudanças climáticas, e de manter a biodiversidade do país (FRANÇA, 2011).

Vale pontuar que a trama está incorporada no objetivo 5 da Estratégia Nacional da Biodiversidade 2011-2020[58] a qual trata de sua concepção, e no desafio 3 do Plano *Objectif*

[58] A Estratégia Nacional para a Biodiversidade constitui o compromisso do país com a Convenção sobre Diversidade Biológica. Foi iniciada em 2004 com um plano 2004-2010 e atualmente apresenta estratégias para o período 2011-2020. São elas: a) despertar o desejo de agir para a biodiversidade; b) preservar a vida e sua capacidade de evoluir; c) investir no bom capital ecológico; d) garantir o uso sustentável e equitativo da

Terre 2020[59] sobre a contribuição da agricultura na concepção da trama juntamente com o melhoramento do funcionamento dos sistemas produtores.

A trama verde e azul integra o eixo 3 do Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas (2014-2018) sobre manter, preservar e recuperar as zonas úmidas e que prevê o envolvimento do SDAGE no SRCE[60] (*Les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique* - SRCE); e o eixo 5 sobre apoiar uma abordagem territorial para a gestão das zonas úmidas fortalecendo seu valor nos planos locais de urbanismo (*Plans locaux d'urbanisme intercommunaux* - PLUI) e desenvolvendo o observatório de impactos das mudanças climáticas sobre os recifes de coral e ecossistemas associados (manguezais e algas marinhas).

Dito de outra forma, a recomendação legal do Artigo 26 da lei *Grenelle* I sobre o financiamento da trama verde e azul subsidia sua concretização por meio da Estratégia Nacional da Biodiversidade em combinação com as ações propostas no Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas e no Plano *Objectif Terre 2020.*

A posição do país de preconizar a trama como um mecanismo para aumentar o nível de complexidade dos ecossistemas e aumentar a integração das redes de relações ecológicas e ainda de integrar as ações de sua concepção nas políticas setoriais vai ao encontro das orientações da Convenção de Ramsar sobre minimizar a vulnerabilidade das zonas úmidas às mudanças climáticas.

Em adição, a *Grenelle* I prevê a conservação, o restauro e a criação da continuidade ecológica nos programas de urbanismo (Artigo 7), nos de infraestruturas de transporte (Artigo 10) e na busca de inovações tecnológicas que permitam o desenvolvimento sustentável e a adaptação às mudanças do clima (Artigo 22).

Lei Grenelle II

A Lei Grenelle II constitui o instrumento jurídico que completa, aplica e territorializa a Lei Grenelle I.

---

biodiversidade; e) assegurar a coerência política e eficácia das ações; e f) desenvolver, partilhar e utilizar conhecimentos sobre biodiversidade.

[59] O Plano *Objectifs Terre 2020* tem os objetivos de redução da utilização de produtos fitofarmacêuticos e seu impacto; envolver cada propriedade no desenvolvimento sustentável, desenvolver a agricultura biológica, incluir a agronomia no centro para a agricultura, e de repensar as práticas adaptadas aos territórios.

[60] O esquemas regionais de coerência ecológica (SRCE) representam a cogestão Estado-Região na qual atores locais desenvolvem uma política de manter e/ou restabelecer a continuidade ecológica utilizando um conjunto de ferramentas voluntárias e obrigatórias (EUFRANCE, 2014).

Para tanto, ela dispõe de 257 artigos que criam, modificam e/ou suprimem Leis, Ordens e artigos dos Códigos franceses: Código de Construção e Habitação, Código Ambiental, Código de Processo Penal, Código Tributário, Código de Planejamento, Código Geral de autoridades locais, do Código da Estrada, Código do Patrimônio, Código de Auto-estradas, Código de portos marítimos, Código Rural e da Pesca Marítima, entre outros.

Representa a reforma do aparato jurídico francês para alcançar o desenvolvimento sustentável nas esferas nacional, regional e local no âmbito de uma gestão de ações integradas nos diversos eixos propostos pela Lei Grenelle I.

PLANOS, PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

De acordo com os cinco relatórios trienais oficiais franceses (COP7-1999 a COP11-2012), o país vem desenvolvendo diversos programas, planos, projetos e ações que envolvem a conservação das zonas úmidas em seu território (Quadro 11). Destacam-se, entre eles, o Plano Clima (*Plan climat de la France*), o Plano *Objectifs Terre 2020,* a Estratégia Nacional para a biodiversidade e o Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas, sendo este último, segundo o país, o de maior equivalência com Ramsar.

Quadro 11. Programas, planos, projetos e atividades citadas pela França nos cinco relatórios trienais oficiais enviados ao secretariado da Convenção de Ramsar desde a COP7 (1999) até a COP11 (2012) com ações que envolvem a conservação das zonas úmidas no país.

COP7	COP8	COP9	COP10	COP11
Plano de Ação pelas Zonas Úmidas (*Plan d´Action pour les zones humides*), adotado em 22 março 1995.	Plano de Ação Nacional em favor das Zonas Úmidas (*Plan d´Action pour les zones humides*) Planos diretores de planejamento e gestão das águas (*Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux - SDAGE*). Plano de Planejamento e gestão das águas (*Schéma d'aménagement et de gestion des eaux – SAGE*) - Conservatório do litoral (*Conservatoire du littoral*) Observatório Nacional das Zonas Úmidas (*L'observatoire national des zones humides*)	Plano de Ação Nacional em favor das Zonas Úmidas (*Plan d´Action pour les zones humides*) Instituto Francês do Ambiente (*L'Institut français de l'environnement - IFEN*) Plano Departamental para Proteção do Meio Aquático e Gestão dos Recursos Piscícolas (*Plan départemental pour la protection du milieu aquatique et la gestion des ressources piscicoles* - PDPG) Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (*Stratégie nationale de développement durable - SNDD*) Estratégia Nacional para a Biodiversidade (*Stratégie nationale pour la biodiversité - SNBD*). Programa de pesquisa "Recriar a natureza, reabilitação e criação de ecossistemas" (*Recréer la nature, Réhabilitation et Création d´Ecosystèmes*) SDAGE e SAGE Conservatório do litoral Observatório Nacional das Zonas Úmidas Programa de gestão dos impactos das mudanças climáticas (*Gestion et impacts des changements climatiques*) Observatório nacional dos efeitos das mudanças climáticas (*Observatoire national des effets du réchauffement climatique* - ONERC) Plano nacional de ações contra as inundações (*Plan national de prévention des inondations*) Estratégia Nacional de Biodiversidade (*Stratégie nationale de biodiversité*)	Plano de Ação Nacional em favor das Zonas Úmidas (*Plan d´Action pour les zones humides*) Instituto Francês do Ambiente (*L'Institut français de l'environnement - IFEN*) Escritório Nacional da Água e dos Meios Aquáticos (*Office national de l'eau et des milieux aquatiques - ONEMA*) Estratégia Nacional para a Biodiversidade (*Stratégie nationale pour la biodiversité - SNBD*). SDAGE e SAGE Conservatório do litoral Observatório Nacional das Zonas Úmidas Programa de gestão dos impactos das mudanças climáticas	Plano Nacional de Ação em Favor das Zonas Úmidas sobre - plano Estratégico 2009/2015 Programa de gestão integrada das Zonas Costeiras (*Gestion intégrée des zones côtières - GIZC*) Estratégia Nacional sobre as Mudanças Climáticas (*Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique*) Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (*Stratégie nationale de développement durable - SNDD*) Gestão das bacias hidrográficas pela DCE e pela DCSMM Programa Nacional Florestal Dispositivo de Certificação Ambiental das Explorações Agrícolas Plano Ecophyto 2018 Programa de Ação Nitratos Plano de Desenvolvimento Rural Introdução do Centro de Dados "Trame Verte et Bleue (http://www.trameverteetbleue.fr) Introdução de uma estratégia de criação de novas áreas protegidas SDAGE e SAGE Conservatório do litoral Observatório Nacional das Zonas Úmidas Programa de gestão dos impactos das mudanças climáticas Estratégia nacional sobre as Mudanças Climáticas para a caracterização da evolução dos meios aquáticos e Zonas de Inundação

Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas (*Plan d´Action pour les Zones Humides*)

O Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas foi lançado em 1995 pelo Ministério da Ecologia, do Desenvolvimento Sustentável e da Energia (*Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie*) para resgatar e proteger as zonas úmidas do país.

Seu lançamento foi decorrente da publicação, no ano anterior, do relatório Bernard[61] (*Rapport du préfet Paul Bernard*) que identificou que em 30 anos (1960-1990) a França havia perdido mais de 50% das suas zonas úmidas e que, apesar das políticas de Estado as abrangessem indiretamente, faltava uma política global de zonas úmidas (FRANÇA, 1994).

O relatório também apontou que para frear a forte e rápida degradação seria necessária uma vontade do Estado em conduzir uma política real de zonas úmidas, somada à criação de um polo de competência técnica e científica; ao fortalecimento das relações interministeriais; e à gestão integrada e patrimonial das zonas úmidas (FRANÇA, 1994).

Diante do cenário, o plano de ação para as zonas úmidas de 1995 consistiu numa série de proposições de ações agrupadas em cinco grandes eixos: i) fazer um inventário das zonas úmidas francesas e reforçar as ferramentas de avaliação das mesmas; ii) lançar um programa nacional de pesquisa sobre as zonas úmidas; iii) buscar a coerência entre as políticas públicas; iv) restaurar as zonas úmidas; e v) lançar um programa de sensibilização, formação e informação. Estas ações deveriam ser realizadas em cinco anos (1995-2000).

Para dar conta destes eixos foi criado o Observatório Nacional das Zonas Úmidas (*Observatoire National des Zones Humides*), com o objetivo de observar e avaliar as zonas úmidas orientando as políticas setoriais e de proteção, e de gerar informações.

Também foram estabelecidas cerca de 120 equipes de pesquisa no país entre os anos 1997 e 2001 que geraram dados sobre a estrutura e o funcionamento das zonas úmidas, seu papel ecológico e potencial econômico, sobre as interações natureza e sociedade e ainda sobre as ações para conservação e/ou restauração das zonas úmidas francesas.

Foram realizadas readequações legislativas, criados incentivos fiscais e criados meios para sensibilização para que as zonas úmidas fossem consideradas nos planejamentos urbanos. Para auxiliar na avaliação das políticas e incentivar trocas de informações, seis

[61] O documento tinha como objetivo analisar o estado das zonas úmidas francesas e foi conduzido pelo governador da região Rhône-Alpes, Paul Bernard, a partir de uma abordagem dupla: ecológica, com uma análise sobre o estado dessas zonas através de pesquisas de campo; e sobre as interações dos atores, a partir de uma auditoria patrimonial em nível nacional, nos ministérios, e em nível regional (com o caso da região da Loire - *Pays de la Loire*) e de um departamento (*Savoie*).

pontos de apoio nacionais foram criados com o objetivo de conduzir e coordenar o plano de ação do governo (EUFRANCE, 2014).

A avaliação sobre o primeiro plano é que ele conseguiu mostrar a importância ecológica das zonas úmidas, iniciou um processo de retardamento dos danos causados e, por consequência, de proteção da biodiversidade, porém não teria conseguido deter permanentemente a degradação.

Tendo em vista esta análise, em fevereiro de 2010 foi lançada a segunda edição do Plano Nacional em Favor Das Zonas Úmidas 2010-2012 (*Plan national en faveur des zones humides 2010-2012*), com os objetivos de: a) melhorar as práticas (especialmente as agrícolas) nas zonas úmidas; b) desenvolver ferramentas sólidas de gestão das zonas úmidas; c) responder de maneira mais incisiva e concreta aos compromissos da França para colocar em prática a Convenção de Ramsar; e d) reforçar a coerência entre as políticas públicas.

Para dar conta de atender os novos objetivos, seis eixos foram traçados: i) desenvolver uma agricultura sustentável em zonas úmidas; ii) valorizar o papel das zonas úmidas nos meios urbanos; iii) reforçar a coerência e a eficiência das intervenções públicas; iv) desenvolver o gerenciamento de projetos para a gestão e restauração das zonas úmidas; v) aperfeiçoar o conhecimento sobre as zonas úmidas; e vi) desenvolver a comunicação, a formação e a sensibilização em favor das zonas úmidas. Ao todo 29 ações foram previstas.

Neste plano, uma novidade foi a busca de correspondência entre as ações propostas e o Plano Estratégico de Ramsar 2009-2015 (Resolução X.1 da COP10 de 2008). A inciativa revela o interesse do governo francês em se adequar concretamente às recomendações do tratado.

O Plano prevê que 17 ações sejam desenvolvidas para alcançar o desenvolvimento sustentável das zonas úmida (objetivo primeiro[62] do PE 2009-2015 Ramsar); prevê aumentar o registro de sítios Ramsar no país e conduzir a rede atual com formas dinâmicas de gestão (objetivo segundo[63] do PE 2009-2015 Ramsar); prevê quatro ações para alcançar a

[62] O objetivo inclui: Trabalhar no sentido de alcançar o uso racional das zonas úmidas, garantindo que todas as partes contratantes desenvolvam, adotem e utilizem os instrumentos e as medidas necessárias e adequadas com a participação da população indígena e não-indígena local fazendo uso dos conhecimentos tradicionais. Ao mesmo tempo garantir que a conservação e a utilização racional das zonas úmidas contribuam para a erradicação da pobreza, para a mitigação e adaptação às alterações climáticas, bem como para a prevenção de doenças e de catástrofes naturais (retomado do Capítulo 2 da presente tese).

[63] O objetivo inclui: Desenvolver e manter uma rede internacional de zonas úmidas importantes para a conservação da diversidade biológica global incluindo rotas migratórias de aves aquáticas e populações de peixes para a manutenção da vida humana, garantindo que todas as partes contratantes implementem devidamente as orientações estratégicas para o desenvolvimento futuro da Lista de Ramsar. Que os países membros adotem uma gestão adequada para o uso racional das zonas úmidas de importância internacional que

cooperação internacional das zonas úmidas (objetivo terceiro[64] do PE 2009-2015 Ramsar); e também quatro ações para avançar no cumprimento da missão da Convenção, garantindo que ela tenha os mecanismos, recursos e capacidade necessários para tanto (objetivo quarto do PE 2009-2015 Ramsar).

Em 2013, a segunda fase do Plano nacional de zonas úmidas foi avaliada[65] pelo Conselho Geral de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável (*Conseil Général de l´Environnement et du Développement Durable - CGEDD*) em parceria com o Grupo Nacional para as Zonas Úmidas (*Groupe National pour les Zones Humides - GNZH*), que identificou que o plano possibilitou uma significativa mobilização dos atores em torno da questão das zonas úmidas, embora não tenha sido possível identificar com segurança se as medidas previstas pelo documento foram efetivamente capazes de frear a degradação destas áreas na França.

A avaliação também apontou a fragilidade da vinculação do plano a outras ferramentas, como a Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (*Stratégie nationale de développement durable - SNDD*) ou a Estratégia Nacional da Biodiversidade (*Stratégie nationale de biodiversité - SNB*).

Além dos pontos já destacados, a avaliação salientou que: a) a difusão de conhecimento sobre as zonas úmidas e sua funcionalidade podem auxiliar na legitimação das medidas de proteção; b) que a agricultura e a criação de animais podem representar oportunidade para as zonas úmidas; c) que é preciso considerar a cobrança fiscal pensando nas particularidades das zonas úmidas; e d) que uma das principais questões é dominar os processos de artificialização das zonas úmidas, uma vez que estas não são identificadas como tais no Código de Urbanismo (*Code de l´urbanisme*), diferente dos espaços agrícolas e arborizados que possuem dispositivos de proteção previstos no referido documento (FRANÇA, 2013).

Sobre a governança nacional das zonas úmidas, o relatório de avaliação destaca que é imprescindível a integração do plano de zonas úmidas a outras políticas ambientais, em especial a de água e a de biodiversidade. Recomenda a manutenção do Grupo Nacional de Zonas Úmidas (GNZH), com a expansão de representantes das coletividades e com a

---

ainda não estão formalmente designadas como sítios Ramsar mas identificadas com qualificações por meio da aplicação interna do quadro estratégico ou outro processo equivalente (retomado do capítulo 2 da presente tese).

[64] O objetivo constitui melhorar a conservação e o uso racional das zonas úmidas por meio da cooperação internacional eficaz orientada pelas diretrizes da Convenção de Ramsar (retomado do capítulo 2 da presente tese).

[65] O trabalho de avaliação foi realizado com base em entrevistas com atores públicos e privados e em visitas de campo.

nomeação de membros dotados de um poder de decisão ou de conhecimentos reconhecidos sobre a temática para que haja uma maior credibilidade das ações em favor das zonas úmidas.

Por fim, o relatório recomenda o aprofundamento dos trabalhos de informação e sensibilização da sociedade, através da disseminação de informações sobre o custo da destruição das zonas úmidas ou da perda de suas funcionalidades.

O terceiro Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas (*3º Plan national d'action en faveur des milieux humides* 2014-2018), atualmente em vigor e com duração até 2018, se centrou na dimensão funcional dos meios úmidos. É utilizada uma nova nomenclatura, "meios úmidos", que contemplaria tanto as zonas úmidas preconizadas por Ramsar, como também no sentido dado pela legislação francesa.

O documento prevê 52 ações organizadas em seis eixos e que foram elaboradas e validadas pelo Grupo Nacional para os Meios Úmidos (*Groupe National Milieux Humides – GNMH*). Os objetivos deste plano são:

a) Dar continuidade à busca de uma ação específica para estes meios, promovendo uma integração com as demais políticas (água, biodiversidade, urbanismo, agricultura, riscos naturais e paisagem). Este esforço vem sendo realizado desde o primeiro plano, uma vez que a ausência de integração entre as políticas consta como uma deficiência desde o relatório Bernard, de 1994;
b) Dispor rapidamente de uma visão global da situação dos meios úmidos. Este objetivo vem ao encontro das recomendações do relatório de avaliação do segundo plano, que apontou a dificuldade de analisar a real situação das zonas úmidas francesas, seja numa perspectiva temporal, seja espacial, considerando o todo no país (até então, o Observatório de Zonas Úmidas trabalhava com 152 áreas "prioritárias" e o relatório de avaliação questionou o estado das demais áreas);
c) Desenvolver efetivamente uma estratégia de preservação e de "reconquista" dos meios úmidos, associando os diversos atores envolvidos. Este objetivo também visa atender a recomendação do relatório de avaliação do segundo plano nacional que afirmou que não era possível saber se as ações daquele plano tinham sido capazes de frear a degradação das zonas úmidas. Este objetivo também visa reforçar o que foi apontado como bastante satisfatório na execução do segundo plano que foi a integração entre os atores.

Os seis eixos deste terceiro plano de zonas úmidas são:

i) Reforçar a implementação da Convenção de Ramsar, relacionando-a com outros acordos ambientais multilaterais. Uma vez que a França passou a integrar o Comitê permanente da Convenção de Ramsar em 2012, o país passou a se envolver (e a se comprometer) no cenário internacional a preservar os meios úmidos. Para tanto, diversas ações do 3º Plano nacional de Zonas Úmidas buscam articulação de Ramsar com outras convenções, especialmente a Convenção da Diversidade Biológica e a Conservação sobre as espécies migratórias.

ii) Desenvolver conhecimento e ferramentas estratégias para fazer a gestão dos meios úmidos. Este eixo era o principal no 2º Plano Nacional e para esta versão do documento estão previstas, entre outras ações, a atualização de um mapa nacional dos meios úmidos e o compartilhamento das ferramentas de monitoramento, das funções e serviços prestados.

iii) Desenvolver planos territoriais de preservação e restauração das zonas úmidas. Este eixo também dá sequências as ações realizadas no plano anterior e busca intensificar as operações de preservação e de restauração das zonas úmidas conciliando o bom funcionamento ambiental e a manutenção das atividades econômicas presentes nestes meios.

iv) Reforçar que os meios úmidos sejam considerados em outras políticas de gestão do espaço. Este eixo se divide em dois, um centrado nas políticas agrícolas e o outro nas demais políticas de gestão do espaço.

v) Apoiar uma abordagem territorializada da gestão dos meios úmidos. O objetivo deste eixo é que as zonas úmidas sejam integradas ao planejamento urbano das áreas metropolitanas, externas (*outre-mer*), e nas regiões litorâneas e de estuário.

vi) Melhorar o conhecimento sobre as zonas úmidas e os serviços que ela possibilita. Trata-se de um eixo transversal, presente nos demais planos nacionais, e que, neste documento em vigência, aponta também a necessidade de incentivar a atratividade turística das zonas úmidas.

Observa-se que neste plano o governo buscou atender as recomendações do relatório de avaliação do segundo plano nacional e buscou ainda reforçar sua vinculação à Convenção de Ramsar. Os seis eixos do terceiro plano se relacionam diretamente com as estratégias de Ramsar previstas no *Handbook* 2 - *National Wetland Policies* (Políticas Nacionais das zonas

úmidas). Os eixos *iii, iv*, e *v* por exemplo, vão ao encontro da Estratégia I de Ramsar sobre garantir que a conservação das zonas úmidas seja parte do planejamento nacional estratégico.

Os eixos *ii* e *vi* aproximam-se da Estratégia VI sobre fechar lacunas de conhecimento existentes sobre as zonas úmidas. Por fim, o eixo *i* se compatibiliza a Estratégia VIII sobre garantir que os compromissos internacionais sejam cumpridos de forma coerente com os objetivos e interesses de outros tratados internacionais.

O PNFZU ainda destaca-se por dois outros pontos promissores. O primeiro é incluir em seu texto, ações específicas para sítios Ramsar visando observar o estado das zonas úmidas e recuperar as que já existem, mas não as desvinculando dos interesses econômicos e sociais dos territórios. O segundo ponto é estabelecer formas de informação e divulgação dos meios úmidos e ainda buscar a integração das políticas já existentes da França, especialmente as políticas de agricultura e urbanismo, as quais consistem os principais vetores de pressão desses ecossistemas no país. Tais ações vão ao encontro da Resolução X.24 da COP10 para redução dos estresses que enfrentam resultantes do uso e ocupação do solo.

5.4. SÍNTESE CONCLUSIVA

Ao analisar os relatórios trienais enviados pelo Brasil e pela França às COPs 8, 9, 10 e 11 de Ramsar, ambos os países têm demonstrado, no aspecto legal, um esforço na integração das políticas sob o argumento da necessidade de conservação da biodiversidade desses ecossistemas. No quadro político brasileiro a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Política Nacional da Biodiversidade e o Plano Nacional de Áreas Protegidas citam em seus respectivos textos, a necessidade de integração com outras políticas. No quadro francês tem-se, de um lado as diretivas europeias Aves, Habitats, Água e Meio Marinho; e por outro as leis nacionais Leis *Grenelle* I e II do Meio Ambiente, Lei sobre a Água e Meios Aquáticos, Lei do Litoral, Lei Relativa ao Desenvolvimento Rural e o Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas.

Contudo, ao proceder-se uma leitura analítica destes quadros legais e dos instrumentos que as partes contratantes estabelecem como pertinentes para implementação de uma política em defesa das zonas úmidas, tem-se que a França apresenta um maior amadurecimento jurídico e institucional. O país, desde o primeiro plano nacional de zonas úmidas, em 1995, vem demonstrando um esforço para não apenas melhor proteger as zonas úmidas, mas para

compreender como estas funcionam e quais suas contribuições para a sociedade e para a proteção da biodiversidade. Esta preocupação aparece nas três edições do plano nacional e também em todo material referente a este ecossistema, e ainda parece ser um elemento que busca integrar as políticas. Em outras palavras, parece haver, no caso francês, um esforço para integrar as políticas setoriais em função da necessidade de conservação e proteção das zonas úmidas tendo em vista seu papel ecológico, econômico e social.

Para atender esta busca de integração, a França tem realizado revisões no seu aparato legal e institucional, ou quando necessário, criou novas leis e instrumentos, diferente do Brasil que não tem demonstrado vontade de revisar seu quadro legal (apenas o Código Florestal foi revisto recentemente) e declarou isto à Ramsar em seu relatório da COP 11 e reafirmou durante sua participação no Encontro das Partes, em Bucareste, Romênia, em 2012.

É possível analisar esta busca de integração legal na França a partir de, ao menos, duas perspectivas: a natureza dos textos jurídicos e o contexto político dos mesmos. O que observou-se na leitura do quadro legal francês é que cada lei, norma, plano ou estratégia tenta em seu texto, ao menos, dialogar com outras. O caso mais recente, por exemplo, é a lei *Grenelle II*, que se constitui como uma política guarda-chuva e que incentiva a integração do quadro legal (políticas ambientais, de urbanismo e agricultura, por exemplo).

É preciso destacar, no entanto, que o país é impulsionado (ou pressionado) pelo arcabouço legal da União Europeia, em especial as Diretivas Habitats, Aves, Água e Meio Marinho. Uma vez membro da comunidade, a França se comprometeu a adequar seu quadro jurídico às normativas europeias. A lei *Grenelle* II também é um exemplo disto. Outro fator de pressão, é que o país recebe financiamento da UE para a proteção da sua biodiversidade, via Natura 2000, por exemplo.

Já no caso brasileiro, o que se observou é que as leis nacionais pouco dialogam entre si no que se refere à proteção das zonas úmidas. Na verdade, pouca referência é feita a este ecossistema no arcabouço legal brasileiro. A Política Nacional de Biodiversidade, que seria a mais próxima à política de zonas úmidas (seguindo as orientações de Ramsar) prevê a integração de políticas ambientais, porém não menciona outros domínios, como o planejamento urbano ou agrícola. De igual forma, o Plano Nacional de Áreas Protegidas que considera a diversidade sociocultural, os aspectos econômicos e de infraestrutura necessária ao desenvolvimento do País não especifica como as ações devem se concretizar. A leitura realizada é que há um corpo jurídico ambiental consolidado no país, porém que ainda guarda alguma distância dos demais setores, em especial os econômicos.

O amadurecimento do quadro legal francês também é influenciado pela vontade do país de se estabelecer (e se fortalecer) no âmbito geopolítico ambiental internacional. Em 2008, momento das discussões sobre mudanças climáticas, a França dirigia a comunidade europeia, e a partir de 2012, passou a ser membro do comitê permanente da Convenção de Ramsar. Além disto, o país é tido como modelo na composição de acordos-bilaterais junto ao Comitê Regional Europa da Convenção (SALATHÉ, informação pessoal, 2012).

O Brasil, de acordo com o Comitê Regional Américas da Convenção de Ramsar, integra duas ações regionais latino-americanas, uma referente à Bacia do Prata, em conjunto com Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai, e outra referente aos ecossistemas de mangue, conjuntamente com Colômbia, Costa Rica, Equador, Peru e Venezuela (RAMSAR, 2012; RIVERA, informação pessoal, 2012). No entanto, a partir de uma perspectiva interna, a atuação integrada internacional não é uma prioridade para o país, no que se refere às zonas úmidas (POMPEU, informação pessoal, 2013).

Ainda sobre as legislações francesas, em especial do aparato nacional, observou-se um maior detalhamento das metas a serem alcançadas e os meios para tanto. Esta característica, por sua vez, é adotada nos planos e estratégias (de zonas úmidas, de adaptação às mudanças climáticas, de desenvolvimento agrícola e de biodiversidade, por exemplo). Dito de outra forma, quando se tem um planejamento mais detalhado em suas ações, que busca envolver e integrar diferentes atores sociais e que estabelece ações a curto, médio e longo prazo, é possível imaginar que o documento e suas ações fiquem menos reféns da vontade política (ou dos políticos). Passa-se a adotar medidas de Estado e não de governo, diferente do que ocorre no caso brasileiro (MELLO-THERY et al, 2013; MELLO, 2006).

Outra característica, no caso francês, é que o Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas é submetido a avaliações e revisões. Um exemplo em específico, são as respostas das questões da avaliação da 2ª edição do plano de zonas úmidas que são visivelmente percebidas na 3ª edição do plano e até mesmo comentadas. No Brasil, a revisão do Plano Nacional de Áreas Protegidas não havia sido feita até o término da presente pesquisa.

No próximo capítulo, discute-se como estes instrumentos nacionais atuam para a conservação da biodiversidade dos sítios Ramsar, em cada uma das partes contratantes, frente os impactos das pressões das mudanças climato-hidrológicas.

CAPÍTULO 6. A GESTÃO NACIONAL-LOCAL DOS SÍTIOS RAMSAR PARNA PANTANAL NO BRASIL E *GRANDE BRIÈRE* NA FRANÇA PARA A PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE FRENTE OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diante dos impactos das tendências e rupturas climato-hidrológicas, da dinâmica da paisagem e do estado da biodiversidade dos sítios Ramsar PARNA Pantanal no bioma brasileiro e *Grande Brière* no oeste francês, verificados nos capítulos 3 e 4 da presente tese, e ainda das políticas públicas de proteção das zonas úmidas de ambos os países, elencadas no capítulo 5, o presente capítulo analisou como é realizada a gestão nacional-local desses ecossistemas frente a problemática..

6.1. INTRODUÇÃO

A complexidade do cenário da vulnerabilidade da biodiversidade dos sítios Ramsar PARNA Pantanal no Brasil e *Grande Brière* na França frente os impactos das mudanças climato-hidrológicas identificadas por meio dos indicadores de pressão, estado e impactos nos capítulos 3 e 4 da presente tese impõe, segundo a Convenção de Ramsar, medidas de mitigação e de adaptação (Resolução XI.14 da COP11 de 2012), da gestão integrada transetorial e multi-escalar (Resolução X.24 da COP10 de 2008) e da redução dos estresses resultantes do uso e ocupação do solo (Resolução X.24 da COP10).

A atenuação ou mitigação é definida como uma intervenção antropogênica para diminuir a emissão de gases de efeito estufa e permitir a redução da pressão das mudanças climáticas sobre os recursos naturais e humanos. As opções incluem a limitação do uso de combustíveis fósseis, a restrição das emissões terrestres via supressão do desmatamento e o aumento da taxa de sequestro de carbono pelos ecossistemas (GITAY et al, 2002). Orientações sobre a temática foram internacionalmente acordadas e estabelecidas às partes contratantes nos documentos oficiais DOC11, DOC40 e Recomendação VIII.25 da COP8 de 2002, Resolução X.1 da COP10 de 2008 e Resolução XI.14 da COP11 de 2012.

As medidas de adaptação, por sua vez, relacionam-se a capacidade de um sistema em se ajustar às mudanças climáticas (incluindo variabilidade climática e eventos extremos), ao potencial para moderar danos, aproveitar oportunidades ou para lidar com as consequências

(GITAY et al, 2002). Na abordagem ecológica, a adaptação da biota diz respeito à existência de respostas flexíveis das espécies como a dispersão para locais mais adequados, a persistência *in situ* e a aclimatação. Na impossibilidade delas, a adaptação genética ao clima pode representar a única maneira de persistência de uma espécie.

Aqui vale lembrar, conforme discutido no capítulo 1, que as novas condições do nicho climático atribuídas no século XX e previstas para o século XXI impõem condições em que as adaptações fenotípica e genética são impraticáveis pelas espécies (DAVIS, SHAW, 2001; QUINTERO, WIENS, 2013). A situação é agravada pelo domínio da configuração espacial do hábitat na paisagem, o qual não é homogêneo e muitas vezes representa restrições para os mecanismos de adaptação da biota, como acontece em ambientes parcialmente e/ou integralmente alterados.

Diante desses fatores, a Convenção de Ramsar estabelece ações de gestão para a adaptação das zonas úmidas nos documentos DOC 11, Recomendação VIII.25 e DOC 25 da COP8 de 2002, Resoluções X.1 e X.19 da COP10 de 2008 e Resolução XI.14 da COP11 de 2012. Para diminuir sua vulnerabilidade a estratégia do tratado é garantir a complexidade dos sistemas[66] (quanto mais intrincado o complexo de integração das redes de relações ecológicas, maior sua resiliência) e em paralelo, reduzir os outros vetores de pressão atuantes.

A gestão conjunta para reduzir ou suprimir os impactos potenciais das mudanças climáticas com os de outros vetores de pressão nesses ecossistemas foi internacionalmente acordada devido os efeitos sinérgicos e exacerbados das forçantes atuantes. Ela é estabelecida pelos documentos Resolução VIII.3, Resolução VIII.25 e Documento 11 da COP8 de 2002, na Resolução X.24 da COP10 DE 2008 e Resolução XI.14 da COP11 de 2012.

O objetivo do tratado é que as orientações sejam incorporadas no quadro político nacional de proteção das zonas úmidas para que ele estimule, norteie e respalde legalmente as ações dos planos locais de gestão dos sítios Ramsar, os quais cumprem funções inerentes de planejamento.

Considerando o destaque do Brasil e da França na última Conferência das Partes do tratado (COP11 em 2012), o primeiro devido as extensões de zonas úmidas e o segundo devido a gestão desses ecossistemas, o presente capítulo analisou como é realizada a gestão nacional-local desses ecossistemas frente a problemática anteriormente identificada na tese.

[66] A ação vai ao encontro da estratégia de adaptação baseada em ecossistemas discutida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme* - UNEP) que a define como o "uso dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade como parte de uma estratégia de adaptação mais ampla para auxiliar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos efeitos negativos das mudanças climáticas em nível local, nacional, regional e global" (TRAVERS et al, 2012, p.08).

Para tanto, o texto foi dividido em duas partes. Na primeira é traçado o quadro político instrumental de medidas de adaptação e de mitigação para a gestão das zonas úmidas brasileiras e francesas frente os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade. Na segunda é analisado, na escala local, como a gestão (que é amparada pelo arcabouço político nacional e internacional) contribui com a conservação da biodiversidade dos sítios Ramsar PARNA Pantanal no Brasil e *Grande Brière* na França.

6.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir os objetivos deste capítulo foram utilizados os métodos de Análise Documental (tal qual apresentado no capítulo 2) e de entrevistas semiestruturadas (tal qual apresentado no capítulo 5).

O quadro político-instrumental de medidas de adaptação e de mitigação para a gestão das zonas úmidas foi traçado a partir da identificação das políticas de proteção desses ecossistemas no Brasil e na França (no âmbito da Convenção de Ramsar) realizada no capítulo 5. Elas foram analisadas à luz das orientações sobre ações de mitigação acordadas nos documentos oficiais DOC11, DOC40 e Recomendação VIII.25 da COP8 de 2002, Resolução X.1 da COP10 de 2008 e Resolução XI.14 da COP11 de 2012 da Convenção de Ramsar; sobre ações de adaptação conciliadas nos documentos oficiais DOC 11, Recomendação VIII.25 e DOC 25 da COP8 de 2002, Resoluções X.1 e X.19 da COP10 de 2008 e Resolução XI.14 da COP11 de 2012; e sobre ações de gestão integrada transetorial e multi-escalar estabelecidas na Resolução X.24 da COP10 de 2008.

A análise de como a gestão local contribui com a conservação da biodiversidade dos sítios Ramsar PARNA Pantanal no Brasil e *Grande Brière* na França frente as pressões, estado e impactos anteriormente observados na tese foi dividida em duas etapas.

Na primeira foi verificado se os dois instrumentos locais de gestão (plano de manejo no caso brasileiro e carta do parque no caso francês) cumprem as funções inerentes do planejamento de zonas úmidas orientadas pela Convenção de Ramsar. Para tanto, foi realizada a leitura dos dois documentos à luz do conjunto das orientações da Resolução V.7 de 1993 (*Management planning for Ramsar sites and other wetlands*), Recomendação VI.13 de 1996 (*Guidelines on management planning for ramsar sites and other wetlands*) e Resolução VIII.14 de 2002 (*New Guidelines for management planning for Ramsar sites and other*

wetlands) atualmente publicados no *Handbook* 18 - Gerenciando zonas úmidas da Convenção de Ramsar (Quadro 11).

Quadro 11. Diretrizes a serem seguidas pelas partes contratantes sobre as funções do planejamento das zonas úmidas, acordadas internacionalmente durante as Conferências das Partes da Convenção de Ramsar, para estabelecer o planejamento dos sítios Ramsar. Baseadas no *Handbook* 18 da Convenção de Ramsar (4ª edição de 2010) Gerenciando zonas úmidas (*Managing wetlands*).

Funções do plano de gestão de dos sítios Ramsar (e outras zonas úmidas)	
I. Reconhecer os objetivos, identificar e descrever as ações de manejo necessárias para atingir os objetivos traçados de conservação das características ecológicas bem como outras funções e valores do sítio; II. Determinar os fatores que afetam ou podem afetar as várias características do sítio, incluindo suas funções; III. Definir os requisitos de monitoramento para detectar mudanças no caráter ecológico e para medir a eficácia da gestão; IV. Demonstrar que a gestão é eficaz e eficiente e mantem a continuidade da gestão eficaz. Para tanto, deve ser realizada a diferenciação entre as entradas (recursos financeiros, humanos, tecnológicos), saídas (criação e/ou modificação de instrumentos a favor da gestão) e resultados (condições favoráveis das características ecológicas das zonas úmidas); V. Obter recursos para a implementação da gestão;	VI. Resolver eventuais conflitos de interesses por meio de uma gestão flexível que permita responder aos interesses, adaptar-se ao clima político e que reconheça o processo contínuo e de longo prazo da gestão. No entanto, a conformidade com as políticas locais, nacionais e internacionais deve ser garantida. VII. Possibilitar a comunicação dentro e entre sítios, as organizações e as partes interessadas; VIII. Estabelecer a integração do planejamento do sítio em maior escala e baseia-se na abordagem de precaução na definição das zonas; XIX. Salientar a importância crítica de reconhecer características e funções socioeconômicas e culturais das zonas úmidas e de assegurar o completo e envolvimento com a comunidade local; X. Entender que a criação e a implementação dos planos de gestão dos sítios é parte de um processo de planejamento de gestão integrada e que ela ajuda a decidir as pretensões da gestão local.

Na segunda etapa foram identificadas as ações, nos respectivos planos locais de gestão, que vão encontro das medidas de adaptação e mitigação conforme as orientações de Ramsar e o quadro político-instrumental de adaptação e mitigação traçado para cada uma das nações.

As informações foram reorganizadas em categorias que buscavam identificar: a) quais os vetores de pressão atuantes; b) quais estratégias eram apresentadas para contê-los; c) como (ou se) tais estratégias contribuem para a adaptação ou mitigação.

A análise foi complementada com: a) os resultados obtidos nos capítulos 3 e 4 da presente tese; b) visitas de campo realizadas em outubro de 2010 e maio de 2013 no PARNA Pantanal[67], e em abril e dezembro de 2012 no *Parc Naturel Regional de Brière*; e c) entrevistas semi-estruturadas com representantes da gestão local dos sítios.

Na *Grande Brière* foram entrevistados os encarregados pela Natura 2000 no sítio Ramsar, Matthieu Marquet; pela missão biodiversidade e espécies invasivas, Jean-Patrice Damien; e o vice-presidente do Sindicato da Bacia Versant du Brivet (*Syndicat du Bassin*

[67] Visitas autorizadas pelo SISBIO no documento nº 27019-1.

Versant du Brivet - SBVB) e da Comissão Sindical da *Grande Brière Mottière*, Bernard Lelievre. As entrevistas tiveram duração média de 40 minutos, foram gravadas integralmente e posteriormente transcritas para análise.

No Brasil, foram entrevistados o então diretor do PARNA Pantanal, José Augusto Ferraz de Lima e as gestoras Zilma Pereira Silva de Oliveira, Solange Ribas Zaniolo e Marília Falcone Guerra. A dinâmica neste caso foi diferente da realizada na França. A ação dos gestores foi acompanhada no PARNA durante uma semana em cada uma das missões, quando foi possível observar as ações, esclarecer as questões e conhecer a dinâmica local.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1. Gestão das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas no Brasil e na França: quadro político instrumental de medidas de adaptação e de mitigação

O quadro político-instrumental brasileiro para a proteção da biodiversidade das zonas úmidas identificado no capítulo 5 e baseado na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), na Política Nacional de Biodiversidade, na Lei da Mata Atlântica, na Política Nacional de Resíduos Sólidos, na Política Nacional sobre Mudança do Clima, na Política Nacional para os Recursos do Mar, na Lei dos Crimes Ambientais (Lei da Natureza), no Código Florestal e no Plano Nacional de Áreas Protegidas apresenta potenciais ferramentas de adaptação e de mitigação (Figura 79).

Entre as ferramentas de mitigação[68], a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) constitui uma política guarda-chuva que propõe a gestão integrada e estabelece que os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das outras políticas públicas e programas governamentais devem compatibilizar-se com os seus. Contudo, embora a orientação da PNMC vá ao encontro das instruções da Resolução X.24 de Ramsar, sua concretização nos nove planos setoriais vigentes ainda não foi efetivada, uma vez que eles não preveem metas explicitas para a conservação da biodiversidade do país.

[68] Outras ferramentas brasileiras não citadas pelo Brasil nos relatórios nacionais enviados ao Secretariado de Ramsar (tal qual no capítulo 5) e que diminuem a emissão de gases do efeito estufa, ainda que com outros objetivos, são: o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL) de 1975, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) de 1985, o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo (CONPET) de 1991, e o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) de 2005 (RIBEIRO, 2002).

Ainda assim, mesmo que os planos Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM e Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – PPCerrado tenham o objetivo específico de mitigação das mudanças climáticas por meio da redução dos gases de efeito estufa provenientes das queimadas dos biomas Amazônia e Cerrado, ambos atuam como ferramentas de adaptação da biodiversidade devido combaterem o desmatamento. Além disso, a previsão de finalização do Plano Nacional de Adaptação com o documento temático orientativo sobre biodiversidade e ecossistemas constitui uma ferramenta potencialmente promissora se concretizada.

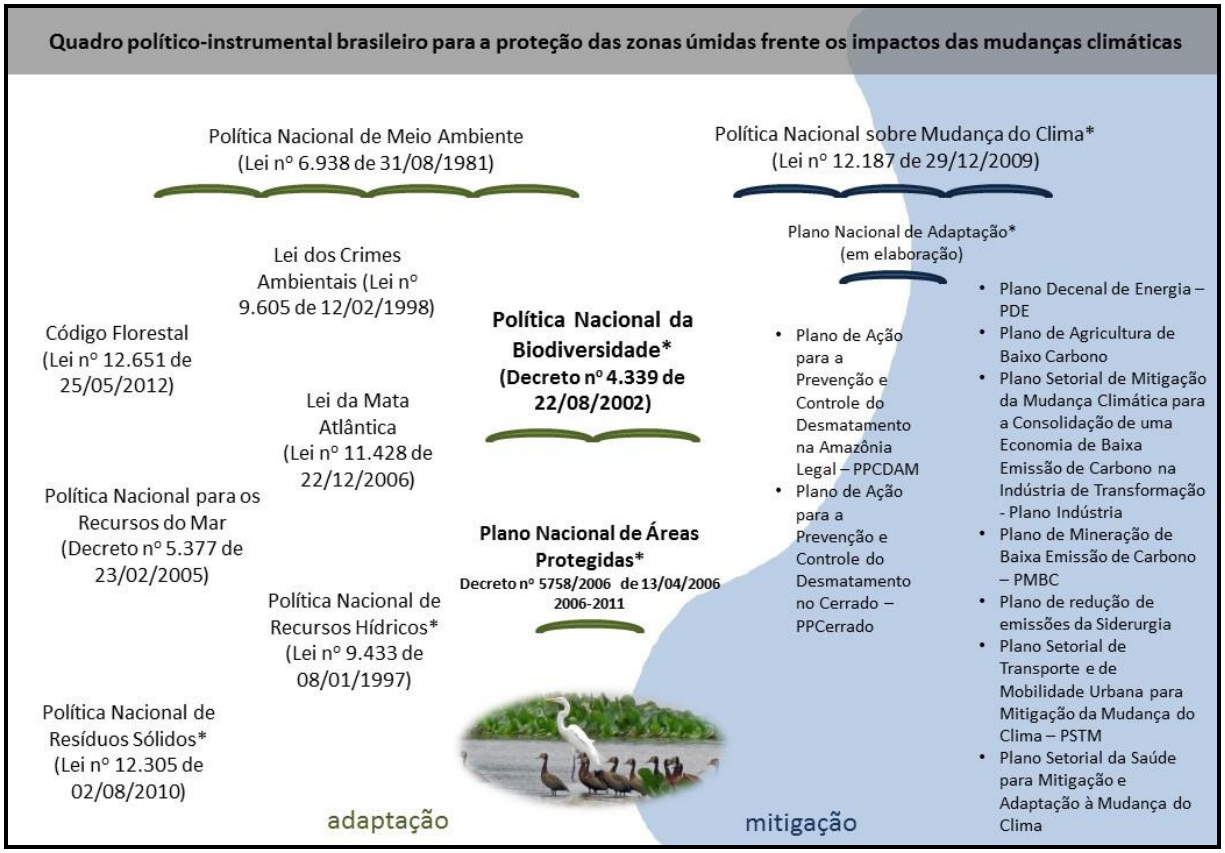

Figura 79. Políticas públicas de proteção das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas segundo os relatórios nacionais brasileiros enviados ao Secretariado da Convenção de Ramsar (1999-2012). Asterisco=políticas e instrumentos integradores; Negrito=políticas e instrumentos em acordo com as especificidades das políticas nacionais de zonas úmidas de Ramsar; Guarda-chuva=principais políticas e instrumentos que sustentam as demais para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente a problemática em questão.

Sobre as ferramentas de adaptação brasileiras, destacam-se também as políticas e instrumentos ambientais de conservação da biota, como a PNMA, a PNRH, a Lei dos Crimes Ambientais, a PNB, a PNRM, a Lei da Mata Atlântica, a PNRS, o Código Florestal e o PNAP. Destes, a PNMA constitui a política guarda-chuva dos instrumentos ambientais e um instrumento abrangente e norteador e inclui ferramentas regulatórias sustentadas pelo

princípio de precaução. A PNB e o PNAP destacam-se como os instrumentos mais pertinentes para a conservação das zonas úmidas, conforme discutido no capítulo 5.

O PNAP ainda apresenta duas ações diretas para conservar a biodiversidade brasileira frente os impactos das mudanças climáticas: a de "estabelecer redes representativas de áreas protegidas interconectadas, aumentando a resiliência dos ecossistemas em face de vários impactos, inclusive mudanças climáticas" (BRASIL 2006, p.16); e a de "avaliar as tendências da conservação da diversidade biológica nas unidades de conservação e suas zonas de amortecimento, bem como nas demais áreas protegidas, a luz dos impactos advindos das mudanças climáticas" (BRASIL 2006, p.30). As ações previstas vão ao encontro da orientação da Resolução XI.14 da COP11 de 2012 da Convenção de Ramsar. Também se aproximam das estratégias de adaptação dos ecossistemas previstas no Plano de Adaptação da PNMC. No entanto vale lembrar que ele não foi atualizado pelo país.

Outro ponto a ser considerado é que embora esse conjunto de políticas brasileiras com ações de mitigação e de adaptação apresente um grupo de instrumentos potencialmente integradores (citam a gestão integrada em seu texto) formado pelas PNRH de 1997, PNB de 2002, PNAP de 2006, PNMC de 2009 e da PNRS de 2010 (Figura 79) conforme discutido no capítulo 5, apenas a PNRS abrange em seu texto o elo com outra política específica, no caso a PNMA e a Política Nacional de Educação Ambiental.

O cenário de que no Brasil a estratégia da gestão integrada ainda não foi concretamente absorvida no quadro político instrumental, seja por falta de vontade dos atores políticos, seja por falta de entendimento dele, foi reforçado pelo posicionamento da postura do governo brasileiro durante a 11ª Conferência das Partes da Convenção de Ramsar realizada em Bucareste em 2012 em se opor a incluir em sua política de clima estratégias de conservação das zonas úmidas no país, a concretização da gestão integrada continua sendo incipiente. Mello-Thery et al (2013), em trabalho anterior sobre a gestão urbana brasileira frente as mudanças climáticas, discutiram que as decisões nos processos políticos brasileiros impostas pela complexidade do tema realmente tendem a engessar a evolução do processo como um todo, rumo a soluções concretas.

No país, ao considerar que a integração das políticas representa a inclusão de interligações para o apoio ou o não impedimento das estratégias previstas em cada um deles (MARGERUM, 1999) a modificação do instrumento de regulação ambiental do Código Florestal (instrumento mais recente do quadro político em questão) além de ter sido um retrocesso para a adaptação da biodiversidade das zonas úmidas, representa a postura unilateral de expansão agronômica da tomada de decisão na arena política do governo atual

(2003-2018), sem a preocupação com a esfera ambiental. Por outro lado o país vem elaborando o Plano Nacional de Adaptação das Mudanças Climáticas com a abordagem ecossistêmica.

Tais contradições vão ao encontro da discussão de Pasquis e Andrade (2008) de que a intervenção do Estado brasileiro apresenta-se como um quadro esquizofrênico de gestão territorial desde o desaparecimento dos regimes totalitários e retorno da democracia, o que levou ao fortalecimento dos movimentos sociais e tornaram, paulatinamente, os processos de elaboração de políticas públicas mais complexos. Nas políticas territoriais da região da BR163 Cuiabá-Santarém, por exemplo, o governo propõe um plano de desenvolvimento sustentável com um efeito limitado ao ser comparado com as políticas produtivistas de apoio à agricultura e infraestrutura empresarial. Ou seja, "*los processos endógenos no fueron tomados en cuenta y el modelo político sigue siendo una propuesta exógena aplicada de arriba hacia abajo"* (PASQUIS, ANDRADE, 2008, p.108).

Assim como o Brasil, a França apresenta potenciais ferramentas de adaptação e de mitigação em seu quadro político-instrumental para a proteção da biodiversidade das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas (Figura 80).

As ferramentas de mitigação consistem na Lei POPE e no Plano Clima e as de adaptação compreendem as Diretivas Europeias Aves, Habitats, Quadro sobre a Água e Quadro Estratégia para o meio Marinho; as leis LEMA, Lei do Litoral, Lei relativa ao desenvolvimento rural, Leis *Grenelle* I e II; e também o Plano Nacional de Adaptação e o Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas.



Figura 80. Políticas públicas de proteção das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas segundo os relatórios nacionais franceses enviados ao Secretariado da Convenção de Ramsar (1999-2012). Asterisco=políticas e instrumentos integradores; Negrito=políticas e instrumentos em acordo com as especificidades das políticas nacionais de zonas úmidas de Ramsar; Guarda-chuva=principais políticas e instrumentos que sustentam as demais para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente a problemática em questão.

O Plano Clima (*Plan Climat*) foi primeiramente elaborado em 2004 em atenção às ações de mitigação do Protocolo de Kyoto. Em 2005 foi respaldado pela Lei POPE (Lei nº 2005-781 de 13/07/2005) que estabelece as orientações da política energética francesa para a luta contra as mudanças climáticas. Foi aperfeiçoado em 2006, quando sinalizou a elaboração de um plano nacional de adaptação, em 2009 quando incluiu os artigos do eixo luta contra as mudanças climáticas da Lei *Grenelle* I do Meio Ambiente e passou a abordar as ações setoriais dentro de um quadro transversal, em 2011 quando incluiu os artigos da Grenelle II e em 2013, quando foi completado pelo Plano Nacional de Adaptação e pelo Plano Nacional de Ação de Eficácia Energética.

Parte do pressuposto que certas políticas e medidas apresentam impacto sobre diversos setores. Desta forma orienta ações transversais de atenuação nos setores residencial,

transportes, indústria, agricultura e silvicultura, energia, dejetos, poderes públicos e coletividades e sensibilização, informação e formação (Figura 81).

O setor urbanismo, por exemplo, estabelece documentos de planificação nas aglomerações considerando a preservação da biodiversidade por meio da conservação, restauração e continuidade ecológica e gestão econômica do espaço. O setor de agricultura e silvicultura prevê a conservação da biodiversidade por meio de certificações ecológicas dadas a exigências condicionantes, obrigações, indicadores de performance, gestão da irrigação, entre outros. Integra o plano *Objectifs Terre* 2020 e a Lei da agricultura e da pesca de 2010.

	Secteurs impactés							Description dans le secteur (secteur de référence)
	Agriculture	Résidentiel - tertiaire	Déchets	Énergie	Forêts	Industries	Transports	
Développement des biocarburants	x						x	Transports
Développement du bois-énergie		x		x	x	x		Forêts
Développement du bois-matériau		x			x			Forêts
Ensemble des mesures permettant d'améliorer la performance énergétique des bâtiments (réglementation thermique, crédit d'impôt, éco-prêt à taux zéro...)		x		x				Résidentiel - Tertiaire
Certificats d'économie d'énergie (CEE)		x		x			x	Énergie
Mesures en faveur du développement de l'énergie solaire thermique et photovoltaïque, de la géothermie et des PAC		x		x				Énergie
Fonds chaleur renouvelable	x	x		x	x	x		Industrie
Directive SCEQE				x		x		Industrie
Amortissement accéléré dans le tertiaire		x				x		Industrie

Figura 81. Plano transversal de mitigação do Plano Clima francês. FRANÇA, (2013, p.35)

O Plano clima francês é completado pelo Plano Nacional de Adaptação das Mudanças Climáticas (2011-2015) que trata de medidas de âmbito nacional. Sua territorialização nas escalas regional e local diz respeito, respectivamente, ao Esquema regional do clima, ar e energia (*Schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie - SRCAE*) e dos Planos territoriais clima-energia (*Plans climat-énergie territoriaux - PCET*).

Aborda os domínios de ações transversais, saúde, água, biodiversidade, riscos naturais, agricultura, floresta, pesca e aquicultura, energia e indústria, infraestruturas de transportes,

ordenamento do território e ambiente construído, turismo, informação, formação, pesquisa, finanças e seguros, litoral, montanha, ações europeias e internacionais e governança.

Apresenta os objetivos de: a) melhorar o conhecimento sobre os efeitos das alterações climáticas para informar as decisões públicas sobre a adaptação; b) integrar a adaptação nas políticas públicas existentes para garantir a coerência e a natureza transversal de adaptação; c) informar a sociedade sobre as mudanças climáticas e adaptação para que todos possam se apropriar das questões e agir; d) considerar as interações entre atividades; e) estabelecer responsabilidades em termos de implementação e financiamento.

As zonas úmidas são incluídas no domínio de pesquisa para sua caracterização e análise da dinâmica da paisagem frente a evolução das condições climáticas.

Em relação ao domínio biodiversidade, as ações vão ao encontro da Estratégia Nacional de Biodiversidade 2011-2020 com medidas para conservar ou restaurar as potencialidades que permitirão sua adaptação, redução das pressões humanas sobre as espécies e ambientes e promoção da variedade local e a continuidade ecológica. O plano parte da medida fundamental de estudar os impactos atuais e futuros das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e apresenta quatro ações. São elas:

i) Integrar as questões da adaptação da biodiversidade às mudanças climáticas nos quadros de pesquisa e experimentação. Esta ação compreende oito medidas dentre elas incluir a temática na pesquisa das organizações contratadas e de chamadas nacionais de projetos de pesquisa; de criar o centro de informações *Centre de Synthèse et d'Analyse sur la Biodiversité* (CESAB) e participar da plataforma intergovernamental ciência-política sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos (IPBES); e de adquirir infraestrutura de investigações.

ii) Fortalecer os instrumentos de monitoramento existentes para diagnosticar os efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade. A ação inclui seis medidas, dentre elas o fortalecimento do monitoramento, a estruturação de uma rede de observadores, o mapeamento dos habitats, o estudo dos potenciais atuantes e prospectivos e a organização de indicadores regularmente atualizados sobre os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade.

iii) Promover a gestão integrada considerando os efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade. Esta ação apresenta três medidas que incluem a implementação e a manutenção da trama verde e azul para reforçar a adaptação; considerar as alterações climáticas nas estratégias de gestão das unidades de conservação existentes e futuras; e

ainda inserir normatizações nos documentos integradores de planejamento de sustentabilidade do território nas escalas locais e regionais.

iv) Integrar a adaptação às alterações climáticas nas estratégias e planos implementados pelo Estado para preservar a biodiversidade. A ação tem quatro medidas as quais abarcam a integração de normas de adaptação da biodiversidade nas estratégias nacionais contra as espécies invasoras; a inclusão da temática no estudo de impacto ambiental de projetos; o estabelecimento de um panorama sobre os conhecimentos disponíveis; e ainda a condução da reflexão com os atores-chave.

No quadro político-instrumental francês todos os instrumentos de adaptação incluem a proteção das zonas úmidas em seus respectivos textos. As diretivas europeias compreendem suas políticas guarda-chuva uma vez que são obrigatoriamente transcritas na legislação nacional francesa e que norteiam o arcabouço jurídico do país. Seu conjunto é integrado e coerente para reforçar as ações regulamentadas. A Diretiva do Meio Marinho, por exemplo, integra as normas da Diretiva Água, que por sua vez, inclui as especificações da Diretiva Habitats. Esta, finalmente, abarca as recomendações da Diretiva Aves (Figura 80).

Da mesma forma, as orientações das Diretivas Aves, Habitas e Aves, por exemplo, são incluídas na Lei DTR e nas Leis *Grenelle* do Meio Ambiente francesas. As instruções da Diretiva Água são integradas na Lei LEMA e, por fim, as normas da Diretiva do Meio Marinho na Lei do Litoral (Figura 80).

No esqueleto de políticas públicas nacionais (e instrumentos equivalentes) de conservação das zonas úmidas, destacam-se as Leis *Grenelle* I e II como guarda-chuva e orientadoras de instrumentos para maiores escalas e que estabelecem orientações para a gestão da biodiversidade, das mudanças climáticas e das zonas úmidas.

Para garantir a coerência do aparato jurídico nacional, as ferramentas foram elaboradas como o Plano de Ação para o Ambiente Marinho; ou atuxalizadas, como a Lei do desenvolvimento rural, o Código do Meio Ambiente, do Código de Urbanismo, Código Florestal, Código Rural, Código de minas, Código da Saúde Pública, Código Geral das coletividades territoriais, dentre outras.

No que concerne à gestão adaptativa das zonas úmidas no âmbito da conservação e restauração dos meios naturais para garantir sua resiliência (conforme a Resolução XI.14 da COP11 de 2012), destaca-se a criação e a elaboração da trama verde e azul nos instrumentos de gestão franceses.

Incluída nas Leis *Grenelle* I e II, na Estratégia Nacional da Biodiversidade 2011-2020, no Plano *Objectif Terre* 2020 (este também abordado no Plano Clima), no Plano Nacional de Adaptação das mudanças climáticas e também no Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas 2014-2018, a trama verde e azul constitui um eixo central e integrador das ferramentas nacionais de adaptação da biodiversidade das zonas úmidas frente os impactos das mudanças climáticas. Sua ação de adaptação é potenciada especialmente pelo Plano Nacional em Favor das Zonas Úmidas, que constitui, juntamente com a LEMA e com a Lei DTR as políticas francesas mais adequadas com o que Ramsar estabelece ser uma política de zonas úmidas.

6.3.2. Gestão local dos sítios Ramsar PARNA Pantanal no Brasil e *Grande Brière* na França: quadro instrumental de medidas de adaptação e de mitigação

Os instrumentos de gestão das zonas úmidas concernentes às ações de adaptação e de mitigação no Brasil (Figura 79) e na França (Figura 80) embasados em Ramsar apresentam o papel de estimular, nortear e respaldar legalmente as intervenções dos planos locais de gestão dos sítios Ramsar. Tal triangulação de medidas internacionais – nacionais – locais objetiva que as ações acordadas internacionalmente nas Conferências das Partes sejam concretizadas no nível local com o amparo do aparato nacional.

Para tanto, a primeira premissa é que os planos locais de gestão cumpram as funções inerentes do planejamento de zonas úmidas descritas no Quadro 11. A segunda é que eles incorporem (ou adequem) em seus textos as orientações do regime sobre a gestão integrada, adaptação e mitigação a medida que são internacionalmente conciliadas e que apresentam ações de contenção dos outros vetores de pressão atuantes.

Em relação à primeira premissa, tanto os sítios Ramsar do Brasil quanto os da França metropolitana são nomeados como zonas úmidas de interesse internacional sobre áreas já protegidas por outros estatutos e, portanto, apresentam planos locais de gestão dentro dos moldes das normas em que foram criados.

De acordo com a análise documental realizada, no caso do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e do sítio Ramsar *Grande Brière et Marais du bassin du Brivet* (*Grande Brière*) seus planos locais de gestão cumprem as funções de planejamento local das zonas úmidas recomendadas por Ramsar (Quadro 11).

O PARNA Pantanal foi criado pelo Decreto n°86.392 de 1981 (BRASIL, 1981) e nomeado sítio Ramsar em 1993 representando o país como o sítio de "maior concentração de fauna do neotrópico" (IBAMA, 2003, p.8). Também apresenta outros títulos de reconhecimento internacional[69] e institucionalmente constitui um parque nacional[70] de área de proteção integral cujo documento legal de gestão consiste no plano de manejo[71], um

> documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (Lei nº 9.985 de 2000, art.2).

Foi elaborado em 2002 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em parceria com o Instituto de Conservação Ambiental do Brasil (*The Nature Conservancy*-TNC) e a empresa Campos Verdes Consultoria em Meio Ambiente S/C Ltda; finalizado em 2003, dez anos após a adesão do Brasil na Convenção; e publicado em 2004 pela Portaria n°13 de 03/03/2004 a versão, que deveria ter sido atualizada a cada cinco anos (IBAMA, 2002), não foi revista até fevereiro de 2015.

Sua gestão concerne à sede local, no PARNA Pantanal, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), uma autarquia federal criada pela Lei nº 11.516/2007 vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e que integra o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

O sítio é identificado como zona úmida de interesse internacional no item contextualização da unidade de conservação. A nomeação possibilitou a declaração de Parques-Parceiros estabelecida em 1997 entre os Parques Nacionais do Pantanal Mato-Grossense e o *Everglades National Park* (EUA), ambos signatários da Convenção.

Tem como objetivos específicos proteger amostras, em estado natural, do bioma Pantanal, áreas úmidas, flora e fauna nativas; contribuir com as zonas de transição com o

---

[69] Além de ter sido nomeado uma zona úmida de interesse internacional, o PARNA Pantanal foi declarado parque-parceiro com o *Everglades National Park* (EUA) em 1997, foi reconhecido pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade em 2000, e integra o pantanal matogrossense, área intitulada Reserva da Biosfera Mundial em 2000.

[70] Segundo o SNUC, o parque nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (Lei nº 9.985 de 2000, art.11).

[71] Atualmente estabelecido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC - Lei nº 9.985 de 2000), os planos de manejo dos parques nacionais brasileiros foram regulamentados pelo Decreto Nº 84.017 de 1979. Segundo o texto de seu Artigo 5, ele tem por função "compatibilizar a preservação dos ecossistemas protegidos, com a utilização dos benefícios deles advindos, [...] visando um manejo ecológico adequado".

Cerrado, Chaco e floresta Amazônica; propiciar atividades de pesquisa científica, de monitoramento ambiental e de investigação; valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; possibilitar a visitação; contribuir com o desenvolvimento regional estimulando o desenvolvimento sustentável integrado; e atuar como área símbolo para as atividades de proteção do Pantanal mato-grossense.

Para alcançá-los, apresenta programas temáticos com ações gerenciais internas e externas. No caso das internas, que concernem tanto ao limite do sítio quanto à zona de amortecimento, as atividades propostas se enquadram dentro das normas estabelecidas no zoneamento do sítio.

Ações integradas são previstas com as áreas RPPN Fazenda Acurizal e Penha, Morro do Campo, Comunidade da Barra do São Lourenço, Sede dos Municípios de Corumbá, Poconé, Cuiabá e Campo Grande, Fazenda Santa Isabel, Fazenda Horizonte, Fazenda Sará, Fazenda Andorinha, Porto Jofre, Área Indígena Guató, Porto Índio, Parque Estadual do Guirá e Comunidade Palmital.

Os vetores de pressão atuantes decorrem de conflitos com a comunidade do entorno e projetos de infraestruturas. Visando cessá-los ou reduzi-los, são apresentadas estratégias de desenvolvimento sustentável, fiscalização e monitoramento utilizando indicadores socioeconômicos, de desempenho institucional e biofísicos. Para as ações prioritárias os resultados esperados são sinalizados (Quadro 12).

São também apontadas as potenciais parcerias com instituições internacionais que atuam na região, como o Instituto de Conservação Ambiental do Brasil, Fundo Mundial para a Natureza (WWF–Brasil) e *Conservation International* (CI). Entre os parceiros regionais e nacionais, são citados: Fundação Ecotrópica, Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais (CEPTA), Emater, Núcleo de Educação Ambiental (NEA) da Gerex-MT, Ministério das Relações Exteriores, Capitania dos Portos, Ministério Público, ANA, UFMT, EMBRAPA, Polícia florestal do MS, Ministério da Agricultura, FEMA-MT e FEMA-MS (Quadro 12). As ações propostas vão ao encontro das orientações da Resolução X.24 da COP10 para redução dos estresses das zonas úmidas resultantes do uso e da ocupação do solo e são especialmente importantes devido o cenário identificado anteriormente nesta tese.

Quadro 12. Ações e parcerias propostas pelo plano de manejo do sítio Ramsar PARNA Pantanal (IBAMA, 2003) para conter os vetores de pressão atuantes e encerrar seus respectivos impactos na zona úmida.

Atividade	Impactos	Ações propostas	Parcerias
Pecuária de corte extensiva e desordenada nos grandes latifúndios	Poluição por agroquímicos Desmatamento devido queimadas provocadas ilegalmente para renovação de pastos Introdução da espécie exótica braquiária como pasto Pisoteio do gado nas formações florestais	Implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF) Certificação da agropecuária sustentável Mecanismos de financiamento Utilização da experiência como modelo regional Estudos para determinar a frequência com que o fogo ocorre no Parque e na zona de amortecimento	Embrapa e outras instituições afins Organismos financeiros
Agricultura nos planaltos com técnicas inadequadas de cultivo	Desmatamento das matas de galeria Erosão Poluição por agroquímicos Queimadas provocadas		
Introdução de espécies exóticas invasoras braquiária *Brachiaria subquadripara*, gramacastela (torpedo-grass) *Panicum repens*, o molusco *Limnoperna fortunei*, o tambaqui *Colossoma macropomo* (e seus híbridos) e ainda gramíneas, arbustos e árvores frutíferas	Competição com espécies nativas e alteração das relações ecológicas	Estudos para a erradicação e controle destas e outras espécies exóticas a serem identificadas.	TNC do Brasil Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental
Extrativismo de diamante, ametistas e ouro no município de Poconé Extrativismo de ametistas a jusante do Parque por contrabando boliviano	Contaminação da cadeia trófica Aumento do material em suspensão Erosão	Divulgação dos limites da área protegida Intensificação das atividades de fiscalização.	Ministério das relações exteriores Polícias Militar Ambiental Polícia Florestal.
Pesca comercial e esportiva	Sobreexploração predatória de espécies Suspendem sedimentos anóxicos	Delimitação das áreas de pesca na zona de amortecimento Intensificação das atividades de fiscalização Programa de conscientização Certificação de empresas de turismo sustentável	Núcleo de Educação Ambiental (NEA) da Gerex-MT e MS Ongs atuantes
Caça e pesca de subsistência e comércio pelos índios guató e população ribeirinha	Sobreexploração predatória de espécies	Alternativas de desenvolvimento sustentável para as comunidades ribeirinhas Atividades de pesquisa e extensão rural	Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais (CEPTA) Emater
Hidrovia Paraná-Paraguai	Modificações no leito e a ampliação do raio de curvas do rio Paraguai, derrocamento, dragagem e fechamento de alguns afluentes. Impactos nas populações de anfíbios	Imposição de restrições	Capitania dos Portos, Governo Boliviano, Ministério Público Ministério das Relações Exteriores
Construção de hidrelétricas	Mudanças dos fluxos hídricos	Estudo sobre a influência das barragens na reposição dos estoques de peixes migradores na área do Parque	Ministério Público

Também sobre a primeira premissa de cumprir as funções inerentes do planejamento de zonas úmidas, a gestão local do sítio Ramsar *Grande Brière* (nomeado sítio Ramsar em

1995) refere-se à gestão do *Parc Naturel Regional de Brière* (PNRB) criado em 1970 onde está inserido. O sítio representa o país com um dos mais prestigiosos pântanos *(marais)* da Europa, fruto de uma história única (GUIHÉNEUF, 2004) e também é considerado área protegida em outros títulos de resguardo internacional, nacional e regional[72].

Institucionalmente o sítio constitui um parque natural regional[73] (*parc naturel regional*) cujo documento legal de gestão consiste na carta do parque *(charte du parc)*, um contrato que concretiza o projeto de proteção e de desenvolvimento do território por, no máximo, 12 anos, devendo ser renovado. Segundo PNRB (2014),

> *la charte détermine les orientations de protection, de mise en valeur, et de développement du territoire du Parc naturel régional. Elle engage l'Etat et les collectivités qui la signent, et oriente les politiques publiques et les actions définies en concertation avec les forces vives du territoire*.

A primeira carta do PNRB foi estabelecida em 1970, revisada duas vezes e a área do parque foi reclassificada em 1994 e em 2001. A carta atual foi elaborada de 2008 a 2013 pelo sindicato misto do *Parc naturel regional de Brière* com aval do *Comité syndical* e do prefeito da Região *Pays de la Loire* entrou em vigor em 2014 e é válida até 2026.

Sua gestão concerne ao Sindicato Misto (*Syndicat Mixte*), um organismo público que reúne representantes de 20 *communes* que integram a região da *Brière*, dois municípios vizinhos (*villes portes*), o Departamento *Loire-Atlantique*, a Região do País da Loire, a Comissão Sindical da *Grande Brière Mottière* (*Commission Syndicale de Grande Brière Mottière*) e o Sindicato da Bacia do *Brivet* (*Syndicat du Bassin Versant du Brivet*)[74].

A referência aos pântanos (*marais*) do *Brivet* e do *Mès* como sítios inscritos na Lista de Ramsar é utilizada para justificar a característica de *parc naturel régional* de zona úmida com obrigações para a conservação da funcionalidade do meio e das espécies.

Os objetivos específicos incluem: controlar os padrões de urbanização; preservar e valorizar a paisagem do território, gerenciar e preservar a biodiversidade; gerenciar os

---

[72] O limite do sítio Ramsar inserido no *Parc Naturel Regional de Brière* também foi intitulado *Zone de Protection Spéciale* (ZPS) e *Site d'intérêt communautaire* pela Rede Natura 2000 (Diretiva europeia 92/43/CEE) e *Zone de Protection Spéciale* (ZPS) pela Diretiva Aves (Diretiva europeia 2009/147/CE), *Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux* (ZICO) pelo MME e *Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)* pelo MME.

[73] Os parques naturais regionais são criados para proteger e exibir grandes áreas rurais habitadas. Apresenta paisagens, ambientes naturais e património cultural de alta qualidade, mas com frágil equilíbrio ambiental.

[74] Diferente do Brasil que, via de regra, possui um órgão público ambiental (municipal, estadual ou federal) que é responsável pela gestão das áreas protegidas, na França os parques naturais regionais são criados pelas *communes* contíguas ao território a ser protegido e que recebem a chancela do Estado para fazer a sua gestão.

recursos hídricos e preservar as zonas úmidas e as suas funções; valorizar os recursos do território, gerenciar a mobilidade e o intercâmbio com a área metropolitana; enfrentar os desafios da mudança climática; desenvolver e transmitir uma cultura comum do território; formalizar uma nova governança, reforçar a abertura e o vínculo social; e organizar de antemão a gestão estratégica do território. Eles devem ser alcançados até 2026 e apresentam tanto medidas específicas quanto indicadores para avaliar sua eficiência em três momentos da gestão.

Os vetores de pressão atuantes consistem nas mutações do espaço e do ambiente devido ao crescimento econômico e demográfico do território; na pressão fundiária e na demanda residencial na periferia costeira turística; na influência do desenvolvimento da área urbana e das atividades industriais, de turismo e agricultura; na evolução estrutural das *marais* face o assoreamento e o florestamento; na interferência das espécies exóticas; e nas mudanças climáticas.

Visando contê-los, são previstas estratégias de pesquisa, parcerias institucionais, programas experimentais, monitoramento, valorização cultural, inclusão social, adequação de normas de instituições locais e regionais, inscrição do parque em uma categoria mais rígida e sensibilização ambiental (Quadro 13).

Além dos integrantes da gestão do parque, são previstas parcerias com: ADDRN, ADEME, Agência de água *Loire Bretagne*, agricultores, associações de usuários, associações de moradores, grupos comunitários *La Brière étoilée* e *Bretagne Vivante*, associações naturalistas, CBNB, Câmara de agricultura de Loire-Atlantique, câmaras consulares, CIVAM, CNBB, Comitês regionais e departamentais de espécies invasivas, Conservatório do Litoral, CRPF, EDF, FDGDON, federação de caçadores, federações esportivas, GIP *Loire Estuaire*, habitantes, organismos para caça e pesca, sindicatos de *marais*, *Loire Océane Environnement*, LPO, ONCFS, ONEMA, operadores de telefonia, operadores Natura 2000 e gestores dos sítios, Orange, proprietários florestais, Rede de Transporte e de Eletricidade (RTE), SAFER, Sindicato departamental da *Loire-Atlantique* (Sydela), sindicatos de marais, universidades e organismos de pesquisa (Quadro 13). As ações, assim como no PARNA Pantanal, vão ao encontro das orientações da Resolução X.24 da COP10 e são especialmente importantes devido o cenário identificado na presente tese.

Quadro 13. Ações e parcerias propostas pelo plano de manejo do sítio Ramsar *Grande Brière* 2014-2026 para conter os vetores de pressão atuantes e encerrar seus respectivos impactos na zona úmida.

Atividade	Impactos	Ações propostas	Parcerias
Urbanização	Consumo do espaço para a atividade agrícola, funcionalidades hidrológicas e ecológicas e características paisagísticas do patrimônio da Brière	Promover o desenvolvimento urbano eficiente em termos de espaço Equipar o território de ferramentas operacionais e promover o desenvolvimento urbano sustentável Desenvolver a cooperação inter-territorial	L'État, La Région Pays de la Loire, Les communes, ADDRN, CAUE de Loire Atlantique, Chambre d'agriculture de Loire-Atlantique, Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural (SAFER), Agence foncière départementale de Loire-Atlantique, Bailleurs sociaux, École d'architecture de Nantes, Les EPCI
	Banalização da paisagem do território	Acompanhar a reflexão sobre a evolução do sítio em um estatuto mais rígido Proteger e valorizar o patrimônio arquitetônico notável Desenvolver a cooperação inter-territorial Reforçar a publicidade e a sinalização Evitar ou reduzir os danos às paisagens	L'État, Les communes ou EPCI compétents, La Région Pays de la Loire, Le Conseil général de Loire-Atlantique, Fondation du Patrimoine, CAUE de Loire Atlantique, Association Nationale des Couvreurs Chaumiers (ANCC), Associations de valorisation du patrimoine, Association Alisée, Les Syndicats de marais, ADEME et le CIVAM, Association Loire Océane Environnement, Chambres consulaires, Syndicat départemental d'énergie de Loire-Atlantique (Sydela), Réseau de Transport d'Electricité (RTE), EDF, les opérateurs de téléphonie, Associations locales « La Brière étoilée, Bretagne Vivante, Chambre d'agriculture
Urbanização Modificação do funcionamento hidráulico degradação da qualidade da água Proliferação de espécies exóticas	Degradação dos habitats	Participar na conservação de ambientes e espécies notáveis Estabelecer a trama verde e azul Promover a conservação da biodiversidade comum Reduzir a dinâmica de invasão biológica Evitar, reduzir, compensar os impactos dos projetos de desenvolvimento na biodiversidade Preservar o equilíbrio dos hábitats e do meio Monitorar a biodiversidade e experimentar novas formas de gestão	L'État, La Région Pays de la Loire, Le Conseil général de Loire-Atlantique, Les communes ou EPCI compétents, La Commission Syndicale de Grande Brière Mottière, Conservatoire du Littoral, LPO, CBNB,ONCFS,ONEMA, Associations naturalistes, exploitants agricoles, SAFER, Opérateurs Natura 2000 et gestionnaires de sites naturels, Universités, Acteurs locaux, associations, Chambre d'Agriculture, CRPF et propriétaires forestiers, Organismes de recherche, FDGDON, Chambre d'Agriculture, Comité régional « espèces invasives », association Loire Océane Environnement, GIP Loire Estuaire, ADDRN, Associations d'usagers, Fédérations sportives Agence de l'Eau Loire Bretagne, Fédérations des chasseurs, Association Loire Océane Environnement

Continua

Continuação

Quadro 13. Ações e parcerias propostas pelo plano de manejo do sítio Ramsar *Grande Brière* 2014-2026 para conter os vetores de pressão atuantes e encerrar seus respectivos impactos na zona úmida.

Atividade	Impactos	Ações propostas	Parcerias
Uso doméstico, agrícola e industrial dos recursos hídricos	Perda quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos	Preservar, restaurar e manter os cursos de água, canais e áreas úmidas Continuar a política de economia de água Reduzir e controlar a poluição doméstica, agrícola e industrial	L'État, Les communes et les EPCI, Les syndicats de marais, Agriculteurs, Universités, Le Conseil général de Loire-Atlantique, Chambre d'Agriculture et organismes agricoles, Association Loire Océane Environnement, GAB, Crepepp 2018, Structures chef de file de bassin versant, RFF et SNCF, Jardineries, paysagistes, Association des jardiniers de France, Conférence Régionale EcoPhyto Pluri Partenariat
Influência dos pólos econômicos próximos do litoral e bacia de Saint Nazaire, influencias industrial dos estuários desde a Loire até a região de Nantes.	Desvalorização da economia local e dos recursos próprios do território	Apoiar e expandir os setores agrícolas existentes Apoiar a agricultura de *marais* Preservar e valorizar a agricultura em serviço da biodiversidade Estimular o ecoturismo Promover uma distribuição equilibrada dos fluxos turísticos Iniciar novas indústrias sustentáveis com base nas especificidades e ativos da região Favorizar o desenvolvimento de uma economia sustentável	L'État, Les communes et EPCI compétents, La Commission Syndicale de Grande Brière, Chambre d'Agriculture de Loire-Atlantique, SAFER, Associations et groupements d'agriculteurs, Chambre d'Agriculture 44 et associations d'agriculteurs, Groupements de CUMA, Groupements des Agriculteurs Biologiques (GAB 44), Centre d'Initiative pour Valoriser l'Agriculture en Milieu rural (CIVAM), associations et groupements d'agriculteurs, CDT, CRT, CCI, Chambres consulaires, Association Loire-Océane Environnement, CCI, La Région Pays de la Loire, Le Conseil général de Loire-Atlantique, Les villes-portes, Offices de tourisme, Prestataires touristiques, Entreprises, Comité régional du tourisme
Dependência do transporte rodoviário e de veículos individuais	Emissões de gases do efeito estufa Desperdício de energia	Estruturação da oferta de viagens a repensar o lugar e o uso do carro Desenvolver e gerenciar infraestrutura de transporte através de métodos ambientalmente responsáveis	La Région Pays de la Loire, Le Conseil général de Loire-Atlantique, Les communes et les EPCI compétents, Les villes-portes, CCI et la Chambre des Métiers, Comité Départemental de Randonnée Pédestre (CDRP), Associations d'usagers, Entreprises, Propriétaires riverains, Agriculteurs/éleveur, Fédération des chasseurs
Aquecimento climático	Emissões de gases do efeito estufa Desperdício de energia Impacto nos meios naturais Riscos naturais	Lutar localmente contra as causas das alterações climáticas e adaptar o comportamento no território Desenvolver energias renováveis respeitosas às paisagens e à biodiversidade Estabelecer um polo interativo sobre mudanças climáticas Otimizar a gestão de áreas naturais frente os riscos relacionados com as alterações climáticas	L'État, La Région Pays de la Loire, Le Conseil général de Loire-Atlantique, Les communes et les EPCI compétents, ADEME, Chambre de métiers – CSTB, Les syndicats de marais, Port Nantes-Saint-Nazaire, Météo-France, Écoles, Les syndicats de marais, Chambre d'Agriculture – CRPF

Em relação à segunda premissa do plano de manejo do PARNA Pantanal incorporar (ou adequar) em seu texto as orientações da Convenção de Ramsar sobre adaptação e de mitigação a medida que são internacionalmente conciliadas, sobre a gestão integrada e também sobre ações para conter os outros vetores de pressão atuantes, a análise mais detalhada com o cruzamento dos dados obtidos nos capítulos 3 e 4 aponta que tais ações podem não controlar, na sua integralidade, a pressão de algumas forçantes.

Por exemplo: houve o avanço da classe solo nu, avanço das formações vegetais de menor complexidade estrutural (campo erodido), a supressão de áreas de formações vegetais de maior biodiversidade (savanas arborizada e florestada), redução da floresta de galeria alta e avanço da floresta de galeria baixa, redução das subclasses de savana parque e formações aluviais úmidas, muito úmidas e extremamente úmidas, e avanço das superfícies hídricas com extrema presença de sedimentos. Tais fenômenos podem ser resultantes de perturbação natural, antrópica ou de ambos, como discutido no capítulo 4.

No intuito de conter as ações antrópicas de desmatamento e queimadas provocadas (possíveis vetores de aumento de solo nu e da redução da complexidade da vegetação) tanto pela expansão da agricultura quanto da pecuária, são previstas no plano de manejo ações de implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF) e certificação e financiamento da agropecuária sustentável.

Os Sistemas Agroflorestais (SAF) constituem

> sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações desses componentes (BRASIL,2012, p.86)

Eles, juntamente com a estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) de produção sustentável e que integra atividades agrícolas, pecuárias e/ou florestais em uma mesma área (BRASIL, 2012, p.86) contribuem tanto com a adaptação dos sistemas aos impactos de fatores externos (no que diz respeito ao aumento de sua resiliência) devido atuarem na redução de áreas degradadas, na manutenção e reconstituição da cobertura florestal e na manutenção da biodiversidade; quanto com a mitigação das mudanças climáticas devido sua capacidade de fixação de carbono[75].

[75] Por esses motivos ambos constituem medidas de implementação nacional previstas no Plano de Agricultura de Baixo Carbono do Brasil (Plano ABC 2012).

No sítio Ramsar PARNA Pantanal, os sistemas agrosilvopastoris que utilizam técnicas ambientais e economicamente sustentáveis são permitidos e incentivados pelo plano de manejo para a zona de amortecimento. No entanto, ao comparar a porcentagem de alteração das tipologias da paisagem identificadas em 2011 em relação à área original em 1986, do limite do PARNA Pantanal e de sua zona de amortecimento, foi dentro do parque onde aconteceram os maiores avanços de solo nu. Desta forma, as medidas indicadas no plano de manejo, se concretizadas, podem ser efetivas para conter as mudanças da paisagem na zona de amortecimento, contudo, elas não resolvem o avanço da tipologia dentro do sítio Ramsar, onde tais sistemas não são permitidos.

Concomitantemente às alterações da paisagem, nos últimos 41 anos houve o aumento da temperatura, a diminuição pluviométrica e a redução do nível das cotas fluviométricas. É provável que as modificações alterem a fenologia de aves migratórias como *Pandion haliaetus*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria,* e *Tringa flavipes*; e da espécie chave arbórea *Trema micrantha;* que altere a reprodução e morfologia de *Caiman yacare*, espécie-chave pantaneira endêmica, bandeira e considerada "guarda-chuva"; que beneficie a invasão do molusco *Limnoperna fortunei;* e ainda que aumente os focos de incêndio espontâneos.

Ao analisar o plano de manejo identificam-se ações para a proteção das espécies endêmicas, de contenção da espécie invasora e também da diminuição das queimadas, contudo, as estratégias adotadas não levam em conta a variável climática. No caso das aves migratórias, por exemplo, o plano aposta na delimitação de uma zona intangível como estratégia para sua conservação. Porém, face às mudanças climato-hidrológicas identificadas, mesmo tal zona seria afetada. Isto aponta para a necessidade de atualização constante do plano de manejo tal qual recomendado por Ramsar, mas principalmente previsto na legislação brasileira.

Sobre a redução do nível das cotas fluviométricas outrora mencionado, identificou-se a ocorrência de tal fenômeno em toda a época de cheia (janeiro, fevereiro e março), de baixa (julho, agosto, setembro) e de enchente (outubro, novembro, dezembro) e ainda em meados e fim do período de vazante (maio, junho) na estação Ilha Camargo próxima ao sítio e localizada no rio Cuiabá, principal corpo hídrico responsável pelo seu aporte de água. Este quadro chama a atenção, pois todo o funcionamento de uma zona úmida depende dos pulsos de inundação e da transição entre os domínios terrestres e aquáticos, estes últimos decorrentes do aporte hídrico.

Tendo isto em vista, ao analisar o plano de manejo, identificou-se a preocupação do documento com a hidrelétrica de Manso, que teria ocasionado uma diminuição do nível do rio Cuiabá na estação fluviométrica de São João, com possível alteração do nível de inundação na área do Parque. Um dado, portanto, que se aproxima ao identificado nesta tese. Contudo, a ação prevista é levar o próprio plano ao conhecimento do Ministério Público para obtenção de apoio nas ações de proteção da unidade de conservação. O documento aponta que as ações no nível do PARNA não são suficientes, pois seria uma questão de política pública mais ampla.

Interessante destacar aqui é que, ainda que tenha conhecimento das suas limitações, o plano de gestão do PARNA não sinaliza quais ações concretas seriam necessárias para superá-las. Especialmente se estas ações são em outra escala ou se envolvem outros domínios de gestão. Um exemplo deste último caso é a ausência de recomendação do plano de manejo para que suas informações sejam consideradas na elaboração dos planos diretores dos três municípios de abrangência do parque, Cáceres, Poconé e Corumbá. Até o momento, apenas Cáceres apresenta um plano diretor, publicado em 2010 (sete anos após a publicação do plano de manejo). Tal documento não faz qualquer menção ao PARNA, mesmo o município sendo parte da sua zona de amortecimento.

Apenas a título de ilustração, na análise realizada no capítulo 4 desta tese, o município de Cáceres se destacou por apresentar as maiores porcentagens de alteração das tipologias da paisagem em relação à Poconé e Corumbá. Nele aconteceram as maiores diminuições das tipologias vegetais mais úmidas, houve as maiores porcentagens de aumento das tipologias de água com sedimentos e ainda elevada taxa de redução de savana arborizada e de floresta de galeria alta. Já no território de Poconé foi identificada redução de floresta de galeria alta e de savana arborizada em paralelo ao avanço de solo nu e de savana gramíneo-lenhosa, enquanto que em Corumbá houve a redução de floresta de galeria alta e de savana florestada em paralelo ao avanço de campos erodidos. Com tal cenário, acredita-se que seria pertinente a articulação entre a gestão do PARNA e o planejamento oficial dos municípios.

Ainda sobre a proposição de ações integradas em diferentes escalas ou outros domínios de gestão, uma exceção à dificuldade apresentada pelo plano de manejo é a proposta de criação de um corredor ecológico para conservação do bioma Pantanal. A estratégia seria articular com os proprietários das fazendas da margem direita do rio Cuiabá, a transformação total ou parcial das mesmas em RPPN[76] e também da margem esquerda, "para proteger o

[76] Segundo o Decreto nº 5746 de 05/04/2006 a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) constitui uma unidade de conservação de domínio privado, com o objetivo de conservar a diversidade biológica, por

morro do Campo, a vegetação ciliar e as áreas alagadas que servem de suporte alimentar para as aves dos ninhais do Parque" (IBAMA, 2003, p.385).

Esta proposta contempla não apenas a busca pela integração entre os diversos atores locais e regionais, tal qual preconizado por Ramsar, mas se apresenta como uma estratégia consistente de adaptação às mudanças climáticas, uma vez que permitiria o aumento da resiliência do sistema devido à complexidade das interações ecológicas.

No que concerne as ações de adaptação, de mitigação e de contenção dos vetores de pressão de uso do solo do sítio Ramsar *Grande Brière* (segunda premissa para a gestão local para a conservação da biodiversidade), diferente do caso brasileiro, a análise mais detalhada, cruzando com os dados obtidos nos capítulos 3 e 4, aponta que tais ações tem um potencial efetivo de contenção da pressão de alguns vetores.

O sítio francês apresentou, nas últimas duas décadas, um avanço da classe solo nu, de florestas, das formações vegetais de menor complexidade estrutural e das superfícies hídricas com extrema presença de sedimentos. Em concomitância houve a supressão de áreas de formações vegetais de maior biodiversidade (*prairie)* e de vegetação de *Marais*.

No período, os maiores ganhos de solo nu, de zona urbana residencial e de florestas, e as maiores perdas de *prairie*, de vegetação de *marais*, e de *piardes* e *copis* aconteceram na zona de amortecimento do sítio Ramsar, dentro do *Parc Naturel Régional de Brière.* Por outro lado, na *Grande Brière* houve o maior avanço das tipologias de gramíneas e de *roseliéres* gramíneo em paralelo às maiores perdas de *roseliéres* arborizada e de *roseliéres* florestada.

Estas transformações da paisagem podem estar relacionadas principalmente ao crescimento demográfico, avanço da urbanização e da rede rodoviária da região. As ações previstas na carta do parque para conter os impactos de tais vetores preveem, entre outras, a conservação de ambientes e espécies notáveis, o apoio à agricultura de *marais* (que auxilia na conservação da biodiversidade da *Prairie* e ajuda a frear a urbanização), o estabelecimento da trama verde e azul, o monitoramento da biodiversidade com a experimentação de novas formas de gestão (que são especificadas no documento, incluindo o papel e as ações de cada ator que se relaciona com a questão) e o desenvolvimento e gerenciamento de uma infraestrutura de transporte através de métodos ambientalmente responsáveis.

---

intermédio de termo de compromisso averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis (BRASIL, Decreto nº 5746 de 05/04/2006, art.1).

Ao analisar o conjunto de propostas é possível identificar um maior detalhamento na sua aplicação, incluindo a atribuição de papéis para cada um dos atores envolvidos em cada ação. Esta medida atende exatamente as recomendações de Ramsar e revela não apenas um maior potencial de sucesso no objetivo de conservar o meio úmido, mas aponta também um amadurecimento na aplicação das políticas nacionais de defesa deste ecossistema.

É preciso lembrar que na esfera nacional, desde o relatório Bernard, de 1994, os gestores franceses vêm apontando a necessidade de maior integração entre as políticas e também entre os atores, além de questionarem a efetividade das ações propostas nas diversas edições do plano nacional de zonas úmidas para a efetiva conservação das mesmas. Com isto, é possível considerar que o documento local de gestão (carta do parque) está em consonância com as recomendações nacionais e internacionais de gestão das zonas úmidas. Um exemplo ainda, é que uma das ações previstas é a preservação do equilíbrio dos hábitats e das espécies, medida que é descrita na carta do parque para atender e reforçar as recomendações das diretivas europeias Habitats e Aves, na escala local.

Outro ponto a ser considerado é que tais propostas apresentam-se como medidas de adaptação às mudanças climáticas. O estabelecimento da trama verde e azul, por exemplo, apresenta-se como uma estratégia de adaptação, pois atua na manutenção da resiliência e da funcionalidade dos ecossistemas, preservando seus processos evolutivos para se adaptarem às mudanças do clima. Como esta ação é integrada a outros instrumentos políticos nacionais, isto dá suporte para que outras regiões, vizinhas e/ou próximas[77] à *Brière*, também a adotem, possibilitando a concretização de um corredor ecológico regional. Isto está proposto na carta do parque por meio do Esquema Regional de Coerência Ecológica (*Schéma Régional de Cohérence Ecologique*) em elaboração.

Ainda sobre as mudanças ocorridas na paisagem identificadas no capítulo 4, observou-se que o município de *Pontchateau* destaca-se por apresentar as maiores porcentagens de alteração (em relação à sua superfície em 1987) em ganho das tipologias de vegetação de marais, água com excessiva presença de sedimentos, zona urbana industrial e cultura. *Crossac* distingue-se pelas elevadas taxas de modificação no que diz respeito ao aumento das tipologias de gramíneas e *roselieres* gramíneo, *La Chapelle des Marais* pela diminuição de *roselieres* florestada e aumento de *roselieres* gramíneo e *Saint Reine de Bretagne* pela diminuição de *prairie*.

[77] São exemplos mencionados na carta do parque a região do *Golfe du Morbihan*, *estuaires de la Loire et de la Vilaine*, *marais salants de Guérande et du Mès*, *lac de Grand-Lieu*.

A carta do parque não especifica quais ações são necessárias em cada um dos municípios que estão na área de abrangência do sítio para conter os vetores de pressão atuantes (Quadro 13). Também, a exemplo do plano de manejo do PARNA Pantanal, não aponta recomendações aos gestores municipais. No entanto, cada um dos 20 municípios que são abrangidos pelo *Parc Naturel Régional de Brière* possui cadeira no conselho de gestão do mesmo e, ao aprovar a carta, se compromete a atender as ações que concernem ao seu território.

No que se refere às mudanças climáticas, nos últimos 41 anos, houve o aquecimento da temperatura, o leve aumento pluviométrico, e a redução do nível das cotas fluviométricas em meados da primavera, em todos os meses de verão (junho a setembro), com fim no início do outono (outubro). Como apontado no capítulo 3 desta tese, é provável que tais modificações alterem a fenologia das aves migratórias *Luscinia svecica namnetum*, *Botaurus stellaris* e *Platalea leucorodia*, interfiram na fisiologia de anfíbios *Alytes obstetricans, Bufo calamita* e de *Hyla arborea* e ainda beneficie espécies exóticas como o lagostim-vermelho *Procambarus clarkii* e a jussie *Ludwigia grandiflora.*

A análise da carta do parque apontou que medidas de proteção devem ser adotadas para espécies protegidas pelas Diretivas Habitats e Aves, o que inclui as acima mencionadas. Diferente do caso do plano de manejo do PARNA Pantanal, no entanto, a carta destaca a necessidade de se considerar os impactos das mudanças do clima sobre as espécies e também sobre o desenvolvimento de espécies invasoras. Em relação a estas últimas, são previstas ações específicas e de curto prazo para conter o seu avanço.

Ainda sobre os impactos das mudanças climáticas, a carta do parque prevê ações de mitigação, como a diminuição de gases do efeito estufa no transporte rodoviário, luta local contra as causas das alterações climáticas e adaptar o comportamento no território; desenvolvimento de energias renováveis respeitosas às paisagens e à biodiversidade; estabelecimento de um polo interativo sobre mudanças climáticas e otimização da gestão de áreas naturais frente os riscos relacionados com as alterações climáticas.

Além disto, o documento destaca a ambição de criar um plano específico para o clima do parque (*Plan Climat du Parc Naturel Régional de Briére*), com metas de redução dos dejetos, desenvolvimento de energias renováveis locais, gestão do fluxo de circulação diárias e estival dos veículos, adaptação dos recursos imobiliários na economia energética, conservação dos meios naturais, monitoramento dos dados climato-hidrológicos do território, e a ligação dos Planos de Prevenção de Riscos Litorâneos (*Plans de Prévention des Risques*

Littoraux) com o Estabelecimento Público de Cooperação Intermunicipal (*Établissement Publique de Coopération Intercommunale*) e com os municípios abrangidos.

Para a carta do parque em vigor, no entanto, as prioridades são a condução e acompanhamento das ações de luta contra o gasto energético; buscar o melhor conhecimento científico dos riscos e das questões ligadas às consequências das mudanças climáticas; buscar o estabelecimento de soluções alternativas para a adaptação dos comportamentos; e, por fim, auxiliar na decisão da prevenção dos riscos naturais.

6.4. SÍNTESE CONCLUSIVA

Tomando como referência o modelo PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), organizado pelo PNUMA e considerando o arcabouço legal (apresentado no capítulo anterior) e o planejamento dos dois países em estudo, a análise das ações do Brasil e da França na gestão dos sítios Ramsar frente os impactos das mudanças do clima, aponta uma diferença de abordagem entre eles. Enquanto é possível identificar as orientações nacionais (e internacionais, com as diretivas europeias) no planejamento e gestão do Parque Regional da *Brière*, na França, observou-se que há um distanciamento das respostas dos órgãos federais brasileiros no nível local. Ainda que seja possível identificar um cuidado do Brasil em atender, em âmbito nacional, as recomendações internacionais, estas não chegam claramente no nível da gestão local.

De maneira concreta, ao analisar a carta do parque, no caso francês, identifica-se quais ações são previstas para a proteção dos meios úmidos, enquanto respostas do Estado às pressões e aos impactos identificados nos próprios documentos de planejamento, como tais ações se amparam na legislação nacional e internacional, bem como são destacados os atores e em que prazo tal meta deve ser alcançada. Isto auxilia a gestão da unidade de conservação inclusive, pois ela acaba sendo amparada pelas esferas regional, federal e internacional, e principalmente, fortalece a gestão frente às variações do contexto político.

O mesmo não é visto no caso brasileiro. O plano de manejo do Parque PARNA Pantanal aponta quais são as respostas às pressões e aos impactos, porém não integra tais ações ao arcabouço legal nacional. Há uma sinalização de integração entre as instituições

locais envolvidas que tocam o âmbito da unidade de conservação, porém não é destacado objetivamente, nem em detalhes, como isso ocorre (ou ocorreria) na prática.

Outra característica, no caso francês, é que a carta do parque da *Brière* é submetida a avaliações e revisões objetivando-se adequá-la às transformações políticas e territoriais. Com isto, observa-se um avanço na construção do instrumento de gestão. No Brasil, a revisão dos planos de manejo é prevista em lei, porém não foi feita para o PARNA Pantanal. Isto exemplifica a descontinuidade das ações governamentais na área ambiental brasileira. Não há demonstração de encaminhamento, nem técnico, nem político, da questão. A lei obriga a elaboração de um instrumento de gestão (o plano de manejo), ele é produzido (no caso do PARNA, pois em muitas outras unidades de conservação ele nem chega a ser elaborado), porém, ao não ser atualizado, vai se tornando obsoleto e ineficaz frente às pressões e aos impactos que se modificam conforme as dinâmicas do território, e que se agravam frente às mudanças climato-hidrológicas, conforme apresentadas nesta tese.

No Brasil, a postura local da gestão do PARNA reflete o posicionamento nacional de ausência de avaliação e de renovação do Plano Nacional de Áreas Protegidas, principal instrumento (juntamente com a Política Nacional de Biodiversidade) para a proteção nacional das zonas úmidas. Em vez de avaliar e de corrigir suas políticas, o país vem elaborando novos instrumentos setoriais os quais, além de não necessariamente beneficiar os existentes, apresentam uma demora de concretização de suas ações, uma vez que se efetivam após a regulamentação estabelecida por outro instrumento jurídico. A PNMA, por exemplo, instrumento guarda-chuva de ações de adaptação, foi instituída em 1981 e regulamentada em 1990 pelo Decreto nº 99.274 de 06/06/1990.

Em outras palavras, a estrutura compartimentalizada do quadro brasileiro de instrumentos de adaptação e de mitigação e o atual modelo de gestão de demora em cumprir (atual descumprimento) das metas e dos compromissos retém o avanço da concretização das ações num momento de fragilidade dos ecossistemas úmidos.

CONCLUSÃO

A análise comparada realizada no presente trabalho, sobre como a França e o Brasil realizam a gestão dos sítios Ramsar *Grande Briére* e PARNA Pantanal, respectivamente, frente às pressões e aos impactos locais das mudanças climáticas, especialmente no que concerne a triangulação das ações internacional-nacional-local para que as políticas nacionais possam estimular, nortear e respaldar legalmente as ações locais, e ainda que a avaliação local possa fornecer subsídios para as discussões internacionais, atendeu o objetivo deste trabalho e confirmou a hipótese colocada inicialmente de que a França possuía maior maturidade política na gestão desses ecossistemas e que conseguia fazer chegar em nível local as recomendações e orientações internacionais.

Igualmente, os objetivos específicos foram alcançados, a saber: sinalização de como as mudanças climáticas podem impactar a biodiversidade das zonas úmidas; identificação das estratégias recomendadas pela Convenção de Ramsar aos países membros sobre ordenamento territorial com vistas à conservação da biodiversidade frente os impactos do clima; análise da ocorrência de tendências e rupturas climato-hidrológicas, evolução da paisagem (e da biodiversidade) e como tais fatores podem impactar a biodiversidade nos dois sítios estudados; identificação de como os países implementam a política internacional de Ramsar, visando compreender como este aparato lida com os desafios impostos em diferentes escalas de gestão.

O diagnóstico das tendências climato-hidrológias dos últimos 40 anos nos dois sítios, somado às dinâmicas da paisagem nas últimas três décadas, ao estado da biodiversidade e as características ecológicas das zonas úmidas, sinalizou uma urgência nas ações efetivas para a conservação destes ecossistemas. Destacam-se os seguintes resultados como indicadores de tal emergência:

i) Tanto nas zonas úmidas tropicais brasileiras, quanto nas temperadas francesas, as espécies respondem às mudanças climáticas principalmente no que concerne aos seus limites de tolerância, quantidade e variabilidade de fatores essenciais do nicho ambiental, tal qual os climato-hidrológicos, conforme apontado na primeira parte desta pesquisa.

ii) A sinergia de *feedbacks* positivos e negativos das mudanças climáticas com os vetores de pressão antrópicos resultantes do uso e ocupação do solo tem efeito potencialmente mais agressivo às zonas úmidas do que os efeitos exclusivos de cada uma das variáveis envolvidas.

iii) O aumento das séries anuais e mensais de temperatura mínima e máxima em ambos os sítios (no período de 1971 a 2011 houve, no sítio brasileiro, o acréscimo de +0.8°C e +1.2°C das séries de Tmin e de Tmax, respectivamente, da estação de Cuiabá e de +1.2°C de Tmax da estação de Cáceres; de forma igual, no sítio francês a série de Tmin aumentou 0.7°C e a de Tmáx 0.8°C), influencia, a princípio, a fenologia de populações das espécies de aves migratórias *Pandion haliaetus*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria,* e *Tringa flavipes,* no PARNA Pantanal, e de *Luscinia svecica namnetum*, *Botaurus stellaris* e *Platalea leucorodia,* na *Grande Brière*. Além disso, o aquecimento também pode beneficiar a invasão de *Limnoperna fortunei* no sítio brasileiro, e de *Procambarus clarkii* e *Ludwigia grandiflora* no sítio francês.

iv) A modificação das médias pluviométricas anuais e mensais (as quais diminuíram no PARNA principalmente nos meses de abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro com predominância de rupturas negativas na década de 90 e apresentaram um aumento não significativo na *Brière*) constituem um fator decisivo para a biota de cada um dos sítios. Na zona úmida brasileira, ela relaciona-se com tendências demográficas e o estado das comunidades de veados pantaneiros, guaxinins, capivaras e porcos selvagens; com a estrutura populacional sexual de *Caiman yacare* e com a alimentação de *Desmodus rotundus*. Na zona úmida francesa, a alteração pluviométrica influencia a reprodução das aves aquáticas e a capacidade das espécies em viver em habitats perturbados ou modificados.

v) De igual forma, a variação do nível das cotas fluviométricas nas estações das bacias hidrográficas responsáveis pelo complexo hidrológico de cada um dos sítios analisados afeta a abundancia e o comportamento reprodutivo de espécies de peixes, crustáceos, aves, répteis, mamíferos, plantas aquáticas e semi-aquáticas, os quais estão intimamente relacionados à área de abrangência e ao tempo de inundação, que regulam a disponibilidade de habitats e alimentação.

vi) No sítio brasileiro a tendência de diminuição do nível das cotas ocorreu em todos os meses de cheia, baixa e enchente e no meio e fim da vazante na estação Ilha Camargo bem como no meio e fim da vazante, fim da enchente e em todos os meses de cheia na estação Porto Cercado, ambas no rio Cuiabá, principal responsável para o aporte de água ao PARNA. No sítio francês a diminuição das cotas mensais começou em abril (fim da primavera), aconteceu em todos os meses de verão (junho a setembro) e terminou em outubro (início do outono).

vii) A modificação dos parâmetros climato-hidrológicos verificada em ambos os sítios Ramsar pode representar a alteração da amplitude das curvas dos limites inferior e superior de tolerância dos organismos a essas grandezas. O resultado esperado é a adaptação fenotípica por meio de mudanças fisiológicas e comportamentais que diferem entre espécies e entre suas fases do ciclo de vida dependendo da tolerância.

viii) Na escala da paisagem, a biodiversidade em ambos os sítios também tem sido influenciada por seis grandes tipologias comuns nas últimas décadas. São elas: o avanço da classe Solo Nu, o avanço das formações vegetais de menor complexidade estrutural (no sítio francês incluídas na classe Gramíneas e no sítio brasileiro nas subclasses Campo Erodido), a supressão de áreas de formações vegetais de maior biodiversidade (savanas arborizada e florestada, no sítio brasileiro, e a *Prairie,* no francês), a alteração das florestas (redução da Floresta de Galeria Alta e avanço da Floresta de Galeria Baixa brasileiras e avanço das florestas de *feuillus*, de coníferas e mistas de coníferas e *feuillus* na zona úmida francesa), a supressão de áreas de formações vegetais de maior umidade (redução das subclasses de Savana Parque e Formações Aluviais úmidas, muito úmidas e extremamente úmidas brasileiras e da Vegetação de *Marais* francesa) e as modificações da tipologia água (avanço das superfícies hídricas com extrema presença de sedimentos).

ix) A regressão das formações vegetais de maior complexidade representa o estado de perda de biomassa e da diversidade biológica e proporciona a redução da heterogeneidade de nichos, a limitação das redes de interações intra e interespecíficas e o desentrincamento do complexo das relações ecológicas. O resultado é a maior vulnerabilidade dos

ecossistemas às alterações por flutuação de fatores externos, incluindo as mudanças climáticas.

x) O mesmo é válido para outras áreas protegidas localizadas na região pantaneira avaliada no presente estudo, em especial o Parque Estadual do Guirá, o ESEC de Taiamã, o Parque Estadual Encontro das Águas, a RPPN Fazenda Acurizal e Fazenda Penha, a RPPN Fazenda Dorochê, a RPPN Jubran e a RPPN Estância Ecológica SESC Pantanal (sítio Ramsar) e para outras áreas protegidas localizadas na região oeste francesa, como os sítios Ramsar *Golfe du Morbihan* e *Marais Salants de Guérande et du Més*.

Considerando este cenário, a comparação dos indicadores das respostas do Brasil e da França a esses eventos, no âmbito da Convenção de Ramsar, realizada na terceira parte deste trabalho, evidenciou que ambos os países apresentam, no aspecto legal, um esforço de conservação da biodiversidade desses ecossistemas. No entanto, a França apresenta um maior amadurecimento jurídico e institucional devido a ações para integrar as políticas setoriais em função da necessidade de conservação e proteção das zonas úmidas, tendo em vista seu papel ecológico, econômico e social; devido a avaliação e revisão sistemáticas do aparato legal e institucional; e devido ao maior detalhamento das metas a serem alcançadas e os meios para tanto.

O aprimoramento se reflete no quadro político estratégico de ações de adaptação e de mitigação francês e é consumado na escala local. Na carta do parque da *Grande Brière*, por exemplo, identificou-se quais ações são previstas para a proteção dos meios úmidos, quem as executa, em qual prazo, e como tais ações se amparam na legislação nacional e internacional. Além disto a carta do parque é submetida a avaliações e revisões objetivando-se adequá-la às transformações políticas e territoriais. Com isto, observa-se um avanço na construção do instrumento de gestão e um potencial efetivo de enfrentamento das pressões e impactos apontados.

No caso brasileiro, embora o plano de manejo do sítio Ramsar cumpra as funções básicas de planejamento local de zonas úmidas (tal qual a carta da *Brière*), ele encontra-se distante das respostas dos órgãos federais, mesmo quando elas têm o cuidado em atender, em seus respectivos textos, as recomendações internacionais. Seja pela ausência de revisão do documento; pela ausência de encaminhamento técnico e político da questão; pela estrutura compartimentalizada do quadro brasileiro de instrumentos de adaptação e de mitigação; ou

ainda pelo atual modelo de gestão que demora em cumprir (atual descumprimento) as metas e os compromissos internamente, o que se observou é que no Brasil não há o avanço da concretização das ações num momento de fragilidade dos ecossistemas úmidos.

Tais constatações sobre a gestão brasileira e francesa, resultantes da organização dos indicadores no modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta, também indicam que o uso da matriz no modelo PEIR foi apropriada para responder às questões feitas inicialmente nesta tese e o resultado vai ao encontro da discussão de Collier (1993) sobre o importante papel da análise de política comparada no processo de desenvolvimento de teorias e confirmação ou refutação de hipóteses sobre formas particulares do sistema político. Segundo Mello et al (2010, p.197), "a dimensão comparativa permite passar do singular ao universal por meio de uma abordagem generalizadora", desta forma, três lições da gestão francesa de zonas úmidas devem ser consideradas pelos gestores brasileiros: i) a existência jurídica desses ecossistemas; ii) a integração entre as políticas (com atenção especial às políticas agrícolas e de planejamento urbano); e iii) a obrigatoriedade na avaliação e revisão sistemática de seus instrumentos, buscando concretizar a integração entre políticas e instituições executoras.

Ao reconhecer juridicamente as zonas úmidas, estas passam a ser delimitadas como um território, reconhecendo-se suas especificações geográficas, ecológicas, econômicas e sociais. Isto também contribuiria para a viabilização institucional de proteção desses ecossistemas, inclusive com a constituição de um corpo profissional técnico especializado. Tal estratégia poderia ser iniciada com as zonas úmidas inventariadas no mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira, publicado em 2007 (Portaria Ministerial nº 9 de 23/01/2007), e posteriormente revista e ampliada.

Uma vez estabelecidas juridicamente, essas zonas devem ser geridas de forma integrada com outros domínios e setores. No caso francês, houve uma preocupação em discutir as ações de proteção das zonas úmidas relacionando-as com as políticas agrícolas, em especial a agricultura sustentável, e com o planejamento urbano, entre outros setores. Em âmbito nacional, o país promoveu uma reforma com as leis *Grenelle* 1 e 2, buscando evitar a setorialização da política de meio ambiente. Este poderia ser o primeiro passo para o Brasil, que poderia reabrir as discussões sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, de 1981 modificada em 1990 pós Constituição, em decorrencia da estrutura ministerial e novas funçoes, e que vem perdendo espaço à medida que outras políticas setoriais (biodiversidade, clima, SNUC, etc) vem surgindo. No âmbito local, o diálogo entre a conservação da

biodiversidade e as atividades agrícolas, por exemplo, exigem a mudança de paradigma sobre a ideia brasileira de expansão de fronteiras para aproveitar o território, como discutem Dean (1996) e Mello (2006), e reforçado com a aprovação do Código Florestal na arena política, em 2012. Seria preciso pensar em territórios compartilhados, com múltiplos usos, segundo suas potencialidades.

A terceira lição se relaciona com as duas anteriores, e diz respeito a urgência no estabelecimento de uma cultura e uma prática de gestão de políticas públicas baseada na avaliação e revisão sistemática dos instrumentos políticos e de gestão. A setorialização das políticas dificulta a criação de meios institucionais e técnicos para viabilizar tais avaliações e revisões, no entanto, elas são urgentes tendo em vista as transformações no território, potencializadas pelas mudanças climato-hidrológicas, conforme apontado anteriormente. Não é possível responder de maneira efetiva e eficaz sem instrumentos preparados para a complexidade do cenário encontrado. No caso do PARNA Pantanal, por exemplo, a unidade de conservação tem um plano de manejo bem elaborado, porém que não é objetivo no que se refere às respostas às pressões e impactos existentes naquele território. Ao pensar em projeções a partir dos dados apresentados nos capítulos 3 e 4, acredita-se que tal instrumento de planejamento não seja capaz de atender as demandas vindouras. É preciso cumprir a lei, avaliá-lo e revisá-lo, portanto.

Outro ponto de reflexão resultante desta tese se refere à capacidade da Convenção de Ramsar em orientar e recomendar ações adequadas e exequíveis às partes contratantes para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas e para o enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas. A análise documental das recomendações apontou um conjunto de orientações que visam sinalizar às partes sobre o grau de complexidade deste tema, a urgência da aplicação de instrumentos de gestão integrados em diferentes setores e escalas nas tomadas de decisão e ainda em auxiliar a implantação de medidas de avaliação. A Convenção mune cada uma das nações de um arcabouço técnico para os três momentos do processo decisório: sistematização da questão, esclarecimento de estratégias e o prognóstico das consequências da decisão tomada.

Desde o início da década de 90, foram acordadas internacionalmente 16 resoluções/recomendações com orientações específicas sobre esta problemática, todavia, apesar das solicitações e das orientações do tratado, sua força depende de como os países vão implementá-lo nas políticas nacionais e de que maneira as orientações acordadas internacionalmente são aplicadas no nível local. No caso da França, por exemplo, as

orientações foram consideradas na revisão do seu arcabouço político, sendo inclusive alvo de estratégias específicas previstas na última edição do plano nacional em favor dos meios úmidos. Já o Brasil, ainda que tenha mencionado a convenção no Plano Nacional de Áreas Protegidas, não a utiliza como meio de integração para suas políticas e foi enfático no relatório para a COP11 em afirmar que não tem interesse de criar instrumentos específicos para as zonas úmidas. Além disto, no Encontro das Partes, em 2012, na Romênia, o Itamaraty, sem informar os representantes do Ministério do Meio Ambiente que estavam presentes, afirmou que o Brasil não concordaria em alterar a política de clima para inserir as zonas úmidas, uma vez que o compromisso dela era com o Protocolo de Kyoto.

Tal postura do Brasil instiga reflexões que merecem estudos futuros específicos. Por exemplo: ao se tornar signatário de um acordo internacional, como deve ocorrer, em âmbito nacional, o diálogo entre os diferentes setores do governo para viabilizar as recomendações propostas? Qual a relação entre o Ministério das Relações Exteriores e o Ministério do Meio Ambiente em debates internacionais? Quais os impactos deste descompasso entre tais setores do governo e como equacioná-lo? E por fim, para qual direção caminha, politicamente, o Brasil no cenário ambiental internacional?

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A.N. *Brasil, paisagens de exceção: o litoral eo Pantanal Mato-grossense, patrimônios básicos*, v.2, Ateliê Editorial, 2006, 187p.

ACREMAN, M.C.; BLAKE, R.; BOOKER, D.J.; HARDING, R.J.; REYNARD, N.; MOUNTFORD, J.O.; STRATFORD, C. J. A simple framework for evaluating regional wetland ecohydrological response to climate change with case studies from Great Britain. *Ecohydrology*. v.2, p.1-17, 2009.

ADAMOLI, J. A dinâmica das inundações no Pantanal. In*: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal*, v.1, 1986.

ALBER, A.; PIEGAY, H. Spatial disaggregation and aggregation procedures for characterizing fluvial features at the network-scale: Application to the Rhône basin (France). *Geomorphology*, n.125, 2011, p.343-360.

ALHO, C.J.R.; CAMPOS, Z.M.S.; GONCALVES, H.C. Ecologia de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*, Rodentia) do Pantanal: Atividade, sazonalidade, uso do espaço e manejo. *Rev. Bras. Biol*, v.47, p.99–110, 1987.

ALHO, C.J.R.; LACHER, T.E.; CAMPOS, Z.M.S. Mamíferos da fazenda Nhumirim, sub-região de Nhecolândia, Pantanal do Mato Grosso do Sul: Levantamento preliminar de espécies. *Rev. Bras. Biol*, v.48, p.213–225, 1988b.

ALMEIDA, F.F.M. de; LIMA, M.A. de. Planalto centro-ocidental e Pantanal mato-grossense. Guia de excursão nº 1. In: *Congresso Internacional de Geografia*, v.18, 1959.

ALVES, E.D.L; PRADO, M.F.; SPECIAN, V. Análise da variabilidade climática da precipitação pluvial em Barra do Garças, Mato Grosso. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v.2, n.2, p.512-523, 2011.

AMARAL, D.L.; FONZAR, B.C. *Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - Projeto RADAMBRASIL*, p.401-452, 1982.

AMARAL, T.C.; MIRRE, R.C.; YOKOYMA, L.; PESSOA, F.L. Valoração econômica dos impactos ambientais em cenários de reutilização hídrica na indústria. In: *VIII Congresso brasileiro de engenharia química em iniciação cientifica,* 2009.

ARAGÓN, P.; LOBO, J.M.; OLALLA-TÁRRAGA, M.A.; RODRÍGUEZ, M.A. The contribution of contemporary climate to ectothermic and endothermic vertebrate distributions in a glacial refuge. *Global Ecology and Biogeography*, n.19, p.40–49, 2010.

BACHELARD, G., *Le nouvel esprit scientifique, PUF "Quadrige*" n.47, 1992.

BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. *Pesq. agropec. bras*, v.36, n.5, p.717-726, 2001.

BAILLY, D.; AGOSTINHO, A.A.; SUZUKI, H.I. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiaba river, upper Pantanal, Brazil. *River. Res. Applic*, v.24, p.1218–1229, 2008.

BARCELLOS, F.C.; CARVALHO, P.G.M. de; De CARLO, S. *Contabilizando a sustentabilidade: principais abordagens*. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Estatísticas Econômicas e de Classificações, 2010. 48p.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1997, 176 p.

BATES, B.C.; KUNDZEWICZ, Z.W.; WU, S.; PALUTIKOF, J.P. (Eds). *Climate Change and Water*. IPCC Technical Paper VI. IPCC Secretariat, Geneva, 2008, 210 p.

BAYLEY, P.B. Aquatic Environments in the Amazon Basin, with an analysis of carbon sources, fish production, and yield. In: DODGE, D.P. (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Science*, v.106, p.399-408, 1989.

BECKER, H. *Les ficelles du métier : comment conduire sa recherche en sciences sociales*, Paris : La Découverte (Repères), 2002.

BELL, J. D., JOHNSON, J. E., & HOBDAY, A. J. *Vulnerability of tropical pacific fisheries and aquaculture to climate change*. SPC FAME Digital Library, 2011.

BELLARD, C.; BERTELSMEIER, C.; LEADLEY, P.; THUILLER, W.; CORCHAMP, F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, v.15, p.365–377, 2012.

BENNETT, A. Case Study Methods: Design, Use, and Comparative Advantages. *In*: SPRINZ, D. F. & WOLINSKY-NAHMIAS, Y. (eds.). *Models, Numbers, and Cases: Methods for Studying International Relations*. Ann Arbor: University of Michigan, 2004.

BERNARD, J.Y.; BONNET, P.; HEDIN, J. *Faune et flore des marais brierons : végétation, mammifères, oiseaux*. Saint Lyphard : PNRB, 2010.

BERRY, P.M.; DAWSON, T.P.; HARRISON, P.A.; PEARSON, R,; BUTT, N. The sensitivity and vulnerability of terrestrial habitats and species in Britain and Ireland to climate change. *J. Nat. Conserv*, v.11, p.15–23, 2003.

BIUDES, M.S.; CAMPELO JÚNIOR, J.H. NOGUEIRA, J.S.; SANCHES, L. Estimativa do balanço de energia em cambarazal e pastagem no norte do Pantanal pelo método da razão de Bowen. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.24, n.2, p.135-143, 2009.

BLAIN, G.C.; PICOLI, M.C.A.; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. *Bragantia*, v.68, n.3, p.807-815, 2009.

BLANKEN, P.D.; BLACK, T.A.; YANG, P.C.; NEUMANN, H.H.; NESIC, Z.; STAEBLER, R.; DEN HARTOG, G.; NOVAK, M.D.; LEE, X. Energy balance and canopy conductance of a boreal aspen forest: partitioning overstory and understory components. *Journal of Geophysical Research*, v.02, n.24, p.28915-28927, 1997.

BLAUSTEIN, A.R. ; BELDEN, L.K. ; OLSON, D.H.; GREEN, D.M.; ROOT, T.L.; KIESECKER, J.M. Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology*, v.15, n.6, p.1804-1809, 2001.

BOBBINK, R.; BELTMAN, B.; VERHOEVEN. J.T.A.; WHIGHAM D.F. *Wetlands: functioning, biodiversity,conservation and restoration*. Berlin: Springer. 2006, 315p.

BONN, F. ; ROCHON, G. *Précis de télédétection – Principes et méthodes*. v.1. Québec: Presses de l'Université du Québec, 1996.485p.

BOSH, J.; CARRASCAL, L.M. ; DURAN, L. ; WALKER, S. ; FISHER, M.C. Climate change and outbreaks of amphibian chytridiomycosis in a montane área of Central Spain, is there a link? *Proc. R. Soc. B*, v.274, p.253–260, 2007.

BOULET, A. Maintenir et valoriser les habitats naturels prairiaux des marais du Parc naturel régional de Brière par l'élevage extensif. *Fourrages*, n.189, p.51-64, 2007.

BRASIL. *Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.*

BRASIL. *Decreto nº 5.377 de 23 de fevereiro de 2005. Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM.*

BRASIL. *Decreto nº 5.758 de 2006. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, 2006.*

BRASIL. *Decreto nº 86.392, de 24 de Setembro de 1981*. Diário Oficial da União - Seção 1 de 25/09/1981.

BRASIL. *Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências*.

BRASIL. *Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.*

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.*

BRASIL. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências*.

BRASIL. *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.*

BRASIL. *Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.*

BRASIL. *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.*

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono).* Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

BRESHEARS, D.D., HUXMAN, T. E., ADAMS, H.D., ZOU, C. B. & DAVISON, J. E. 2008 Vegetation synchronously leans upslope as climate warms. *Proceedings of the National Academy of Science*, n.105, v.33, p.11591-11592, 2008.

BRINSON, M.M.; MALVAREZ, A.I. Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. *Environmental Conservation* n. 29, v.2, 2002. p. 115–133.

BUCKERIDGE, M.S. Mudanças climáticas, biodiversidade e sociedade: como a teoria de redes pode ajudar a compreender o presente e planejar o futuro? *Revista Multiciência*. n.8, p.88-107, 2007

BUTLER, C.J. The disproportionate effect of global warming on the arrival dates of short-distance migratory birds in North America *Ibis*, n.145, p. 484–495, 2003.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A. *Alterações limnológicas no rio Paraguai ("dequada") e o fenômeno de mortandade de peixes no Pantanal Mato-Grossense – MS.* Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1996, 48p.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.6, n.1, p.71-82, 2001.

CALOZ, R.; COLLET, C. *Précis de télédétection – traitements numériques d'images de télédétection*. v.3. Québec: Presses de l'Université du Québec, 2001, 386p.

CAMPOS, F.V. de. *Retrato de Mato Grosso*. São Paulo: Brasil-Oeste, 1969.

CAMPOS, Z.M.S. *Efeito do Habitat na Fecundidade das Fêmeas, Sobrevivência e Razão Sexual dos Jovens de Jacarés-do-Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 22p.

CAMPOS, Z.M.S. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of Caiman crocodilus yacare in the Pantanal, *Brazil. J. Herpetol,* v.27, n.2, p.127-132, 1993.

CAMPOS, Z.M.S. Fecundidade das fêmeas, sobrevivência dos ovos e razão sexual de filhotes recém-eclodidos de *Caiman crocodilus yacare* (Crocodilia, Alligatoridae) no Pantanal, Brasil. *Dissertação de Mestrado*, 1991, 61p.

CARDOSO-SILVA, S.; FERREIRA, T.; POMPÊO, M.L.M. Diretiva Quadro d'Água: uma revisão crítica e a possibilidade de aplicação ao Brasil. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.1, p.39-58, 2013.

CARPENTER, S.R. ; FISHER, S.G. ; GRIMM, N.B.; KITCHELL, J.F. Global change and freshwater ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Syst*. n.23, p.119-139, 1992.

CASATTI, L. Changes in the Brazilian Forest Code: potential impacts on the ichthyofauna. *Biota Neotrop*, v.10, n.4, p.31-34, 2010.

CASTELLANI, E.D. Caracterização e germinação de sementes de *Trema micranta* (L.) Blume. Jaboticabal: Universidade Estadual de São Paulo, 1996. 124p. *Dissertação Mestrado,* Universidade Estadual de São Paulo, 1996.

CATELLA, A.C. Estrutura da comunidade e alimentação dos peixes da Baía da Onça, uma lagoa do Pantanal do rio Aquidauana. *Dissertação Mestrado*, Universidade Estadual de Campinas, 1992, 215p.

CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CDB). *Convenção sobre diversidade biológica.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente,1992.

CHURCH J.A.; WHITE N.J. Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century. *Surveys in Geophysics,* v.32, p.585–602, 2011.

CINTRA, R. Pantanal de Poconé. In: Valente, R.M., Silva, J.M.C., Straube, F.C. Nascimento, J.L.X. (Ed.), *Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil*. Belém: Conservação Internacional, p.193-198, 2011.

CLARKE, R.T.; TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. Variabilidade temporal no regime hidrológico da bacia do rio Paraguai. *Revista brasileira de recursos hídricos*. v.8, n.1, p.201-211, 2003.

CLELAND, E.E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H.A.; SCHWARTZ, M.D. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*, n.22, 357–365, 2007.

COLLIER, D. The Comparative Method. In: Finifter, ADA W. *Political science: The state of the discipline II*, Washington: APSA, 1993, pp. 105-119.

COLLINS, J. P.; CRUMP, M. L. *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press, New York, NY, USA., 2009, 304p.

COLOMBO, A.F.; JOLY, C. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Braz J Biol*, n.70, v.3, p.697-708, 2010.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso Futuro Comum*. New York: ONU, 1987.

COMMUNAUTE EUROPEENNE (CE). *Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*.

COMMUNAUTE EUROPEENNE (CE). *Directive 2008/56/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre stratégie pour le milieu marin)*.

COMMUNAUTE EUROPEENNE (CE). *Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages.*

COMMUNAUTE EUROPEENNE (CE). *Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.*

CONTI, J.B. A questão climática do Nordeste brasileiro e os processos de desertificação. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.1, n.1, p.7-14, 2005.

CORDIVIOLA DE YUAN, E. Fish populations of lentic environments of the Parana River. *Hydrobiologia*, v.237, p.159-173, 1992.

CORREIA, F. N. Algumas reflexões sobre os mecanismos de gestão de recursos hídricos e a experiência da União Europeia. *Rega*, v.2 n.2, p. 5-16, 2005

COSTA, T.R.N.; CARNAVAL, A.C.O.Q.; TOLEDO, L;T; Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. *Revista da Biologia*, n.8, p.33-37, 2012.

COSTANZA, R. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, v.141, n.2, p.350-352, 2008.

COTTON, P.A. Avian migration phenology and global climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, n.100, p.12219–12222, 2003.

CRICK, H.Q.P.; DUDLEY, C.; GLUE, D.E.; THOMSON, D.L. UK birds are laying eggs earlier. *Nature*, n.388, v.6642, p.526-526, 1997.

CRISPIM, S.A.M.; CARDOSO, E.L.; SANTOS, S.A.; SORIANO, B.M.A.; BRANCO, O.D. *Efeito da Cheia Fluvial na Dinâmica das Pastagens, Pantanal da Nhecolândia, MS*. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2006, 5p.

CROSIER, D.M.; MOLLOY, D.P.; RICCIARDI, A.; BOEGER, W.A. *Limnoperna fotunei – Golden Mussel*, 2007. Disponível em: <http://el.erdc.usace.army.mil/ansrp/ANSIS/html/limnoperna_fotunei_golden_mussel.htm>.

CUCHEROUSSET, J. *Caractérisation spatio-temporelle du peuplement piscicole et fonctionnement des populations de deux espèces exploitées Anguilla anguilla et Esox lucius dans les Marais du Brivet*. Synthèse du rapport final, 2007, 25p.

CUNHA, F.G.; PINTO, C.R.C.; MARTINS, S.R.; CASTILHOS JR, A.B. Princípio da precaução no Brasil após a Rio-92: impacto ambiental e saúde humana. *Ambiente & Sociedade*, v.16, n.3, p.65-82, 2013.

DAUFRESNE M.; ROGER, M.C.; CAPRA H.; LAMOUROUX, N. Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the upper Rhône river: effects of climatic factors. *Global Change Biology*, n.10, p.124-140, 2003.

DAVIS, M.B.; SHAW, R.G. Range Shifts and Adaptive Responses to Quaternary Climate Change. *Science*, v.292, p.673-679, 2001.

DAVIS, S.M.; LANDGREBE, D.A.; PHILLIPS, T.L.; SWAIN, P.H.; HOFFER, R.M.; LINDENLAUB, J.C.; SILVA, L.;F. *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, McGraw-Hill International Book Co., 1978. 405 p.

DAWSON, T.P.; JACKSON, S.T.; HOUSE, J.I.; PRENTICE, I.C.; MACE, G.M. Beyond Predictions: Biodiversity Conservation in a Changing Climate. *Science*, v.332, p.53-58, 2011.

DE GROOT, R.D. ; STUIP, M. ; FINLAYSON, M. ; DAVIDSON, N. *Évaluation des zones humides, Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides*. Rapport technique Ramsar n.3, Série des publications techniques de la CDB n.27, 2007, 60p.

DEAN, W. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. 1.ed. São Paulo: Cia. das Letras, 1996, 484 p.

DEBORTOLI, N.; DUBREUIL, V.; HEINKE, C.; RODRIGUES FILHO, S. Tendances et ruptures des séries pluviométriques dans la région méridionale de l'Amazonie brésilienne. *Actes du 25e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, p. 201-206, 2012.

DELAHAYE, F. Analyse comparative des différents produits satellitaires d'estimation des précipitations pour une meilleure gestion des ressources en eau en Amazonie brésilienne. *Tese de doutorado*, Université de Rennes 2, 2013, 228p.

DEMANGEOT J. *Tropicalité, géographie physique intertropicale*. Paris : A. Colin, 1999, 340p.

DENELLE N.; DOMMEE B.; BOMPAR J.L. Changements de sexe et polymorphisme sexuel chez *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. (Thymelaeaceae) = Sex changes and sexual polymorphism in *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl (Thymelaeaceae). *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, v.304, n.15, p.407-411, 1987.

DESBIEZ, A.L.J.; BODMER, R.E.; TOMAS, W.M. Mammalian Densities in a Neotropical Wetland Subject to Extreme Climatic Events. *Biotropica,* v.42, n.3, p.372–378, 2010.

DESBIEZ, A.L.J.; SANTOS, S.A.; KEUROGHLIAN, A.; BODMER, R.E. Niche partitioning among white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*), collared peccaries (*Pecari tajacu*), and feral pigs (*Sus scrofa*). *J. Mammal*, v.90, p.119–128, 2009.

DIEGUES, A.C. *Povos e águas: inventário de áreas úmidas brasileiras*. São Paulo: NUPAUB-USP, 2002, 597p.

DINIZ-FILHO, J.A.F. et al. Biogeografia da conservação e mudanças climáticas no cerrado brasileiro. *Natureza e Conservação*, v.7, n.2, p.8-18, 2009.

DRAVANCHE, A. Suivi de la gestion des zones humides camarguaises par télédétection en référence à leur intérêt avifaunistique. *Tese de doutorado, Université de Provence*, 2006, 257p.

DUBREUIL, V. Climats et pionniers du Mato Grosso : apport des données satellitaires et de la modélisation pour le suivi des interactions nature/société dans une région de front pionnier de l'Amazonie brésilienne. *Dossier pour l'habilitation à diriger des recherches*, Université de Rennes2, 2008, 230p.

DUBREUIL, V. Climats et pionniers du Mato Grosso : apport des données satellitaires et de la modélisation pour le suivi des interactions nature/société dans une région de front pionnier de l'Amazonie brésilienne. *Dossier pour l'habilitation à diriger des recherches, Université de Rennes 2*, 2008, 230p.

DUBREUIL, V. Un risque climatique à géographie variable : la sécheresse dans la France de l'ouest. In : Lamarre, D. (Ed). *Les risques climatiques*, Paris : Belin-Sup, p.147-173, 2005.

DUBREUIL, V.; DEBORTOLI, N.; FUNATSU, B.; NÉDÉLEC, V.; DURIEUX, L. Impact of land-cover change in the Southern Amazonia climate: a case study for the region of Alta Floresta, Mato Grosso, Brazil. *Environmental monitoring and assessment*. n.184, v.2, p.877-891, 2012a.

DUBREUIL, V.; PLANCHON, O. ; LAMY, C. ; BONNARDOT, V. ; QUENOL, H. Le changement climatique dans la France de l´ouest : observations et tendances. In : MEROT P., DUBREUIL V., DELAHAYE D., DESNOS P. *Le changement climatique dans l´ouest, Evaluation, Impacts, Perceptions.* Rennes : Presses Universitaires de Rennes, p.19-30, 2012b.

DUPONT, P. Un problème prioritaire en Brière : l'envahissement par le roseau et quelques autres plantes sociales. *Archives Scientifiques du Parc,* n.2, p.50-53, 1971.

EDENHAMN, P. ; HOGGREN, M. ; CARLSON, A. Genetic diversity and fitness in peripheral and central populations of the European tree frog *Hyla arborea*. *Hereditas*, v.133, p.115-122, 2000 .

ESPINA, S.; HERRERA, F.D.; BUCKLE, F.R. Preferred and avoided temperatures in the crawfish *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae). *J. Therm. Biol*, v.18, n.1, p.35-39, 1993.

EUFRANCE. *Dispositifs - d'outils pour aider à préserver les zones humides*, 2014. Disponível em : < http://www.zones-humides.eaufrance.fr>. Acesso em xxx2014.

EWEL, K.C. Introduction – How Do Wetlands Fail? In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. *Biodiversity in wetlands: assessment, functions and conservation*. v.1. Leiden: Backhuys Publishers. p.629-642, 2009.

FARIA, C.A.P. A política de avaliação de políticas públicas. *Revista brasileira de ciências sociais*. n.20, v.59, 2005. p. 97-109.

FARRIER, D.; TUCKER, L. Wise use of wetlands under the Ramsar Convention: A challenge for meaningful implementation of international law. *Journal of Environmental Law*, n.12, v.1, p.21-42, 2000

FAVA, W.S. *Attalea phalerata* e *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): fenologia e ecologia da polinizaçao no Pantanal, Brasil. *Dissertação de mestrado*, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2010, 45p.

FERRARI, A.L.; VECCHIA, F.A.S.; COLABONE, R.O. Tendência e variabilidade anuais da temperatura e da pluviosidade em Pirassununga-SP. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.10, p.30-46, 2012.

FIELD, C.B.; BARROS, V.R.; DOKKRN, D.J.; MACH, K.J; MASTRANDREA, M.D.; BILIR, T.E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K.L.; ESTRADA, Y.O.; GENOVA, R.C.; GIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A.N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P.R.; WHITE, L.L. (Eds). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press, 2014, 1132 p.

FINLAYSON, C.M. Forty years of wetland conservation and wise use. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, n.22, p.139-143, 2012.

FINLAYSON, M.; DAVIDSON, N.; PRITCHARD, D.; MILTON, G.R.; MACKAY, H. The Ramsar Convention and Ecosystem-Based Approaches to the Wise Use and Sustainable Development of Wetlands. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, n.14, p.176-798, 2011.

FLOWERS, T.J.; TROKE, P.F.; YEO, A.R. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual review plant physiology*, n.28, p.89-121, 1977.

FRANCE. MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT. *Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020*. Paris : Citizen Press, 2011, 59p.

FRANÇA. *Relatório Nacional enviado ao Secretariado da Convenção de Ramsar para a Nona Conferencia das Partes*, 2005, 110p.

FRANCE. *Évaluation du Plan national d'action pour les zones humides 2010-2013 (PNZH)*. Conseil Général de l´Environnement et du Développement Durable. Paris, 2013.

FRANCE. *Les zones humides – Rapport d´évaluation*. Paris : La documentation française, 1994

FRANCE. *Loi n° 2005-157 du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux.*

FRANCE. *Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.*

FRANCE. *Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.*

FRANCE. *Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.*

FRANCE. *Loi n° 86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral.*

FRANCE. *Plan national d'action en faveur des zones humides 2010-2012. Paris : Ministère de l´écologie, de l´énergie, du développement durable et de la mer*, 2010.

FRAZIER, S. *Ramsar sites overview: a synopsis of the world's wetlands of international importance*. 1999, 48p.

FREEMAN, E. *Comparative Politics*. London: Macmillan. p. 1-19, 1873.

FREITAS, S.R; LONGO, K.M.; DIAS, M.A.F.S.; DIAS, P.L.S. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. *Estudos Avançados*, n.19, v.53, p.167-185, 2005.

GALETTI, M. ; PARDINI, R.; DUARTE, J.M.B.; SILVA, V.M.F.; ROSSI, A.; PERES, C.A. Forest legislative changes and their impacts on mammal ecology and diversity in Brazil. *Biota Neotrop*, v.10, n.4, p.47-52, 2010.

GAO, B.C. NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sens. Environ*, n.58, p.257-266, 1996.

GARCIA, C.E.A.; CASTRO, R.L.H. Análise da frequência de chuva no Pantanal mato-grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.9, n.21, 1986.

GARDNER, R.C., DAVIDSON, N.C. The Ramsar Convention, in LePage, B.A. (edit), *Wetlands: Integrating Multidisciplinary Concepts*, Edit. Springer, Dordrecht:189–203, 2011.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. Saison sèche et indice xérothermique, *Université de Toulouse*, Faculté des Sciences, v.88, p.193-240, 1953.

GHERARDI, F.; COIGNET, A. ; SOUTY-GROSSET, C. ; SPIGOLI, D.; AQUINOLI, L. Climate warming and the agonistic behaviour of invasive crayfishes in Europe. *Freshwater Biology*, v.58, p.1958–1967, 2013.

GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 1987.

GILBERT, G.; TYLER, G.A. ; DUNN, C.J. ; RATCLIFFE, N. ; SMITH, K.W. The influence of habitat management on the breeding success of the Great Bittern *Botaurus stellaris* in Britain. *Ibis*, v.149, p.53–66, 2007.

GIRARD, M.C. ; GIRARD, C. *Traitement des données de télédétéction*. Paris : Dunod, 1999. 529p.

GITAY H., BROWN, S., EASTERLING, W., JALLOW, B. Ecosystems and their goods and services, in: *Climate Change 2001 – impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the Third assessment report of the intergovernamental panel of climate change (IPCC)*, Cambridge: Cambridge University Press, p.237-342, 2001.

GITAY, H. ; FINLAYSON, C.M. ; DAVIDSON, N. A Framework for assessing the vulnerability of wetlands to climate change. *Ramsar Technical Report No. 5/CBD Technical Series*, n.57. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland & Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada, 2011, 26p.

GITAY, H.; SUAREZ, A.; WATSON, R.T.; DOKKEN, D. (Eds.). Climate Change and Biodiversity. *IPCC Technical Paper V*. WMO/UNEP, Geneva, 2002.

GOMES, F.J.D.; SANCHES, L.; ALVES, M.C.;NOGUEIRA, M.C.J.A.; NOGUEIRA, J.S. The Relationship between Meteorological Variables and Clearness Index for Four Urban/Suburban Areas of Brazilian Cities. *Journal of Environmental Science and Engineering*. p.890-900, 2012.

GOND, V. ; BARTHOLOMÉ, E. ; OUTTARA, F. ; NONGUIERMA, A. ; BADO, L. Surveillance et cartographie des plans d'eau et des zones humides et inondables en re´gions arides avec l'instrument VEGETATION embarque´ sur SPOT-4. INT. *J. Remote Sensing*, v.25, n.5, p.987–1004, 2004.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysicae, Berlin*, v.4, n.4, p.385-400, 1986.

GOPAL, B. Biodiversity in wetlands: an introduction. In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. *Biodiversity in wetlands: assessment, functions and conservation*. v.1. Leiden: Backhuys Publishers. p.65-95, 2009.

GOPAL, B.; JUNK, W.J. Biodiversity in Wetlands: an introduction. In: GOPAL, B.; JUNK, W.J.; DAVIS, J.A. *Biodiversity in Wetlands: assessment, function and conservation*. v.1. Leiden: Blackhuys publitions. p.1-10, 2000.

GORDO, O.; BROTONS, L.; FERRER, X.; COMAS, P. Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans- Saharan migrant birds? *Global Change Biology*. n.11, p.12–21, 2005.

GOSSELINK, J.G.; MALTBY, E. Wetland losses and gains. In: Williams, M. (ed.), *Wetlands: A threatened landscape*. Blackwell: Oxford, p.296-322, 1990.

GOUZEE, N.; MAIJIN, B.; BILLHARZ, S. *Indicators of sustainable development for decision-making*. Brussels: Federal Planning Office of Belgium, 1995.

GRADELA, F.S. Aspectos da Dinâmica Hidroclimática da Lagoa Salina do Meio Na Fazenda Nhumirim e seu Entorno, Pantanal da Nhecolândia, MS - Brasil. *Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*, UFMS/CPAQ. Aquidauana, Brasil, 2008, 76p.

GRANDIS, A.; GODOI, S.; BUCKERIDGE, M.S. Respostas fisiológicas de plantas amazônicas de regiões alagadas às mudanças climáticas globais. *Revista Brasil. Bot*., v.33, n.1, p.1-12, 2010.

GREENWAY, H. MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annual review of plant physiology, n.31, p.149-190, 1980.

GRIFFIN, P. *The Ramsar Convention: A new window for environmental diplomacy?* Institute for Environmental Diplomacy & Security. 2012, 96p

GUIHENEUF B. (2004) : *"La Brière aujourd'hui", La Brière Pays d'entre terre et mer*, Hengoun éditions, 148-155.

GUILLAUMET, J.L. ; LAQUES, A.E. ; LÉNA, P. ; ROBERT, P. *La spatialisation de la biodiversité – pour la gestion durable des territoires*, 2009, 128p.

GUILLAUMET, J.L. ; LAQUES, A.E. ; LÉNA, P. ; ROBERT, P. *La spatialisation de la biodiversité – pour la gestion durable des territoires*, 2009, 128p.

HALLS, A.J. *Wetlands, biodiversity and the Ramsar convention: the role of the convention on wetlands in the conservation and wise use of biodiversity*. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland, 1997.

HAMILTON, S.K. Hydrological controls of ecological structure and function in the Pantanal Wetland (Brazil). In: *The Ecohydrology of South American Rivers and Wetlands: International Association of Hydrological Sciences,* v.6, p.133-158, 2002.

HANSKI, I.A.; GILPIN, M.E. *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. Academic Press, San Diego-London, 1971.

HEINO, J.; VIRKKALA, R.; TOIVONEN, H. Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews,* v.84, p. 39-54, 2009.

HOBBS, H.H.; JASS, J.P.; HUNER, J.V. A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two North American species (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, n.56, p.299–316, 1989.

HOFFMANN, A.A.; SGRO, C.M. Climate change and evolutionary adaption. *Nature*, v.470, p.479-485, 2011.

HOFMANN, G. S. Relações entre a temperatura do ar e a estrutura de formações vegetais no norte do Pantanal de Mato Grosso. *Dissertação de mestrado*, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, 2008.

HOUGHTON, J.T.; CALLANDER, B.A.; VARNEY, S.K. *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment - Report prepared for*

Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I combined with Supporting Scientific Material. Cambridge: Cambridge University Press, 1992, 218p.

HOUGHTON, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P.J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C.A. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. *Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 881p.

HOUGHTON, J.T.; JENKINS, G.J.; EPHRAUMS, J.J. (Eds.). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment - Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group I.* Cambridge: Cambridge University Press, 1990, 410p.

HOUGHTON, J.T.; MEIRA FILHO, L.G.; CALLANDER, B.A.; HARRIS, N.; KATTENBERG, A.; MASKELL, K. *Climate Change 1995 - The Science of Climate Change. Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press, 1996, 573p.

HOUGHTON, J.T.; MEIRA FILHO, L.G.; CALLANDER, B.A.; HARRIS, N.; KATTENBERG, A.; MASKELL, K. *Climate Change 1995 - The Science of Climate Change. Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press, 1996, 573p.

HU, J.H.; HU, H.J.; JIANG, Z.G. The impacts of climate change on the wintering distribution of an endangered migratory bird. *Oecologia*, v.164, p.555-565, 2010.

HUETING, R.; REIJNDERS, L.; BOER, B.D.; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics*, n. 25, v. 1, p.31-5, 1998.

IGLESIAS, M.E.D.; GÓMEZ, A.M.M. *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso*. ACIMED, Ciudad de La Habana, v.12, n.2, p. 1-5, 2004.

INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL (IGN), 2013 Disponível em <http://professionnels.ign.fr/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Manual técnico da vegetação brasileira*, v.2, 2012, 275p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Mapa de Vegetação do Brasil*, 1992. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_sipam.php>. Acesso em 25/09/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Plano de Manejo Parque Nacional do Pantanal Matogrossense*, 2003, 543p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Roteiro metodológico de planejamento: parque nacional, reserva biológica, estação ecológica*. Ministério do Meio Ambiente, 2002, 136p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). *Planos de Manejo*. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/planos-de-manejo.html>.

JAMES, P.M., 2007. An objective classification for Hess and Brezowsky Grosswetterlagen over Europe. *Theoretical and Applied Climatology*, 88, 17-42

JESUS, E.F.R. Algumas reflexões teórico conceituais na climatologia geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. *GeoTextos*, v.4, n.1 e 2, p.165-187, 2008.

JOHNSTON, I.A.; BENNET, A.F. *Animals and temperature – phenotypic and evolutionary adaptation.* Cambridge University Press: Cambridge, 1996, 419p.

JOHNSTON, I.A.; BENNET, A.F. *Animals and temperature – phenotypic and evolutionary adaptation.* Cambridge University Press: Cambridge, 1996, 419p.

JONES, T.; CRESSWELL, W. The phenology mismatch hypothesis: are declines of migrant birds linked to uneven global climate change? *Journal of Animal Ecology*. n.79, p.98–108, 2010.

JONZEN, N.; HEDENSTROM, A.; LUNDBERG, P. Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Proceedings of the Royal Society of London*. Series B: Biological Sciences, n.274, p.269–274, 2007.

JONZEN, N.; LINDEN, A.; ERGON, T.; KNUDSEN, E.; VIK, J.O.; RUBOLINI, D.; PIACENTINI, D.; BRINCH, C.; SPINA, F.; KARLSSON, L.; STERVANDER, M.; ANDERSSON, A.; WALDENSTROM, J.; LEHIKOINEN, A.; EDVARDSEN, E.; SOLVANG, R.; STENSETH, N.C. Rapid advance of spring arrival dates in long distance migratory birds. *Science*. n.312, p.1959–1961, 2006.

JUNK, W.P.; BAYLEY, P.B. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P., ed. Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Science,* v.106, p.110-127, 1989.

KEARNEY, M.; PORTER, W.P.; WILIAMS, C.; RITCHIE, S.; HOFFMANN, A.A. Integrating biophysical models and evolutionary theory to predict climatic impacts on species' ranges: the dengue mosquito *Aedes aegypti* in Australia. *Functional Ecology*. n.23, p.528–538, 2009.

KELLER, J.K.; WHITE, J.R.; BRIDGHAM, S.D.; PASTOR, J. 2004. Climate change effects on carbon and nitrogen mineralization in peatlands through changes in soil quality. *Global Change Biology*, v.10, p.1053–1064, 2004.

KELVIN, L.M.; MCQUEEN, A.A.M.; LEE, B.J.; WILSON, R.C.B.;WALKER, S.; WILSON, J. B. Evidence on ecotone concepts from switch, environmental and anthropogenic ecotones. *Journal of Vegetation Science*, v.11, p.903-910, 2000.

KENDALL, M. *Multivariate Analysis*. London: Charles Griffin & Company, 1975.

KEOHANE, R. O. Neoliberal institutionalism: a perspective on world politics. In:___ (Ed.). *International institutions and State power: Essays in International Relations theory*. Boulder: Westview Press, 1989. p. 1-20.

KREPPER, C.M.; GARCIA, N.O.; JONES, P.D. Paraguay river basin response to seasonal rainfall. *International Journal of Climatology*, v.26, p.1267-1278, 2006.

KULLMAN, L. 20th century climate warming and tree-limit rise in the southern Scandes of Sweden. *Ambio*, n. 30, v.2, p.72-80, 2001.

LAFFARGUE, Y. *La pluviométrie de Saint Joachim à Pontchâteau entre Brière et Brivet de 1976 à 2009*. St Aignan de Grandieu : MéteoFrance, 2009, 2p.

LARREDE, C.R. *Du bon usage de la nature*. Paris: Aubier, 1997.

LARSON, E.R.; OLSEN, J.D. Using avatar species to model the potential distribution of emerging invaders. *Global Ecology and Biogeography*, v.21, 1114–1125, 2012.

LAUSCHE, B. *Lignes directrices pour la législation des aires protégées*. Gland, Suisse : UICN, 2012, 406p.

LÁZARO, W.L. Comunidade de algas perifíticas em lagoas parentais do Alto Rio Paraguai, Pantanal, Cáceres-MT. *Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado de Mato Grosso*, 2010, 72p.

LE STRAT, A.; SANTOS, J.W.M.C.; DUBREUIL,V. Avaliação das mudanças de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Manso–MT– Brasil. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, p.6081-6088, 2011.

LEADLEY, P.; PEREIRA, H.M.; ALKEMADE, R.; FERNANDEZ-MANJARRES, J.F. ; PROENCA, V. ; SCHARLEMANN, J.P.W. Biodiversity scenarios: projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services. In: *Secretariat of the Convention on Biological Diversity* (ed. Diversity SotCoB). Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.Technical Series n. 5, p. 1–132, 2010.

LEBOURGEOIS, F.; PIERRAT, J.C.; PEREZ, V.; PIEDALLU, C.; CECCHINI, S.; ULRICH, E. Déterminisme de la phénologie des forêts tempérées françaises : étude sur les peuplements du réseau renecofor = phenological timing in french temperate forests : a study on stands in the renecofor network. *Revue forestière française*, v.60, n.3, p.323-344, 2008.

LEMES, P.; MELO, A.S.; LOYOLA, R.D. Climate change threatens protected areas of the Atlantic Forest. *Biodivers Conserv*, n.23, p.357–368, 2014.

LEPART, J.; MARTY, P. Des réserves de nature aux territoires de la biodiversité L'exemple de la France. *Annales de géographie*, v.5, n.651, p.485-507, 2006.

LIMA, J.A.F.; SOARES, A.C. ; SILVA, N.R.; FALLEIRO, R. *Prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional do Pantanal Matogrossense – MT*. 2006, 17p.

LIPS, K.R.; DIFFENDORFER, J.; MENDELSON, J.R.; SEARS, M.W. Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *PLoS biology*, v.6, n.3, p.441-454, 2008.

LOK, T.; OVERDIJK, O.; TINBERGEN, J.M.; PIERSMA, The paradox of spoonbill migration: most birds travel to where survival rates are lowest. *Animal Behavior*, v.82, p.837-844, 2011.

LOYOLA, R.D.; LEMES, P.; BRUM, F.T.; PROVETE, D.B.; DUARTE, L.D.S. Clade-specifi c consequences of climate change to amphibians in Atlantic Forest protected areas. *Ecography*, n.37, p.65–72, 2014

LU, D.; BATISTELLA, M.; LI, G.; MORAN, E.; HETRICK, S.; FREITAS, C.C.; DUTRA, L.V.; SANT'ANNA, S.J.S. Land use/cover classification in the Brazilian Amazon using satellite images. *Pesq. agropec. bras*. v.47, n.9, p.1185-1208, 2012.

MAGNANON S. Contribution à l'étude des prairies naturelles inondables des marais de Donges et de l'estuaire de la Loire - phytoécologie, phytosociologie, valeur agronomique. *Thèse de Doctorat, Université de Nantes*, 1991, 269p.

MAGNANON S. Les prairies naturelles inondables des marais de Donges. *Bull. S.E.P.N.B., Penn ar bed*, v.155, p.20-38, 1994.

MAISON DU PARC, *Charte du Parc Naturel Régional de Brière* 2001-2010, 2001, 110p.

MAISON DU PARC, *Charte du Parc Naturel Régional de Brière* 2014-2026, 2013,167p.

MALTBY, E. Introduction to wetlands and functional assessment. In: MALTBY, Edward (ed.) *Functional assessment of wetlands: towards evaluation of ecosystem services*. CRC Press: Washington, DC, 2009. p.3-82.

MALTBY, E.; HOGAN, D. V.; MCINNES, R. J. (Ed.). *Functional Analysis of European Wetland Ecosystems: Improving the Science Base for the Development of Procedures of Functional Analysis. The Function of River Marginal Wetland Ecosystems*. Phase 1 (FAEWE). Office for Official Publications of the European Communities: Brussels, 1996.

MAMEDE, S.B.; ALHO, C.J.R. Response Of Wild Mammals To Seasonal Shrinking-and-expansion Of Habitats Due To Flooding Regime Of The Pantanal, Brazil. *Braz. J. Biol*, v.66, n.4, p.991-998, 2006.

MANN, H.B. Non Parametric Test Against Trend. *Econometrika*, n.13, p.245-259, 1945.

MANTYKA-PRINGLE, C.S.; MARTIN, T.G.; RHODES, J.R. Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. *Glob Change Biol*, n.18, p.1239–1252, 2012.

MARENGO, J. Variations and change in South American streamflow. *Clim. Change*, n.31, p.99-117, 1995.

MARENGO, J.A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do séc XXI*. Brasília: MMA, 2006. 201p.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, n.20, v.2, p.215-226, 2005.

MARGERUM, R.D. Integrated Environmental Management: The Foundations for Successful Practice. *Environmental Management*, v.24, n.2, p.151–166, 1999.

MARQUES, A.C.; NUCCI, J.C. Planejamento, gestão e plano de manejo em unidades de conservação. *Revista Ensino e Pesquisa*, p.33-39, 2007.

MARQUET, M.; DAMIEN, J.P. Entrevista I. Entrevistador: Heloisa Tozato. Saint Joachim, 2012. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

MASSARDIER, Gilles. “Des rationalités multiples enchevêtrees modéle des ajustements mutuels”. In: *Politiques et actions publiques*. Paris: Armand Colin, p.76-85, 2003.

MASSON, G.; DEMBSKI, S. ; STAFFOLANI, F. ;WAGNER, P.; VALENTE, E. ; MAAZOUZI, C.; BANAS, D. ; POINSAINT,J.F. ; PIHAN,J.C. Fish populations in the Mirgenbach reservoir (1986-2006, CNPE Cattenom, France) : a model to study global thermal change effects? *Hydroécol. Appl*, v.16, p.135-167, 2008.

MATTHEWS, G.V.T. *The Ramsar Convention on wetlands: its history and development.* Gland: Ramsar Convention Bureau, 1993.

MATTOS, P.P. Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal da Nhecolândia, MS. *Tese de doutorado*, Universidade Federal do Paraná, 1999, 128p.

MAURO, R.A. Abundância e padrão de distribuição de cervo-do-pantanal *Blastocerus dichotomus* (Illiger, 1815), no Pantanal Mato-Grossense. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

MCCARTHY, J.J. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. London: Cambridge University Press, 2001.

MCCARTHY, J.J.; CANZIANI, O.F.; LEARY, N.A.; DOKKEN, D.J.; WHITE, K.S. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 1005p.

MCCAULEY, D. Sustainable Development and the 'Governance Challenge': the French Experience with Natura 2000. *European Environment*, v.18, p.152-167, 2008.

MEINERI, E.; EZ, H.; HILAIRE, S. ; MESLEARD, F. Distribution and reproduction of *Procambarus clarkii* in relation to water management, salinity and habitat type in the Camargue. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*, v.24, p.312–323, 2014.

MELLO, N.A. *Políticas territoriais na Amazônia*. São Paulo: Annablume, 2006, 410p.

MELLO, N.A. Políticas públicas territoriais na Amazônia brasileira: conflitos entre conservação e desenvolvimento. 1970-2000. *Tese de doutorado*, Universidade de São Paulo e Paris X, 2002.

MELLO-THÉRY, N.A.; LANDY, F.; ZÉRAH, M.H. Políticas ambientais comparadas entre países do sul: pressão antrópica em Áreas de Proteção Ambiental Urbanas. *Mercator*, v.9, n.20, p.197-215, 2010.

MELLO-THÉRY, N.A. Meio ambiente, globalização e políticas públicas. *Revista Gestão & Políticas Públicas*, v.1, n.1, p.133-161, 2011.

MELLO-THERY, N.A.; CAVICCHIOLI, A.; DUBREUIL, V. Controvérsias ambientais frente à complexidade das mudanças climáticas. *Mercator*, v.12, n.29, p.155-170, 2013.

MERMET, L. Les études d´évaluation entre stratégie et méthodologie. L´exemple des politiques publiques en matière de zones humides. *Annales des Mines/Gérer & Comprendre*, n.46, p.55-64., 1996.

MESTRE, A.; AGUILAR-ALBEROLA, J.A.; BALDRY, D.; BALKIS, H.; ELLIS, A.; GIL-DELGADO, J.A.; GRABOW, K.; KLOBUCKOUBA, A.; MAGUIRE, I.; MARTENS, A.; MULAYIM, A.; RUEDA, J.; SCHARF, B.; SOES, M.; MONROS, J.S.; MESQUISA-JOANES, F. Invasion biology in non-free-living species: interactions between abiotic (climatic) and biotic (host availability) factors in geographical space in crayfish commensals (Ostracoda, Entocytheridae. *Ecology and Evolution*, n.3, v.16, p.5237–5253, 2013.

MILARÉ, É. *Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco. Doutrina. Jurisprudência. Glossário 6*. São Paulo: RT, 2009.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and human well-being: wetlands and water*. Synthesis. World Resources Institute: Washington, 2005, 80p.

MILLER JR, G. Tyler. "Manutenção da biodiversidade". In: *Ciência Ambiental*. São Paulo: Cengage Learning, 2008, pp. 170-228.

MILLOT, G.; COLLIN, D. *La Brière, pays d´entre terre et mer*. Kerzuhen : Hengoun Editions, 2004, 159p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Plano Nacional de Adaptação*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>. Acesso em janeiro de 2015.

MINNS, C.K.; MOORE, J.E. Factors limiting the distribuitions of Ontario's freshwater fishes: the role of climate and other variables, and the potential impacts of climate change In: Beamish, R.J. *Climate change and northern fish populations*, n.121, NRC Research Press, p.137-160, 1995.

MONES, A.; OJASTI., J. *Hydrochoerus hydrochaeris*. *Mamm. Species*, v.264, p.1–7, 1986.

MONTEIRO, C.A.F. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia*, n.1, p.03-46, 1951.

MORAES, A.C.R. *Meio ambiente e ciências humanas*. São Paulo: Hucitec, 1994, 165p.

MOREIRA, S.V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). *Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação*. São Paulo: Atlas, p.269-279, 2005.

MORTON, B. The aquatic nuisance species problem: A global perspective and review. In: D'Itri, F. (Ed). *Zebra Mussels and other Aquatic Species*. Michigan: Ann Arbor Press, p.1-54, 1996.

MOURÃO, G.M. *Limnologia comparativa de três lagoas (duas "baías e um "salina") do Pantanal da Nhecoândia, MS*. São Carlos: UFSCAR, 1989, 135p.

MUIR, J. Climate, terrestrial life and aquatic life. In: MILLER JR, G.T. *Living in the environment: an introduction to environmental science*. Belmont: Wadsworth publishing, p.114-144, 1992.

MURPHY-KLASSEN, H.M.; UNDERWOOD, T.J.; SEALEY, S.G.; CZYRNYJ, A.A. Long-term trends in spring arrival dates of migrant birds at Delta Marsh, Manitoba, in relation to climate change. *Auk*. v. 122, p. 1130–1148, 2005.

NASCIMENTO, V.L.; SPERLING, M.V. Padrões brasileiros de qualidade das águas e os critérios para proteção da vida aquática, saúde humana e animal. Anais da Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Gestión ambiental en el siglo XXI. Lima: *Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 1998. p.1-11.

NATURA 2000. *Document d´objectifs oiseaux. Site FR 52 12 008: Grande Brière – Marais de Donges et du Brivet*, 2007, 109p.

NATURA 2000. *Formulaire standard de donnees pour les zones de protection spéciale (ZPS), les propositions de sites d'importance communautaire (pSIC), les sites d'importance*

communautaire (SIC) et les zones spéciales de conservation (ZSC). FR5200623 - Grande Brière et marais de Donges, 2005, 10p.

NEPSTAD, D.C.; STICKLER, C.M.; SOARES-FILHO, B.; MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.363, n.1498, p.1737-1746, 2008.

NETO, D.D.; ASSIS, J.P.; MANFRON, P.A.; SPAROVEK, G.; BARRETO, A.G.O.P.; MARTIN, T.N. Simulação estocástica de valores médios de temperatura do ar e de radiação solar global para Piracicaba-SP, utilizando distribuição normal. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.13, n.2, p.225-235, 2005.

NEUHAUS, E.; BORN, R.H. *Governança ambiental internacional - perspectivas, cenários e recomendações*. Brasília: Vitae Civilis, 2007, 47p.

NEVOUX, M. Réponse démographique des populations longévives aux changements climatiques: importance de la variabilité spatio-temporelle et de l'hétérogénéité individuelle. *Tese de doutorado*, Université de La Rochelle, 2008, 192p.

NOBRE, C. et al. *Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade*. Relatório 06. 2007.

ODUM, E.P. The strategy of ecosystem development. *Science*, v.164, p.262-270, 1969.

ODUM, E.P.; ODUM, H.T.; ANDREWS, J. *Fundamentals of ecology*, v.3 Philadelphia: Saunders, 1971.

OKES, N.C.; HOCKEY, P.A.R.; CUMMING, G.S. Habitat Use and Life History as Predictors of Bird Responses to Habitat Change, *Conservation Biology*, v.22, n.1, p.151–162, 2007.

OLIVEIRA, F. *Difusos e coletivos: direito ambiental*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F. Transporte de nutrientes e material em suspensão na bacia do rio Taquari, MS. In: *Congresso Brasileiro De Limnologia*, v.6, 1997, 352p.

OLIVEIRA, M.D.; RODRIGUES, L. *Impacto do sedimento sobre o desenvolvimento do perifíton no Rio Taquari, Pantanal, MS*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002, 20p.

OLIVER, T.H.; MORECROFT, M.D. Interactions between climate change and land use change on biodiversity: attribution problems, risks, and opportunities. *WIREs Clim Change*, n.5, p.317–335, 2014.

OPDAM, P.; WASHER, D. Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*, n.117, p.285–297, 2004.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Environmental indicators*. Paris, 1997.

OSZWALD, J. Les interactions Hommes / milieux en situation de front pionnier tropical de déforestation : suivi, impacts et enjeux. *Dossier pour l'habilitation à diriger des recherches, Université de Rennes 2*, 2013.

OSZWALD, J. ; DE SARTRE, X.A. ; DECA, N.S. T. ; GOND, V. ; GRIMALDI, M. ; LEFEBVRE, A. ; LAVELLE, P. Utilisation de la télédétection et de données socio-économiques et écologiques pour comprendre l'impact des dynamiques de l'occupation des sols à Pacajà (Brésil). *Revue française de photogrammétrie et de télédétection*, n.198-199, p.8-24, 2012.

OSZWALD, J. ; GOND, V. ; DOLEDEC, S.; LAVELLE, P. Identification d'indicateurs de changement d'occupation du sol pour le suivi des mosaïques paysagères. *Bois et forêts des tropiques*, n.307, v.1, p.7-21, 2011.

PADOVANI, C. R.; ASSINE, M.L.; VIEIRA, L.M. Inundações no leque aluvial do rio Taquari. In: GALDINO, S.; VIEIRA, L.M.; PELLEGRIN, L.A. (Ed.). *Impactos ambientais e Socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal*. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, p.183-198, 2005.

PADOVANI, C.A. Dinâmica Espaço-Temporal das Inundações do Pantanal. *Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Energia Nuclear na Agricultura*, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PAESE, J. Negociação social das incertezas científicas. In: JABOBI, P. *Diálogos em ambiente e sociedade no Brasil*, p.211-222.

PARC NATUREL RÉGIONAL DE BRIÈRE (PNRB). *Découvrez le patrimoine naturel et culturel du Parc naturel régional de Brière au travers de fiches pédagogiques illustrées*. Saint Joachim : PNRB, 2010.

PARC NATUREL RÉGIONAL DE BRIÈRE (PNRB). *Charte du Parc naturel régional de Brière. Project de territoire 2001/2010*. Saint Joachim : Maison du Parc, 2001, 114p.

PARMESAN, C. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*, n.13, p.1860–1872, 2007.

PARRY, M.L. ; CANZIANI, O.F. ; PALUTIKOF, J.P. ; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. (Eds). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

PASQUIS, R.; ANDRADE, J. El diálogo como estratégia para regular la ocupación espacial y el uso de los recursos naturales en la Amazonía brasileira. In: WEISS, J.S.; BUSTAMANTE, T. (Ed). *Ajedrez ambiental Manejo de recursos naturales, comunidades, conflitos y cooperación*. Quito: Crearimagen, p.105-116, 2008.

PAU, S.; WOLKOVICH, E.M.; COOK, B.I.;DAVIES, T.J.; KRAFT, N.J.B.; BOLMGREN, K.; BETANCOURT, J.L.; CLELAND, E.E. Predicting phenology by integrating ecology, evolution and climate science. *Global Change Biology*, n.17, p.3633–3643, 2011.

PAYS DE LA LOIRE. *Chambres d´agriculture Pays de la Loire.* Disponível em : <http://www.paysdelaloire.chambagri.fr/>.

PEARMAN, P.B.; GUISAN, A.; BROENNIMANN,O.; RANDIN, C.F. Niche dynamics in space and time. *Trends in ecology and evolution*, v.23, p.149-158, 2007.

PÉGUI, C.; MOUNIER, J.; DOUGUEDROIT, A. Cartographie et modélisation des éléments du climat en France. *In: Annales de Géographie*. 1984, t. 93, n°516. pp. 204-217

PETTITT A.N. A Non-Parametric Approach To The Change-Point Problem. *Applied Statistics*, n.28, p.126-135, 1979.

PFAFSTTER, O. *Classificação das bacias hidrográficas*, 1989, 16p.

PHILLIPS, O.L.; BAKER, T.R.; ARROYO, L.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T.J.; LAURANCE, W.F.; LEWIS, S.L.; LLOYD, J.; MALHI, Y.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D.A.; VARGAS, P.N.; SILVA, J.N.M.; TERBORGH, J.; MARTINEZ, R.V.; ALEXIADES, M.; ALMEIDA, S.; BROWN, S.; CHAVE, J.; COMISKEY, J.A.; CZIMCZIK, C.I.; DI FIORE, A.; ERWIN, T.; KUEBLER, C.; LAURANCE, S.G.; NASCIMENTO, H.E.M.; OLIVIER, J.; PALACIOS, W.; PATINO, S.; PITMAN, N.C.A.; QUESADA, C.A.; SALIDAS, M.; LEZAMA, A.T.; VINCETI, B. Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. *Philos. T. Roy. Soc. Lond. B*, n.359, p.381-407, 2004.

PICKERING, M.; WELLS, N.; HORSBURGH, K.; GREEN, J. The impact of future sea-level rise on the European shelf tides. *Cont. Shelf Res*, n.35, p.1–15, 2012.

PLANCHON, O. Les climats maritimes dans le Monde. *Thèse de Doctorat*, Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, 1997, 233p.

PLANCHON, O., BONNARDOT, V. L'évolution des types de circulation atmosphérique sur la France de l'Ouest et leur impact climatique. In MÉROT, P., DUBREUIL, V., DELAHAYE, D., DESNOS, P. *Changement climatique dans l'Ouest – Évaluation, impacts, perceptions.* Rennes: Presses Universitaires de Rennes, p.31-41, 2012.

PNUMA. *Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Projeto Geo Cidades: relatório ambiental urbano integrado - Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: PNUMA/MMA/IBAM/ISER/REDEH, 2004, 181p.

POTT, A. Dinâmica da vegetação do Pantanal. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, p.1-7, 2007.

POTT, A. Dinâmica da vegetação do Pantanal. In: Cavalcanti, T.C. ; Walter, B.M.T. (Org.) *Tópicos atuais em Botânica*. Brasíllia: Embrapa Recuros Genéticos e Biotecnologia/Sociedade Botânica do Brasil, p. 172-182. 2000

POTT, V.J.; POTT, A. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Brasília, Embrapa, 2000, 404p.

PRADEL, J.; REY, D. ; FOUSSADIER, R.; BICOUT, D. Etude ecologique des moustiques (DIPTERA, CULICIDAE) - vecteurs potentiels d.arboviroses dans la region Rhone-Alpes. *Epidémiol. et santé anim*. n.51, p.81-94, 2007.

PRISCO, J.T.; FILHO, E.G. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. INCTSal: Fortaleza, p.147-164, 2010.

PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA (PROBIO). *Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros – Pantanal, 2002*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/k2/item/7626?Itemid=926>. Acesso em 25/09/2013.

POMPEU, M.S. *Entrevista I*. Entrevistador: Heloisa Tozato. Saint Joachim, 2013. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

PUCHALA, D.J.; HOPKINS, R.F. International regimes: lessons from inductive analysis. In: KRASNER, S.D. *International Regimes*. New York: Cornell University Press, p.61-92, 1983.

PUTTEN, W.H.V; MACEL, M.; VISSER, M. Predicting species distribution and abundance responses to climate change: why it is essential to include biotic interactions across trophic levels. *Philosophical transactions of the Royal Society*. v.365, p.2025-2034, 2010.

QUINTERO, I.; WIENS, J.J. Rates of projected climate change dramatically exceed past rates of climatic niche evolution among vertebrate species. *Ecology Letters*, v.16, n.12, p.1095-1103, 2013.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. *Iniciativas Regionales Ramsar em las Américas*, 2012, 26p.

___. *Managing wetlands: Frameworks for managing Wetlands of International Importance and other wetland sites. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands*, v.18, n.4, Gland: Ramsar Convention Secretariat, 2010a, 100p.

___. *National Wetland Policies: Developing and implementing National Wetland Policies. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands*, v.2, n.4, Gland: Ramsar Convention Secretariat, 2010b, 64p.

___. *The Convention on Wetlands text 1971, as amended in 1982 and 1987.* Disponível em: <http://www.ramsar.org>. Acesso em: em 20 de maio de 2010

___. The Convention on Wetlands text, as originally adopted in 1971. Disponível em: <http:// http://www.ramsar.org/>. Acesso em 27/09/2014.

___. *Wise use of wetlands: Concepts and approaches for the wise use of wetlands*. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, n.4, v.1, 2010, 60p.

___. *Strategic Plan 1997-2002*, 1996, 22p. Disponível em: <http:// http://www.ramsar.org/>. Acesso em 27/09/2014.

___. *The Convention on Wetlands text, as originally adopted in 1971*. Disponível em: <http:// http://www.ramsar.org/>. Acesso em 27/09/2014.

___. *The Ramsar Convention 'toolkit' for the conservation and wise use of wetlands*, v. 4, 2010.

___. *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*. v.6. Ramsar Convention Secretariat: Gland, Switzerland, 2013, 112p.

___. *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands* (Ramsar, Iran, 1971). 5ed. Ramsar Convention Secretariat, 2011. 106p.

___. *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*. v.6. Ramsar Convention Secretariat: Gland, Switzerland, 2013, 112p.

___. *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*, 6th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland

____. Laws and institutions: Reviewing laws and institutions to promote the conservation and wise us rod wetlands. In: *Ramsar handbooks for the wise use of wetlands*, 4ed., v.3. Gland: Ramsar Convention Secretariat, 2010. 56p.

RESENDE FILHO, A.T. Estudo da Variabilidade e Espacialização das Unidades da Paisagem: banhado (baía/vazande), lagoa salina e lagoa salitrada no Pantanal da Nhecolândia, MS. *Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*, Aquidauana, 2006.

RIBEIRO, A.G. As escalas do clima. *Boletim de Geografia Teorética*, n.23, v.45-46, p.288-294, 1993.

RIBEIRO, R.L.F.; MINGOTI, S.A. Apresentando um programa computacional em R e Geo-R para análise espaço-temporal via geoestatística. *XIII SIMPEP*, p.1-12, 2006.

RIBEIRO, W.C. *A ordem ambiental internacional*. 2 ed. São Paulo: Contexto. 2008, 176p.

RIBEIRO, W.C. *Mudanças climáticas: realismo e multilateralismo*. Terra Livre. v.18, p.75–84, 2002.

RIVERA, M. *Entrevista I*. Entrevistador: Heloisa Tozato. Saint Joachim, 2012. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

ROLON, A.S.; LACERDA, T. ; MALTCHIK, L. ; GUADAGNIN, D.L. Influence of area, habitat and water chemistry on richness and composition ofmacrophyte assemblages in southern Brazilian wetlands. *Journal of Vegetation Science*, n.19, p.221-228, 2008.

ROSS, J.R. Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J.R. (Org). *Geografia do Brasil*. São Paulo: Universidade de São Paulo, p.13-66, 2005.

ROUSE, J.W. ; HAAS, R.H. ; SCHELL, J.A. ; DEEREING, D.W. ; HARLAN, J.C. *Monitoring the vernal advancement of natural vegetation, NASA/GSFC Final Report*, 1974, 371p.

SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Editora Garamond, 2000, 95p.

SAKAMOTO, A.Y. Dinâmica Hídrica em uma Lagoa "Salina" e seu Entorno no Pantanal da Nhecolândia: Contribuição ao Estudo das Relações Entre o Meio Físico e a Ocupação, Fazenda São Miguel do Firme, MS. *Tese de doutorado,* Universidade de São Paulo, Brasil, 1997, 183p.

SAKAMOTO, A.Y.; SALVI SAKAMOTO, L.L.; QUEIROZ NETO, J.P.; BARBIERO, L. Abordagem metodológica para o estudo de lagoas e salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS: fazenda São Miguel do Firme", In: *Simpósio Sobre Recursos Naturais E Sócioeconômicos do Pantanal, Sustentabilidade Regional*, v.4., 2004.

SALATHÉ, T. *Entrevista I*. Entrevistador: Heloisa Tozato. Saint Joachim, 2012. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

SALATI, E.; VICTORIA, R.L.; MARTINELLI, L.A.; RICHEY, J.E. Forests: their role in global change, with special reference to the Brazilian Amazon. *Proceedings of the Second World Climate Conference*, p. 391-395, 1991.

SAMPAIO, A. C.S. METAIS PESADOS NA ÁGUA E SEDIMENTOS DOS RIOS DA BACIA DO ALTO PARAGUAI. *Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*, 2003. 59p.

SANTOS, R.F. *Planejamento ambiental teoria e prática*. São Paulo: Oficina de textos, 2004, 184p.

SANZ-ELORZA, M.; DANA, E.D.; GONZALEZ, A.; SOBRINO, E. Changes in the High-mountain Vegetation of the Central Iberian Peninsula as a Probable Sign of Global Warming. *Annals of Botany*, n.92, p.273-280, 2003 .

SARTORI, G. "Método comparativo e política comparada". In: *A Política*. SARTORI, G. Brasília: Editora UnB. 1981, pp.203-257.

SAXE, H.; CANNELL, M.G.R.; JOHNSEN, O.; RYAN, M.G.; VOURLITIS, G. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytologist*, n.149, p.369–400, 2001.

SCHMIDT-NIELSEN, K. Part four – water. In: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Animal physiology: adaptation and environment*, 5ed, 1997b, p.301-394.

SCHMIDT-NIELSEN, K. Part three – temperature. In: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Animal physiology: adaptation and environment*, 5ed, 1997a, p.169-300

SCHMITTER, P.C. The nature and future of comparative politics. *European Political Science Review*, v.1, n.1, p.33-61, 2009.

SETTE, D.M. O holorritmo e as interações trópico extratrópico na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso. *Tese de doutorado,* Universidade de São Paulo, 2000, 321p.

SILVA, A.M.; CORINGA, J.E.S.; CORINGA, E.A.O. Índices de Qualidade dos Sedimentos e se Água so rio Bento Gomes-Poconé-MT. *Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, p.1-6, 2013.

SILVEIRA, C.E.M. A inversão do ônus da prova na reparação do dano ambiental difuso. In: LEITE, J.R.M.; BUZAGLO, M. *Aspectos Processuais do Direito Ambiental*, v.2, Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 2004.

SIMMONS, R.E.; BARNARD, P.; DEAN, W.R.J.; MIDGLEY, G.F.; THUILLER, W.; HUGHES, G. Climate change and birds: the perspectives and prospects from southern Africa. *Ostrich*, v.754, p.295–306, 2004.

SIQUEIRA, T.; PADIAL, A.A.; BINI, L.M. Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade: um panorama sobre as atividades de pesquisa. *Megadiversidade*, v.5, n.1-2, p.17-26, 2009.

SMEETS, E.; WETERINGS, R. *Environmental indicators: typology and overview*. Copenhagen: European Environment Agency. Technical report n.25, 1999.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; M,M.; AVERYT, K.; TIGNOR, M.M.B.; MILLER JR, H.L.; CHEN, Z. (Eds). *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

SOLONEN, T. Large-scale climatic phenomena and timing of breeding in a local population of the Osprey Pandion haliaetus in southern Finland. *J Ornithol.* n.149, p.229–235, 2008.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome: LEAD/FAO, 2006, 390 p.

STOCKER, T.F; QIN, D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.M.B.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y. BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (Eds). *Climate Change 2013 The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press, 2013

SUGAHARA, S. Flutuações interanuais, sazonais e intrasazonais da precipitação no Estado de São Paulo, *Tese de doutorado*, Universidade de São Paulo, 1991, 158p.

SYNDICAT DU BASSIN VERSANT DU BRIVET (SBVB). *La gestion des niveaux d'eau*. Disponível em : <http://www.sbvb.fr/>. Acesso em: 18/01/2013.

SYNDICAT MIXTE DU PARC NATUREL RÉGIONAL DE BRIÈRE (SMPNRB). *Parc naturel régional de Brière – synthèse des études préalables a la révision de la charte, analyse synthétique de l'évolution du territoire évaluation de la charte Objectif 2010*. Saint Joachim: PNRB, 2010, 51p.

TARIFA, J.R. O sistema climático do pantanal. Da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: *Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal*, v.1, p.9-27, 1986.

TEGART,W.J.; SHELDON, G.W. (Eds.). *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment -Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group II combined with Supporting Scientific Material*. Camberra: Australian Government Publishing Service, 1992, 128p.

TEGART,W.J.; SHELDON, G.W.; GRIFFITHS, D.C. (Eds.). *Climate Change: The IPCC Impacts Assessment-Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group II*. Camberra: Australian Government Publishing Service, 1990, 294p.

THE NATURE CONSERVANCY (TNC). Global Ecoregions, Major Habitat Types, Biogeographical Realms and The Nature Conservancy Terrestrial Assessment Units, 2009. Disponível em: < http://maps.tnc.org/>.

THERVILLE, C.; MATHEVET, R.; BIORET, F. Des clichés protectionnistes aux discours intégrateurs : l'institutionnalisation de réserves naturelles de France. *Vertigo*, v.12, n.3, 2012.

THOMAS, C.D. Recent evolutionary effects of climate change. In: Lovejoy, T.E.; Hannah, L. *Climate Change and Biodiversity*, Yale University Press: Connecticut, p.75-90, 2005.

THOMAS, C.D.; CAMERON, A.; GREEN, R.E.; BAKKENES, M.; BEAUMONT, L.J.; COLLINGHAM, Y.C.; ERASMUS, B.F.N.; DE SIQUEIRA, M.F.; GRAINGER, A.; HANNAH, L.; HUGHES, L.; HUNTLEY, B.; VAN JAARSVELD, A.S.; MIDGLEY, G.F.; MILES, L.; ORTEGA-HUERTA, M.A.; PETERSON, A.T.; PHILLIPS, O.L.; WILLIAMS, S.E. Extinction risk from climate change. *Nature*, v.427, p.145-148, 2004.

THUILLER, W. ; LAVOREL, S. ; ARAUJO, M.B. ; SYKES, M.T.; PRENTICE, I.C. Climate change threats to plant diversity in Europe. *PNAS*, v.102, n.23, p.8245-8250, 2005.

TOLEDO, L.F.; CARVALHO-E-SILVA, S.P.; SÁNCHEZ, C.; ALMEIDA, M.A.; HADDAD, C.F.B. The review of the Brazilian Forest Act: harmful effects on amphibian conservation. *Biota Neotrop*., v.10, n.4, p.35-38, 2010.

TOMAS, W.M.; MOURÃO, G.; CAMPOS, Z.; SALIS, S.M.; SANTOS, S.A. *Intervenções Humanas na Paisagem e nos Habitats do Pantanal*. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2009, 58p.

TOURENQ, C.; BENNETTS, R.E.; KOWALSKI, H.; VIALET, E.; LUCCHESI, J.L.; KAYSER, Y.; ISENMANN, P. Are ricefields a good alternative to natural marshes for waterbird communities in the Camargue, southern France? *Biological Conservation*, v.100, n.3, p.335-343, 2001.

TRAVERS, A.; ELRICK, C.; KAY, R.; VESTERGAARD, O. *Ecosystem-based adaptation guidance: Moving from principles to practice – Working Document. UNEP*, 2012. Disponível em: <http://www.seachangecop.org/node/2952>. Acesso: 20 Fevereiro 2015.

TRYJANOWSKI, P.; KUZNIAK, S.; SPARKS, T. Earlier arrival of some farmland migrants in Western Poland. *Ibis*, n.144, p.62–68, 2002.

TUCKER, C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, n.8, p.127-150, 1979.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Potencial impacts of changes in the Forest Law in relation to water resources. *Biota Neotrop*., v.10, n.4, p.67-75, 2010.

TURCOKOVA, L.; OSIEJUK, T.S.; PAVEL, V.; GLAPAN, J.; PETRUSKOVA, T. Song divergence of two bluethroat subspecies (*Luscinia s. svecica* and *L. s. cyanecula*). *Ornis Fennica*, n.87, p.168-179, 2010.

UNITED NATIONS *Report of the United Nations Conference on environment and development. Annex I - Rio declaration on environment and development*, 1992. Disponível em: < http://www.un.org/en/documents>.

UNITED NATIONS (UN). *Millennium Development Goals Reports*, 2005, 28p. Disponível em: <http://www.un.org/millenniumgoals/reports.shtml>.

VARRIN, R.; BOWMAN, J.; GRAY, P.A. *The Known and Potential Effects of Climate Change on Biodiversity in Ontario's Terrestrial Ecosystems: Case Studies and Recommendations for Adaptation*. Climate Change Research Report CCRR-09. Ontario, 2007. 58p.

VIANNA, L.P. Considerações críticas sobre a construção da idéia de população tradicional no contexto das unidades de conservação. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, 1996.

VISSER, M.E.; HOLLEMAN, L.J.M.; GIENAPP, P. Shifts in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia*, n.147, p.164–172, 2006.

WALTHER, G.R. Community and ecosystem responses to recent climate change. *Phil. Trans. R. Soc. B*. n.365, p.2019–2024, 2010.

WALTHER, G.R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESANK, C.; BEEBEE, T.J..C.; FROMENTIN, J.M.; GULDBERG, O.H.; BAIRLEIN, F. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, v.416, p.389-395, 2002

WATSON, R.T.; ZINYOWERA, M.C.; MOSS, R.H.; DOKKEN, D.J. *Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1996.

WELTZIN, J.F.; BRIDGHAM, S.D.; PASTOR, J.; CHEN, J.Q.; HARTH, C. Potential effects of warming and drying on peatland plant community composition. *Global Change Biology,* n.9, p.141-151, 2003.

WELTZIN, J.F.; HARTH, C.; BRIDGHAM, S.D.; PASTOR, J.; VONDERHARR, M. Production and microtopography of bog bryophytes: response to warming and water-table manipulations. *Oecologia,* n.128, p.557-565, 2001.

WELTZIN, J.F.; PASTOR, J.; HARTH, C.; BRIDGHAM, S.D.; UPDEGRAFF, K.; CHAPIN, C.T. Response of bog and fen plant communities to warming and water-table manipulations. *Ecology,* n.81, p.3464-3478, 2000.

WEYGOLDT, P. Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlantic mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations? *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v.243, n.4, p.249-255, 1989.

WILSON, R.J.; THOMAS, C.D.; FOX, R.; ROY, D.B.; KUNIN, W.E. Spatial patterns in species distributions reveal biodiversity change. *Nature*, v.432, p.393-396, 2004.

WINKEL, W.; HUDDE, H. Long-term trends in reproductive traits of tits (*Parus major, P. ceruleus*) and pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Journal of Avian Biology*. n.28, p.187–190, 1997.

WINOGRAD, M.; URIBE, F. *Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificatión y la toma de decisiones em la corporación autónoma regional del Risaralda: marco conceptual y aplicatión*. Cali, 1996.

WOODWARD, G.; PERKINS, D. M.; BROWN, L. E. Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v.365, n.1549, p.2093-2106, 2010.

YIN, R.K. *Case Study Research*: Design and Methods. Thousand Oaks: Sage, 2009.

YOUNG, A.M. Foraging of vampire bats (*Desmodus rotundus*) in Atlantic wet lowland Costa Rica. *Rev. Biol. Trop*, v.18, n .1-2, p.73-88, 1971.

ZANIRATO, S.H.; RIBEIRO, W.C. Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável. *Revista Brasileira de História*, v.26, n.51, 2006. p.251-262.

ZAVATTINI, J.A. A dinâmica atmosférica e a distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul. São Paulo, *Tese de Doutorado*, *Universidade de São Paulo,* 1990.

ZAVATTINI, J.A. *As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudos geográficos com vista à regionalização climática.* São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 214p.

ZHAO, S.; FANG, J. ; PENG, C. ; TANG, Z. The relationships between terrestrial vertebrate species richness in China's nature reserves and environmental variables. *Canadian Journal of Zoology*, v.84, n.9, p. 1368-1374, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tendências e rupturas climato-hidrológicas nos sítios Ramsar Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)

Quadro 14. Temperatura mínima anual nas estações dos municípios de Cáceres, MT (83405) e de Cuiabá, MT (83361) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (°C), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (°C), Max=Máximo (°C), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S=** parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência e aumento/diminuição da temperatura pós ruptura. *p<0.05.

Estação	**Nome Coordenadas**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
83361	Cuiabá 15.61S 56.10W	30	21.31±0.49 20.08-22.37	0.002* 162.0 1984 (+) 0.7°C	0.002* 0.393 171.0 (+)	0.021 (+)
83405	Cáceres 16.05S 57.68W	30	20.226±1.16 15.09-21.37	0.139 94.0 1980	0.173 0.182 74.0	0.016 (+)

Quadro 15. Temperatura máxima anual nas estações dos municípios de Cáceres, MT (83405) e de Cuiabá, MT (83361) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (°C), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (°C), Max=Máximo (°C), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S=** parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência e aumento/diminuição da temperatura pós ruptura. *p<0.05.

Estação	**Nome Coordenadas**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
83361	Cuiabá 15.61S 56.10W	31	32.85±0.49 32.03-33.89	0.0002* 186.0 1984 (+) 0.6°C	0.0002* 0.462 215.0 (+)	0.028 (+)
83405	Cáceres 16.05S 57.68W	31	32.51±0.41 31.58-33.26	0.0001* 196.0 1995 (+) 0.6°C	<0.0001* 0.48 223.0 (+)	0.020 (+)

Quadro 16. Temperaturas mínima e máxima mensal nas estações dos municípios de Cáceres, MT (83405) e de Cuiabá, MT (83361) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (°C), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (°C), Max=Máximo (°C), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura,

MK=Mann-Kendall, Ƭ, S= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência e aumento/diminuição da temperatura pós ruptura. *p<0.05.

		Tmin					Tmax				
	Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
Jan	83361	31	23.40±0.69 22.04-25.14	0.004* 162.0 1985 (+) 0.7°C	0.009 * 0.833 10.0	0.025 (+)	32	32.62±0.85 31.07-34.58	0.142 111.0 1985	0.386 0.333 4.0	0.012 (+)
	83405	31	22.62±1.63 15.50-24.14	0.341 84.0 1977	0.149 0.500 6.0	0.024 (+)	33	32.51±0.70 31.35-34.26	0.572 76.0 1996	1.0 0.0 0.0	0.005 (+)
Fev	83361	31	23.21±0.67 21.99-24.92	0.007* 152.0 1987 (+) 0.7°C	0.149 0.500 6.0	0.023 (+)	32	32.64±0.67 31.49-34.22	0.731 64.0 1995	0.773 0.167 2.0	0.010 (+)
	83405	34	22.56±0.77 20.36-23.70	0.559 81.0 1978	0.149 0.500 6.0	-0.001 (-)	38	32.47±0.59 31.05-33.52	0.828 74.0 1986	0.773 0.167 2.0	0.001 (+)
Mar	83361	31	23.16±0.79 21.34-24.76	0.037* 130.0 1984 (+) 0.7°C	0.773 0.167 2.0	0.025 (+)	32	32.86±0.85 31.13-34.50	0.671 67.0 1989	0.773 -0.167 -2.0	0.015 (+)
	83405	31	22.41±1.70 14.43-23.93	0.597 68.0 1980	0.149 0.500 6.0	0.026 (+)	32	32.71±0.73 31.21-34.16	0.659 68.0 2001	0.773 0.167 2.0	-0.0004 (-)
Abr	83361	31	22.35±1.08 19.11-24.18	0.017* 142.0 1984 (+) 1.1°C	0.043 * 0.667 8.0	0.035 (+)	31	32.69±1.02 30.81-34.34	0.025* 138.0 1985 (+) 1.0°C	0.149 0.500 6.0	0.038 (+)
	83405	30	21.03±2.23 11.65-23.07	0.488 71.0 1977	0.773 0.167 2.0	0.036 (+)	31	32.38±0.87 30.90-34.38	0.101 112.0 2000	---	0.021 (+)
Mai	83361	32	19.88±0.98 18.17-21.61	0.206 102.0 1998	0.386 0.333 4.0	-0.006 (-)	32	31.28±1.21 28.76-33.84	0.469 80.0 1978	0.773 0.167 2.0	-0.004 (-)
	83405	31	18.54±2.25 9.32-22.01	0.088 114.0 1990	1.0 0.0 0.0	0.001 (-)	31	30.81±1.19 27.13-32.90	0.800 56.0 1978	1.0 0.0 0.0	0.0002 (+)
Jun	83361	32	17.90±1.11 15.79-20.17	0.310 92.0 1986	0.386 0.333 4.0	0.014 (+)	32	31.21±1.23 28.73-33.54	0.029* 140.0 1995 (+) 1.2°C	0.773 0.167 2.0	0.040 (+)
	83405	31	16.75±2.19 6.68-19.51	0.595 68.0 2007	0.773 0.167 2.0	0.027 (+)	31	30.58±1.36 26.74-32.88	0.023* 136.0 1995 (+) 1.4°C	0.386 0.333 4.0	0.039 (+)
Jul	83361	33	16.92±1.38 14.16-19.41	0.081 128.0 1976	0.386 0.333 4.0	0.029 (+)	33	32.03±1.17 29.72-34.73	0.918 52.0 1976	0.773 0.167 2.0	0.010 (+)
	83405	30	15.69±2.30 6.13-18.55	0.191 94.0 1976	0.773 -0.167 -2.0	0.025 (+)	31	31.13±1.36 28.35-34.08	0.459 77.0 1995	0.043* -0.667 -8.0	0.017 (+)
Ago	83361	33	18.52±1.31 15.97-20.71	0.495 82.0 1985	0.773 0.167 2.0	0.016 (+)	33	34.02±1.18 31.47-36.42	0.007* 172.0 1987 (+) 1.3°C	1.0 0.0 0.0	0.044 (+)
	83405	31	17.06±1.56 12.90-20.43	0.909 48.0 2006	0.386 0.333 4.0	0.003 (+)	31	32.92±1.12 31.01-34.95	0.001* 174.0 1986 (+) 1.3°C	0.149 0.500 6.0	0.051 (+)
Set	83361	33	21.14±0.98 19.09-22.89	0.154 114.0 1986	0.773 -0.167 -2.0	0.023 (+)	33	34.29±1.59 31.99-38.03	0.037* 142.0 1986 (+) 1.5°C	0.773 0.167 2.0	0.052 (+)
	83405	30	19.72±1.07 17.64-21.89	0.966 40.0 1986	0.773 -0.167 -2.0	0.004 (+)	31	33.61±1.58 30.85-36.57	0.229 95.0 1998	0.773 0.167 2.0	0.051 (+)
Out	83361	33	22.96±0.94	0.0003*	0.386	0.040	33	34.44±0.93	0.029*	0.773	0.028

			20.75-24.13	212.0 1986 (+) 1.1°C	0.333 4.0	(+)		32.03-36.03	148.0 1986 (+) 0.9°C	0.167 2.0	(+)
	83405	31	21.81±1.26 17.78-23.50	0.089 114.0 1980	0.149 0.500 6.0	0.030 (+)	32	34.44±0.83 32.62-36.28	0.273 95.0 1983	0.386 0.333 4.0	0.013 (+)
Nov	83361	33	23.23±0.67 21.90-24.40	0.005* 172.0 1984 (+) 0.7°C	0.773 0.167 2.0	0.019 (+)	33	33.40±0.95 31.11-35.34	0.001* 190.0 1984 (+) 1.2°C	0.149 0.500 6.0	0.033 (+)
	83405	31	22.23±1.18 17.99-23.75	0.627 66.0 1990	0.773 0.167 2.0	-0.001 (-)	32	33.65±0.98 31.28-35.74	0.003* 168.0 1984 (+) 1.2°C	0.009* 0.833 10.0	0.030 (+)
Dez	83361	33	23.28±0.66 21.77-24.61	0.012* 162.0 1984 (+) 0.5°C	0.149 0.500 6.0	0.009 (+)	33	32.76±0.80 31.45-34.92	0.004* 178.0 1984 (+) 1.0°C	0.386 0.333 4.0	0.030 (+)
	83405	30	22.61±1.07 19.15-24.10	0.372 78.0 1976	0.386 0.333 4.0	0.009 (+)	32	32.82±0.91 31.14-35.47	0.017* 148.0 1984 (+) 0.9°C	0.043* 0.667 8.0	0.027 (+)

Quadro 17. Chuva anual acumulada das estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **τ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05.

Estação	**Nome** **Coordenadas**	**n**	**μ± σ** **Min-Max**	**PTT** **p** **k** **ano** **t**	**MK** **p** **τ** **S** **t**	**RL** **cl** **t**
1456005	Diamantino 14.24S 56.26W	37	1796.21±264.74 991.00-2527.60	0.012* 192.0 2000 (+) 320mm	0.073 0.207 138.0	7.490 (+)
1456003	Nortelândia 14.27S 56.49W	39	1764.12±221.52 1263.10-2251.60	0.443 110.0 1983	0.456 -0.085 -63.0	-2.670 (-)
1456001	Arenápolis (Canaã) 14.28S 56.51W	39	1920.03±312.16 1153.30-2790.40	0.045* 180.0 1996 (-) 276mm	0.201 -0.144 -107.0	-5.814 (-)
1456004	Quebó 14.40S 56.73W	39	1651.40±217.62 1172.70-2041.60	0.274 128.0 1987	0.301 0.117 87.0	2.602 (+)
83309	Diamantino 14.40S 56.45W	39	1780.18±280.30 991.00-2527.60	0.001* 248.0 1994 (+) 318mm	0.062 0.209 155.0	7.885 (+)
1456008	Rosário oeste 14.50S 56.24W	38	1450.75±238.98 989.40-1926.40	0.055 168.0 1984	0.056 -0.218 -153.0	-5.937 (-)
1457000	Tapirapuã 14.51S 57.46W	34	1614.23±366.39 908.90-2438.50	0.002* 199.0 1996 (-) 527mm	0.030* -0.262 -147.0 (-)	-14.634 (-)
1457001	Tangará da serra 14.57S 57.29W	37	1865.87±386.64 1404.20-3413.90	0.021* 182.0 1997 (-) 340mm	0.082 -0.201 -134.0	-7.515 (-)
1456009	Parecis (BR-364) 14.92S 56.56W	37	1862.00±207.29 1356.20-2177.17	0.366 108.0 1988	0.631 -0.057 -38.0	0.578 (+)
1556005	Acorizal 15.12S 56.22W	31	1469.08±324.35 929.14-2388.90	0.019* 139.0 1992 (-) 344mm	0.008* -0.336 -156.0 (-)	-12.283 (-)
1557000	Porto estrela 15.19S 57.14W	38	1211.04±281.31 645.50-1755.88	0.081 159.0	0.842 0.024	0.934 (+)

				1994	17.0	
1556000	N. Sra da Guia 15.21S 56.14W	41	1626.07±541.44 900.70-3040.70	0.296 136.0 1983	0.956 -0.007 -6.0	-5.618 (-)
1558004	Alto Jauru 15.26S 58.35W	34	1401.39±280.55 881.30-2194.90	0.058 140.0 1982	0.174 -0.166 -93.0	-9.667 (-)
1555001	Chapada Guimarães 15.29S 55.43W	38	2282.13±419.56 1613.30-3333.92	0.098 154.0 2005	0.176 0.155 109.0	12.688 (+)
1556002	Cuiabá 15.37S 56.63W	32	1426.05±199.16 966.50-1767.10	0.694 66.0 1999	0.641 0.060 30.0	1.364 (+)
1556006	Fazenda Seco 15.39S 56.55W	37	1350.65±184.20 889.00-1710.10	0.772 76.0 1984	0.631 -0.057 -38.0	-1.563 (-)
1557001	Barra do Bugres 15.44S 57.11W	37	1528.21±267.61 1076.90-2005.80	0.398 106.0 1983	0.226 -0.141 -94.0	-4.078 (-)
1556001	Ns. Livramento 15.46S 56.21W	37	1367.78±282.30 787.30-2011.00	0.841 70.0 1983	0.846 -0.024 -16.0	0.121 (+)
1554006	Jaciara 15.59S 54.59W	38	1652.90±269.77 1139.12-2205.60	0.983 54.0 2003	0.784 -0.033 -23.0	0.721 (+)
83361	Cuiabá 15.61S 56.10W	33	1415.85±207.87 966.50-1829.60	0.764 64.0 2005	0.890 0.019 10.0	1.004 (+)
83405	Cáceres 16.05S 58.68W	35	1268.75±220.11 822.40-1874.30	0.488 90.0 1975	0.757 -0.039 -23.0	-2.339 (-)
1655002	Barão de Melgaço 16.11S 55.56W	40	1383.24±295.91 780.70-1950.00	0.570 104.0 1986	0.635 -0.054 -42.0	-2.527 (-)
1656002	Poconé 16.19S 56.32W	36	1304.15±216.51 949.10-1672.60	0.103 140.0 1984	0.457 -0.089 -56.0	-1.892 (-)
1654000	Rondonópolis 16.28S 54.39W	40	1411.15±223.40 1064.60-2082.80	0.400 120.0 1999	0.669 -0.049 -38.0	-2.073 (-)
1656001	Porto cercado 16.30S 56.22W	32	1213.94±238.27 693.10-1725.30	0.186 104.0 1997	0.430 -0.101 -50.0	-2.701 (-)
1654001	Santa Terezinha 16.40S 54.16W	39	1365.03±247.87 923.90-1952.00	0.195 140.0 1982	0.258 0.128 95.0	4.492 (+)
1655003	Taiamã 16.43S 55.21W	36	1318.65±201.47 968.10-1721.90	0.618 85.0 1997	0.849 -0.024 -15.0	-0.467 (-)
1654004	Santa escolástica 16.50S 54.24W	31	1637.15±464.29 940.50-3230.90	0.049* 124.0 2001 (-) 445mm	0.199 -0.166 -77.0	-6.489 (-)
1656004	São João 16.56S 56.38W	38	1274.49±218.82 701.50-1645.90	0.220 132.0 1980	0.549 0.070 49.0	-0.316 (-)
1754000	Itiquira 17.12S 54.82W	41	1881.03±357.04 1125.10-2571.00	0.012* 224.0 1987 (+) 362mm	0.001* 0.349 286.0 (+)	16.751 (+)
1755003	São Jerônimo 17.13S 55.59W	30	1160.31±254.79 617.30-1654.10	0.270 87.0 1997	0.135 -0.195 -85.0	-4.987 (-)
1756001	São José do Piquiri 17.17S 56.24W	32	1136.56±280.17 523.50-1637.30	0.021* 148.0 1997 (-) 287mm	0.026* -0.278 -138.0 (-)	-9.903 (-)
1756000	Ilha Camargo 17.33S 56.36W	38	1215.60±221.83 650.10-1775.50	0.215 132.0 1998	0.583 -0.064 -45.0	-3.388 (-)
1756003	Porto do Alegre 17.37S 56.58W	34	1207.57±210.75 711.40-1622.40	0.025* 158.0 1996	0.037* -0.253 -142.0	-6.182 (-)

				(-) 207mm	(-)	
1755001	União 17.47S 55.46W	31	1150.40±216.67 783.20-1719.02	0.123 108.0 1989	0.111 -0.204 -95.0	-6.178 (-)
1728	Robore 18.33S 59.76W	41	1127.20±247.90 651.70-2029.10	0.064 184.0 1992	0.268 -0.122 -100.0	-5.027 (-)
1683	Puerto Suarez 18.59S 57.49W	41	1082.12±225.75 429.53-1558.00	0.009* 230.0 1992 (-) 198mm	0.016* -0.261 -214.0 (-)	-6.908 (-)
1957006	Porto Esperança 19.36S 57.26W	30	929.12±249.21 309.42-1396.60	0.004* 153.0 1989 (-) 297mm	0.002* -0.398 -173.0 (-)	-10.992 (-)

Quadro 18. Chuva total acumulada, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de janeiro, fevereiro e março. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **ζ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Jan					Fev					Mar				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p ζ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p ζ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p ζ S t**	**RL cl t**
1456005	37	55.17±26.81 0.00-130.00	0.386 112.0 2000	0.651 0.111 4.0	2.368 (+)	37	61.44±26.77 22.00-140.00	0.023* 187.0 1987 (+)122mm	0.097 0.333 12.0	4.194 (+)	36	61.84±31.25 20.40-194.00	0.616 92.0 1985	0.291 0.222 8.0	1.840 (+)
1456003	39	63.74±22.62 19.40-126.20	0.827 79.0 1997	0.451 -0.167 -6.0	-0.912 (-)	39	59.84±25.99 16.40-123.00	0.335 122.0 2001	0.880 0.056 2.0	1.088 (+)	39	53.01±19.29 26.20-95.60	0.193 140.0 1986	0.175 0.278 10.0	1.404 (+)
1456001	40	334.06±125.57 117.80-648.50	0.725 90.0 1978	0.451 -0.167 -6.0	0.603 (+)	40	301.38±122.58 123.20-558.30	0.831 81.0 1976	0.451 -0.167 -6.0	-0.186 (-)	39	287.99±115.80 106.10-662.70	0.520 104.0 1982	0.651 0.111 4.0	-0.089 (-)
1456004	39	278.36±103.52 86.90-530.00	0.658 92.0 1992	0.880 0.056 2.0	-0.925 (-)	39	264.30±102.33 119.80-488.20	0.092 162.0 1990	0.451 0.167 6.0	2.271 (+)	39	237.54±88.24 63.10-466.00	0.531 102.0 1995	0.651 0.111 4.0	1.222 (+)
83309	39	277.68±108.09 94.10-520.40	0.267 130.0 2000.0	0.880 0.056 2.0	2.312 (+)	39	295.24±124.21 96.90-658.90	0.022* 196.0 1987 (+)121mm	0.451 0.167 6.0	3.984 (+)	39	255.16±100.53 103.40-638.30	0.326 123.0 1985	0.024* 0.444 16.0	2.182 (+)
1456008	38	231.14±80.74 48.20-378.50	0.737 83.0 1979	0.097 -0.333 -12.0	-0.043 (-)	38	238.09±117.21 21.40-588.50	0.363 114.0 2001	0.880 -0.056 -2.0	-0.626 (-)	38	211.15±78.48 34.00-367.90	0.780 79.0 1973	0.880 -0.056 -2.0	0.049 (+)
1457000	37	290.74±131.09 95.70-568.20	0.304 116.0 1990	0.773 0.167 2.0	-1.622 (-)	37	241.32±115.24 47.20-498.40	0.418 104.0 1996	0.773 -0.167 -2.0	-1.575 (-)	36	224.19±99.46 40.00-438.80	0.559 89.0 1978	0.149 0.50 6.0	0.653 (+)
1457001	38	326.04±117.33 35.90-568.20	0.103 151.0 1991	0.291 -0.222 -8.0	-2.364 (-)	37	266.27±116.22 56.70-606.50	0.803 74.0 1987	1.0 0.0 0.0	0.275 (+)	37	269.70±107.73 64.40-545.00	0.404 106.0 1976	0.880 -0.056 -2.0	0.117 (+)
1456009	37	317.08±97.99 132.00-508.70	0.175 132.0 1989	0.451 0.167 6.0	1.367 (+)	37	294.37±98.47 75.00-486.00	0.193 128.0 1987	0.291 0.222 8.0	1.933 (+)	37	295.69±86.25 125.60-454.10	0.175 133.0 1987	0.651 0.111 4.0	1.178 (+)
1556005	31	238.91±114.36 103.80-636.80	0.190 99.0 1992	0.043* -0.667 -8.0	-2.706 (-)	31	222.65±116.51 53.50-638.00	0.929 47.0 1994	0.773 0.167 2.0	0.189 (+)	31	189.33±80.00 54.10-402.60	0.229 94.0 2004	0.773 0.167 2.0	1.476 (+)
1557000	39	251.96±94.23	0.065	0.651	1.685	39	191.52±89.87	0.221	1.0	0.734	39	160.62±	0.534	0.451	-0.157

		56.30-433.20	170.0 1994	0.111 4.0	(+)		17.80-433.70	136.0 1980	0.0 0.0	(+)		6.70-486.90	102.0 1995	0.167 6.0	(-)
1556000	41	265.24±166.06 63.00-841.00	0.687 98.0 1989	0.880 -0.056 -2.0	-1.147 (-)	41	270.93±139.49 82.50-763.00	0.631 102 1983	1.0 0.0 0.0	-0.283 (-)	41	225.30±119.73 47.90-652.30	0.681 98.0 1975	1.0 0.0 0.0	1.363 (+)
1558004	34	201.10±62.66 93.90-342.00	0.063 139.0 2002	0.386 -0.333 -4.0	0.525 (+)	34	228.87±118.21 48.70-604.50	0.123 125.0 1996	0.009* -0.833 -10.0	-3.886 (-)	34	219.00±91.25 70.60-488.40	0.741 69.0 1976	0.773 -0.167 -2.0	-1.741 (-)
1555001	39	349.41±130.37 162.30-737.90	0.425 112.0 2002	0.651 -0.111 -4.0	1.965 (+)	38	363.13±155.48 116.00-838.00	0.016* 195.0 1992 (+)138mm	0.097 0.333 12.0	5.134 (+)	38	295.21±107.40 94.30-503.90	0.667 88.0 1980	0.175 -0.278 -10.0	-0.579 (-)
1556002	33	225.72±98.43 42.40-515.40	0.359 92.0 2006	0.773 -0.167 -2.0	1.468 (+)	33	227.18±92.32 35.00-463.90	0.673 70.0 2003	0.773 0.167 2.0	1.175 (+)	33	211.23±79.01 72.20-365.40	0.157 112.0 1977	0.043* 0.667 8.0	1.826 (+)
1556006	38	209.05±73.26 87.60-417.60	0.925 64.0 1984	0.291 -0.222 -8.0	-2.000 (-)	37	206.74±63.89 97.00-348.00	0.330 112.0 2001	0.451 0.167 6.0	1.166 (+)	37	204.75±69.93 92.40-355.30	0.550 94.0 1977	1.0 0.0 0.0	0.873 (+)
1557001	37	272.74±96.83 81.10-486.40	0.708 80.0 1983	0.291 -0.222 -8.0	-0.012 (-)	37	252.74±94.37 120.80-498.70	0.922 62.0 2005	1.0 0.0 0.0	0.830 (+)	37	206.25±94.87 85.10-506.60	0.508 96.0 2000	1.0 0.0 0.0	-0.336 (-)
1556001	40	228.92±89.95 55.10-516.70	0.374 123.0 2001	0.880 -0.056 -2.0	0.315 (+)	39	212.62±79.05 70.00-419.00	0.613 96.0 1986	0.451 -0.167 -6.0	0.290 (+)	40	230.64±140.97 44.20-762.00	0.246 138.0 1994	0.097 0.333 12.0	2.191 (+)
1554006	39	287.10±100.39 92.00-581.00	0.762 84.0 2002	0.880 -0.056 -2.0	1.908 (+)	38	235.96±100.60 89.00-490.60	0.205 134.0 2005	0.175 0.278 10.0	2.791 (+)	38	227.27±106.66 62.40-536.90	0.799 78.0 1995	0.880 0.056 2.0	-0.986 (-)
83361	34	227.49±94.46 42.20-408.70	0.521 84.0 2006	1.0 0.0 0.0	1.404 (+)	34	218.80±89.59 35.00-463.90	0.542 83.0 2003	0.773 0.167 2.0	1.383 (+)	34	214.58±82.80 72.20-365.40	0.542 149.0 1985	0.043* 0.667 8.0	2.073 (+)
83405	35	254.37±100.55 111.00-534.20	0.148 126.0 2004	0.773 -0.167 -2.0	0.526 (+)	35	193.96±92.27 59.40-472.30	0.145 126.0 1988	0.386 -0.333 -4.0	1.334 (+)	35	167.26±57.77 59.50-303.40	0.158 124.0 1985	0.773 0.167 2.0	1.243 (+)
1655002	40	258.88±94.23 66.20-483.10	0.245 137.0 2002	0.451 0.167 6.0	1.992 (+)	40	203.32±78.92 60.20-467.20	0.620 100.0 1986	0.880 -0.056 -2.0	-0.070 (-)	40	202.58±94.27 62.50-361.80	0.184 148.0 1978	0.651 0.111 4.0	0.800 (+)
1656002	36	214.91±75.14 71.00-388.60	0.152 132.0 2004	0.651 -0.111 -4.0	1.039 (+)	36	212.55±85.36 54.70-485.80	0.313 110.0 2004	0.880 0.056 2.0	1.591 (+)	36	175.78±74.41 55.50-318.70	0.589 87.0 1995	0.651 -0.111 -4.0	-0.204 (-)
1654000	40	264.00±99.62 89.30-550.00	0.270 135.0 1977	0.651 0.111 4.0	1.559 (+)	40	209.83±94.17 90.60-607.00	0.766 87.0 1985	0.651 0.111 4.0	-0.472 (-)	40	177.80±79.80 29.50-439.60	0.523 108.0 1980	0.651 0.111 4.0	0.408 (+)
1656001	34	217.55±116.17 0.00-604.90	0.958 50.0 1997	0.386 0.333 4.0	1.045 (+)	33	174.76±78.37 3.80-348.60	0.104 122.0 1999	0.773 -0.167 -2.0	0.699 (+)	33	158.37±73.79 16.70-434.70	0.294 98.0 1988	0.386 0.333 4.0	1.040 (+)

1654001	40	257.63±106.65 78.00-547.40	0.209 144.0 1976	1.0 0.0 0.0	1.585 (+)	40	205.34±98.23 0.00-509.60	0.499 110.0 1986	0.291 0.222 8.0	1.192 (+)	40	182.39±81.42 27.10-388.00	0.178 148.0 1980	0.880 0.056 2.0	1.307 (+)
1655003	38	220.12±85.83 94.50-383.00	0.609 93.0 1977	0.451 -0.167 -6.0	0.012 (+)	37	208.50±77.81 82.10-343.00	0.666 84.0 1975	1.0 0.0 0.0	0.536 (+)	36	180.47±60.44 81.00-335.00	0.334 108.0 1980	0.175 0.278 10.0	0.873 (+)
1654004	32	321.86±143.09 21.60-623.60	0.532 76.0 2005	1.0 0.0 0.0	0.028 (+)	32	257.81±172.62 21.70-782.00	0.529 76.0 1987	1.0 0.0 0.0	0.383 (+)	32	226.70±112.15 32.20-587.80	0.368 87.0 1983	0.149 0.5 6.0	1.593 (+)
1656004	39	214.29±105.62 28.00-441.80	0.683 90.0 1986	0.651 0.111 4.0	0.908 (+)	39	195.51±73.33 39.20-352.40	0.655 93.0 1989	0.880 -0.056 -2.0	-0.148 (-)	39	183.37±99.48 14.70-407.60	0.928 66.0 2000	0.880 -0.056 -2.0	0.001 (+)
1754000	41	312.81±111.88 114.80-569.00	0.053 190.0 1976	0.175 0.278 10.0	3.789 (+)	41	299.37±110.15 121.60-645.10	0.013* 226.0 1986 (+)103mm	0.175 0.278 10.0	4.762 (+)	41	260.15±98.41 77.40-530.20	0.044* 194.0 1986 (+)81mm	0.097 0.333 12.0	2.836 (+)
1755003	31	232.69±100.66 43.00-449.70	0.512 74.0 1987	1.0 0.0 0.0	-1.639 (-)	31	174.71±104.20 44.80-555.20	0.080 116.0 1986	0.149 -0.5 -6.0	-3.054 (-)	30	149.26±96.03 1.40-523.20	0.455 73.0 1999	0.773 -0.167 -2.0	1.570 (+)
1756001	33	219.30±84.97 93.60-437.00	0.763 64.0 1976	1.0 0.0 0.0	0.198 (+)	33	174.56±106.77 44.30-592.10	0.730 66.0 1987	0.386 -0.333 -4.0	0.543 (+)	33	165.01±83.17 14.50-355.30	0.580 76.0 1991	0.773 -0.167 -2.0	-0.836 (-)
1756000	39	215.17±102.18 41.80-480.50	0.276 129.0 1976	0.880 0.056 2.0	0.775 (+)	39	178.56±73.10 4.70-330.10	0.902 70.0 1975	0.651 -0.111 -4.0	0.137 (+)	39	181.69±94.79 30.40-530.30	0.521 104.0 1992	0.880 -0.056 -2.0	-0.760 (-)
1756003	33	209.85±80.53 79.30-373.60	0.029* 146.0 1991 (-) 77mm	0.043* -0.067 -8.0	-2.564 (-)	33	176.22±83.16 49.60-398.40	0.183 110.0 1995	0.386 -0.333 -4.0	-1.400 (-)	33	174.22±81.58 21.20-435.30	0.430 86.0 2000	0.773 0.167 2.0	-1.126 (-)
1755001	32	212.67±136.50 77.70-729.00	0.486 79.0 1989	0.773 -0.167 -2.0	-0.862 (-)	31	168.31±73.45 0.00-358.00	0.123 108.0 1995	1.0 0.0 0.0	-1.456 (-)	31	139.93±70.54 0.00-261.50	0.105 110.0 1999	0.773 0.167 2.0	1.896 (-)
1728	41	162.61±116.23 30.00-741.10	0.340 130.0 2004	0.097 -0.333 -12.0	-0.564 (-)	41	135.92±69.48 27.00-306.70	0.327 132.0 1995	0.291 -0.222 -8.0	-0.415 (-)	41	138.63±75.27 43.10-363.00	0.808 86.0 1974	0.880 0.056 2.0	0.181 (-)
1683	41	185.67±101.00 31.70-463.00	0.670 98.0 1998	0.651 0.111 4.0	-0.359 (-)	41	139.01±76.23 34.80-388.60	0.987 58.0 1992	1.0 0.0 0.0	0.569 (+)	41	124.34±67.35 20.90-316.20	0.130 164.0 1994	0.004* -0.056 -20.0 (+)	-1.198 (-)
1957006	33	143.79±84.15 14.40-347.10	0.260 102.0 1991	---	-1.693 (-)	32	112.62±54.28 26.40-211.00	0.149 109.0 1989	0.386 -0.333 -4.0	-1.219 (-)	33	107.52±65.85 17.80-256.40	0.963 46.0 1982	0.773 -0.167 -2.0	-0.024 (-)

Quadro 19. Chuva total acumulada, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de abril, maio e junho. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear. *p<0.05

	Abr					Mai					Jun				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
1456005	35	42.57±26.23 0.00-121.00	0.798 74.0 2000	0.651 0.111 4.0	0.170 (+)	35	32.86±25.42 0.00-105.10	0.127 140.0 1978	0.291 -0.222 -8.0	-1.142 (-)	35	8.44±11.17 0.00-36.00	0.678 83.0 1985	1.000 -0.012 0.0	-0.035 (-)
1456003	38	50.21±32.17 6.40-138.90	0.326 122.0 1998	0.651 -0.111 -4.0	-0.779 (-)	38	27.84±25.17 0.00-100.80	0.128 154.0 2004	0.175 -0.278 -10.0	-0.802 (-)	38	8.49±10.07 0.00-31.20	0.433 111.0 1999	0.874 0.056 2.0	-0.018 (-)
1456001	39	148.47±89.71 30.20-386.30	0.049* 178.0 1996 (-)69mm	0.760 -0.071 -3.0	-1.790 (-)	39	52.58±42.12 0.00-146.10	0.272 129.0 1997	0.291 -0.222 -8.0	-0.748 (-)	39	14.17±19.25 0.00-70.10	0.066 164.0 1997	---	-0.167 (-)
1456004	39	126.51±63.15 37.60-282.20	0.957 62.0 1976	1.0 0.0 0.0	0.060 (+)	39	37.02±42.83 0.00-149.00	0.995 49.0 2009	0.451 -0.167 -6.0	-0.464 (-)	39	8.89±15.26 0.00-70.40	0.892 67.0 1997	---	0.016 (+)
83309	39	132.69±80.87 0.00-346.50	0.902 70.0 1978	0.451 0.167 6.0	-0.172 (-)	38	59.91±57.86 1.60-276.60	0.052 170.0 1983	0.097 -0.333 -12.0	-1.402 (-)	39	13.23±18.10 0.00-70.20	0.452 109.0 1986	---	0.151 (+)
1456008	38	108.44±42.23 38.00-216.00	0.504 102.0 1999	0.880 0.056 2.0	-0.387 (-)	38	55.06±45.66 0.00-171.30	0.008* 207.0 1996 (-)46mm	0.097 -0.333 -12.0	-1.526 (-)	38	9.90±16.31 0.00-66.40	0.359 108 1997	---	0.002 (+)
1457000	36	130.22±73.90 13.00-276.60	0.060 153.0 1985	1.0 0.0 0.0	-2.386 (-)	36	60.49±65.64 0.00-277.80	0.162 130.0 1986	0.773 -0.167 -2.0	-1.595 (-)	38	15.36±24.15 0.00-111.40	0.109 148.0 1997	0.773 0.167 2.0	-0.127 (-)
1457001	38	155.45±88.85 10.70-522.30	0.117 150.0 1995	0.451 -0.167 -6.0	-1.154 (-)	38	60.74±61.92 0.00-277.80	0.038* 177.0 1998 (-)54mm	0.097 -0.333 -12.0	-1.992 (-)	38	12.21±16.92 0.00-61.60	0.180 135.0 1997	0.165 -0.303 -10.0	-0.224 (-)
1456009	37	144.81±80.22 54.90-416.60	0.744 78.0 1987	0.880 -0.056 -2.0	0.562 (+)	37	49.03±49.90 0.00-216.00	0.063 158.0 1978	0.050 -0.389 -14.0	-1.231 (-)	37	12.42±19.88 0.00-86.00	0.019* 178.0 1988 (+)10mm	---	0.222 (+)
1556005	31	112.24±71.01 6.80-304.60	0.594 68.0 2008	1.0 0.0 0.0	-1.409 (-)	31	45.53±32.64 0.00-122.60	0.283 90.0 2004	0.386 0.333 4.0	-0.123 (-)	31	12.92±18.61 0.00-68.20	0.812 54.0 1997	---	0.002 (+)

1557000	38	82.09±60.40 0.00-272.90	0.807 76.0 2005	0.651 -0.111 -4.0	-0.582 (-)	38	34.59±29.29 0.00-105.10	0.790 78.0 1990	0.175 -0.278 -10.0	-0.133 (-)	39	15.48±22.85 0.00-93.50	0.073 164.0 1997	---	-0.114 (-)
1556000	41	151.37±101.60 0.00-529.50	0.766 90.0 1973	0.291 -0.222 -8.0	0.300 (+)	41	60.85±65.64 0.00-364.90	0.079 180.0 1997	0.291 -0.222 -8.0	-1.937 (-)	41	19.51±33.33 0.00-140.30	0.352 127.0 1999	---	0.111 (+)
1558004	34	133.92±61.88 50.40-282.10	0.407 93.0 2004	0.386 0.333 4.0	-0.805 (-)	35	57.22±42.11 0.00-159.90	0.872 62.0 1983	0.043* -0.667 -8.0	-0.680 (-)	35	21.32±28.89 0.00-125.10	0.014* 169.0 1997 (-)16mm	1.0 0.0 0.0	-0.217 (-)
1555001	38	217.94±142.51 38.00-849.30	0.311 120.0 2005	0.880 -0.056 -2.0	3.245 (+)	38	90.38±65.20 0.00-268.40	0.606 93.0 1990	0.880 0.056 2.0	-0.240 (-)	38	28.26±35.31 0.00-162.80	0.067 162.0 1997	0.651 -0.111 -4.0	-0.216 (-)
1556002	33	123.77±59.27 34.80-276.80	0.087 126.0 1989	0.386 -0.333 -4.0	-1.263 (-)	33	51.73±41.78 2.40-157.50	0.022* 153.0 1986 (-)38mm	0.773 -0.167 -2.0	-1.383 (-)	33	15.90±22.79 0.00-75.00	0.638 72.0 1986	1.0 0.0 0.0	0.004 (+)
1556006	37	116.09±57.63 26.40-250.00	0.767 76.0 1973	0.880 -0.056 -2.0	-0.304 (-)	37	46.08±31.28 2.00-130.60	0.588 91.0 1983	0.651 -0.111 -4.0	-0.444 (-)	37	16.89±24.35 0.00-90.70	0.056 160.0 1997	0.090 -0.346 -12.0	-0.090 (-)
1557001	37	115.52±59.77 0.00-240.70	0.030* 174.0 1990 (-)47mm	0.651 -0.111 -4.0	-1.552 (-)	37	45.93±36.58 0.00-137.20	0.240 123.0 1997	0.291 -0.222 -8.0	-0.941 (-)	37	10.51±15.55 0.00-55.80	0.361 106.0 1997	---	-0.107 (-)
1556001	41	105.15±71.07 25.30-315.00	0.725 94.0 1995	0.291 0.222 8.0	-0.149 (-)	39	44.26±41.72 1.70-204.00	0.327 122.0 1978	0.451 -0.167 -6.0	-0.594 (-)	38	23.32±45.22 0.00-248.90	0.142 143.0 1985	0.440 0.167 6.0	0.578 (+)
1554006	38	117.22±63.94 14.70-306.10	0.002* 241.0 1998 (-)73mm	0.097 -0.333 -12.0	-2.861 (-)	38	41.45±34.83 0.00-110.20	0.016* 195.0 1987 (-)32mm	0.175 -0.278 -10.0	-1.280 (-)	38	12.08±18.11 0.00-65.10	0.685 84.0 1997	0.349 -0.194 -7.0	0.182 (+)
83361	35	119.51±56.59 26.20-231.20	0.055 148.0 1989	0.773 -0.167 -2.0	-1.456 (-)	34	53.11±45.63 2.40-211.30	0.029* 154.0 1986 (-)71mm	0.386 -0.333 -4.0	-1.465 (-)	34	16.95±23.83 0.00-75.00	0.996 38.0 1986	---	-0.060 (-)
83405	35	91.16±55.56 1.80-219.40	0.281 108.0 2000	0.773 0.167 2.0	-1.207 (-)	34	39.98±38.53 0.40-143.10	0.556 81.0 1995	0.773 -0.167 -2.0	-0.790 (-)	35	18.19±21.85 0.00-92.60	0.003* 197.0 1995 (-)22mm	0.773 -0.167 -2.0	-0.760 (-)
1655002	41	97.81±57.91 1.00-244.80	0.283 138.0 1989	0.451 -0.167 -6.0	-0.994 (-)	41	46.30±44.31 0.00-200.00	0.412 123.0 1987	0.880 0.056 2.0	-0.843 (-)	41	18.99±25.18 0.00-101.00	0.074 179.0 1997	0.349 -0.207 -7.0	-0.407 (-)
1656002	37	110.43±55.50 29.40-239.60	0.752 78.0 1997	0.451 -0.167 -6.0	-0.417 (-)	37	51.32±39.72 0.00-193.70	0.046* 166.0 1984	0.291 -0.222 -8.0	-1.195 (-)	37	13.33±23.54 0.00-107.30	0.499 96.0 1997	0.451 -0.167 -6.0	-0.420 (-)

								(-)35mm							
1654000	40	90.45±47.15 15.50-186.20	0.450 114.0 1995	0.291 -0.222 -8.0	-0.940 (-)	40	48.45±50.37 0.00-229.00	0.014* 215.0 1981 (-)48mm	0.024* -0.444 -16.0	-1.849 (-)	40	15.07±27.34 0.00-151.50	0.138 153.0 1997	---	0.131 (+)
1656001	33	90.09±58.55 12.40-313.70	0.275 100.0 1980	0.773 -0.167 -2.0	-0.461 (-)	34	43.09±39.13 0.00-184.30	0.025* 156.0 1980 (-)31mm	0.773 -0.167 -2.0	-0.745 (-)	33	12.70±19.60 0.00-74.00	0.013* 156.0 1999 (-)14mm	1.0 0.0 0.0	-0.304 (-)
1654001	40	87.35±57.13 0.00-220.00	0.700 93.0 1989	0.880 0.056 2.0	-0.603 (-)	40	40.29±38.99 0.00-183.50	0.699 93.0 1989	0.880 -0.056 -2.0	-0.129 (-)	40	11.50±22.85 0.00-125.10	0.212 131.0 1997	---	0.122 (+)
1655003	36	78.43±45.02 2.50-179.00	0.376 104.0 2002	1.0 0.0 0.0	-0.563 (-)	36	49.53±38.31 0.00-154.90	0.087 145.0 1987	0.291 -0.222 -8.0	-0.903 (-)	36	15.18±23.44 0.00-100.60	0.002* 205.0 1997 (-)20mm	0.029* -0.442 -15.0	-0.172 (-)
1654004	32	88.76±63.15 0.00-235.90	0.313 92.0 2001	1.0 0.0 0.0	-0.848 (-)	32	33.21±35.10 0.00-152.50	0.501 78.0 1982	1.0 0.0 0.0	-0.573 (-)	32	17.62±26.16 0.00-100.80	0.179 1997	---	-0.199 (-)
1656004	39	82.13±50.08 10.80-211.70	0.059 176.0 1992	0.291 -0.222 -8.0	-0.940 (-)	39	48.61±38.23 0.00-136.60	0.109 156.0 1995	0.651 -0.111 -4.0	-0.625 (-)	39	17.72±28.01 0.00-95.00	0.067 164.0 1997	---	-0.577 (-)
1754000	41	156.05±74.62 44.40-358.00	0.039* 196.0 1981 (+)68mm	0.880 0.056 2.0	1.936 (+)	41	61.11±36.46 10.40-140.60	0.034* 200.0 2002 (-)40mm	0.880 -0.056 -2.0	-0.929 (-)	41	26.00±38.20 0.00-176.80	0.706 96.0 1986	0.880 0.056 2.0	0.195 (+)
1755003	31	59.41±36.25 6.20-164.90	0.634 66.0 1983	1.0 0.0 0.0	0.228 (+)	31	44.95±34.63 0.00-136.10	0.249 93.0 1995	0.386 -0.333 -4.0	-0.663 (-)	31	10.29±15.74 0.00-58.30	0.102 107.0 1997	---	-0.285 (-)
1756001	34	64.52±43.45 0.00-217.00	0.055 141.0 1998	0.773 -0.167 -2.0	-1.306 (-)	34	43.34±33.40 0.00-112.80	0.713 71.0 2007	0.773 -0.167 -2.0	-0.189 (-)	34	20.62±33.43 0.00-163.60	0.200 112.0 1997	---	-0.622 (-)
1756000	40	77.61±50.15 0.00-208.80	0.463 113.0 1992	1.0 0.0 0.0	-0.382 (-)	39	51.29±31.51 3.20-131.80	0.103 161.0 1997	0.880 -0.056 -2.0	-0.751 (-)	39	14.34±22.57 0.00-92.40	0.935 65.0 1984	0.877 0.056 2.0	-0.289 (-)
1756003	34	80.44±54.18 4.00-271.00	0.072 137.0 1992	0.149 -0.5 -6.0	-0.928 (-)	35	58.63±60.03 0.00-349.60	0.183 120.0 1991	0.773 0.167 2.0	-1.270 (-)	35	20.09±29.11 0.00-128.80	0.169 121.0 1985	0.149 -0.5 -6.0	-0.815 (-)
1755001	31	66.28±51.59 0.00-209.00	0.991 36.0 1986	0.773 0.167 2.0	0.330 (+)	32	41.51±39.37 0.00-148.70	0.577 73.0 1980	0.773 -0.167 -2.0	-1.169 (-)	34	22.18±33.65 0.00-136.30	0.239 106.0 1999	0.386 0.333 4.0	-0.182 (-)
1728	41	89.71±49.03 5.20-213.30	0.721 94.0 1976	1.0 0.0 0.0	0.316 (+)	41	67.94±46.76 6.40-190.00	0.912 74.0 2005	0.651 0.111 4.0	-0.364 (-)	41	39.33±32.81 0.00-130.60	0.009* 231.0 1983	0.067 -0.374 -13.0	-1.245 (-)

													(-)32mm		
1683	41	70.57±52.71 2.50-273.00	0.546 110.0 1998	0.451 0.167 6.0	-0.521 (-)	41	56.14±42.21 0.20-166.00	0.564 108.0 1997	0.651 -0.111 -4.0	-0.453 (-)	41	26.72±30.44 0.00-110.00	0.044* 196.0 1977 (-)49mm	0.097 -0.333 -12.0	-1.127 (-)
1957006	32	48.82±33.13 0.00-143.60	0.817 58.0 1990	0.386 0.333 4.0	-0.048 (-)	33	59.83±45.68 0.00-212.70	0.092 127.0 1989	0.386 -0.333 -4.0	-1.189 (-)	33	28.08±41.63 0.00-212.90	0.687 67.0 2005	---	-0.191 (-)

Quadro 20. Chuva total acumulada, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de julho, agosto e setembro. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Jul					**Ago**					**Set**				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
1456005	35	9.11±19.52 0.00-103.00	0.437 89.0 1975	---	-0.017 (-)	36	15.26±18.00 0.00-62.00	0.994 46.0 2003	0.871 -0.056 -2.0	0.051 (+)	36	32.52±21.15 0.00-81.70	0.280 118.0 1982	0.451 -0.167 -6.0	-0.494 (-)
1456003	39	6.07±9.70 0.00-30.40	0.448 104.0 1979	---	-0.192 (-)	39	12.04±14.38 0.00-49.10	0.608 95.0 2004	0.749 -0.096 -3.0	0.061 (+)	38	27.79±26.36 0.00-121.40	0.709 88.0 2006	1.0 -0.015 -1.0	-0.256 (-)
1456001	40	7.39±13.38 0.00-57.40	0.894 69.0 2000.0	---	-0.034 (-)	41	24.06±40.47 0.00-204.20	0.698 94.0 1978	0.874 -0.031 -2.0	0.015 (+)	41	65.09±55.54 0.00-226.70	0.609 104.0 1994	0.880 -0.056 -2.0	-0.462 (-)
1456004	39	6.30±13.27 0.00-67.00	0.571 82.0 2001	---	0.194 (+)	40	14.08±17.31 0.00-65.60	0.683 92.0 1978	---	0.133 (+)	40	56.90±45.91 0.00-205.60	0.356 124.0 1993	0.651 -0.111 -4.0	-0.544 (-)
83309	39	10.29±21.09 0.00-103.50	0.518 91.0 1975	---	-0.057 (-)	39	22.74±33.73 0.00-140.50	0.997 48.0 2003	1.0 0.015 1.0	0.017 (+)	39	77.38±65.35 0.00-253.80	0.196 140.0 1982	0.880 -0.056 -2.0	-0.796 (-)
1456008	38	9.65±17.41 0.00-82.70	0.777 73.0 1994	---	0.221 (+)	38	12.21±18.12 0.00-65.60	0.824 72.0 1974	---	0.117 (+)	38	58.86±48.04 0.00-230.80	0.372 113.0 1986	0.291 -0.222 -8.0	-1.146 (-)
1457000	38	9.38±13.59 0.00-49.70	0.428 106.0 1994	---	-0.197 (-)	38	27.21±34.66 0.00-150.10	0.941 62.0 1972	---	-0.621 (-)	37	62.83±51.62 0.90-250.80	0.924 62.0 1994	0.386 0.333 4.0	-0.545 (-)

1457001	38	11.98±18.42 0.00-61.80	0.108 143.0 1988	---	0.348 (+)	38	23.26±26.02 0.00-96.40	0.954 60.0 1988	1.0 -0.015 -1.0	-0.013 (-)	38	74.43±59.70 0.00-283.60	0.228 130.0 2001	1.0 0.0 0.0	-0.920 (-)
1456009	37	12.71±24.10 0.00-91.20	0.476 96.0 1973	---	-0.447 (-)	37	16.41±24.33 0.00-90.50	0.214 122.0 1984	0.749 0.108 3.0	0.338 (+)	37	53.02±46.70 0.00-173.80	0.269 118.0 1986	1.0 -0.040 -1.0	-0.570 (-)
1556005	31	7.48±12.87 0.00-52.30	0.596 60.0 2003	---	0.059 (+)	31	18.08±26.18 0.00-96.20	0.322 86.0 1994	---	-0.513 (-)	31	54.77±54.15 0.00-259.40	0.506 74.0 1982	0.773 .0.167 -2.0	-0.416 (-)
1557000	39	9.48±12.91 0.00-48.40	0.995 46.0 2006	---	0.174 (+)	39	18.10±22.18 0.00-84.40	0.833 76.0 1981	0.532 0.151 5.0	0.048 (+)	39	39.63±38.47 0.00-168.00	0.276 128.0 1992	0.097 -0.333 -12.0	-0.504 (-)
1556000	41	8.32±12.84 0.00-46.50	0.674 89.0 1975	---	-0.113 (-)	41	14.09±20.58 0.00-86.70	0.711 92.0 2001	---	0.085 (+)	41	63.16±57.49 0.00-271.00	0.166 1560. 1983	0.291 -0.222 -8.0	-1.520 (-)
1558004	35	15.81±25.13 0.00-105.00	0.454 86.0 1979	---	-0.396 (-)	35	14.99±19.46 0.00-74.30	0.609 80.0 2007	---	0.112 (+)	35	49.89±42.91 0.00-195.40	0.265 110.0 1986	0.149 -0.500 -6.0	-1.245 (-)
1555001	38	23.49±32.62 0.00-147.00	0.209 130.0 2006	1.0 0.003 1.0	0.129 (+)	38	20.32±28.39 0.00-152.80	0.588 93.0 2002	0.643 -0.099 -4.0	-0.099 (-)	38	72.89±64.84 0.00-257.60	0.032* 180.0 1994 (-)52mm	0.291 -0.222 -8.0	-1.308 (-)
1556002	33	16.87±29.86 0.00-142.10	0.913 53.0 2003	0.386 -0.333 -4.0	-0.083 (-)	33	17.78±28.39 0.00-102.40	0.490 80.0 1988	---	0.257 (+)	33	58.46±40.91 1.20-173.00	0.053 137.0 1983	0.386 -0.333 -4.0	-0.862 (-)
1556006	37	7.91±10.05 0.00-33.00	0.507 96.0 1985	1.0 -0.010 1.0	0.064 (+)	37	16.96±19.11 0.00-74.20	0.831 71.0 1994	1.0 0.015 1.0	0.166 (+)	37	49.90±38.95 0.50-168.60	0.287 116.0 1985	0.024* -0.444 -16.0	-0.645 (-)
1557001	37	9.16±14.82 0.00-61.30	0.980 50.0 1994	1.0 0.028 1.0	0.044 (+)	37	26.18±28.89 0.00-108.00	0.970 0.068 2.0	0.877 55.0 1983	-0.319 (-)	37	62.53±47.08 1.50-207.70	0.012* 194.0 1993 (-)44mm	0.024* -0.44 -16.0	-1.231 (-)
1556001	38	6.48±12.15 0.00-53.90	0.768 77.0 1998	---	-0.038 (-)	39	15.83±29.21 0.00-167.10	0.887 70.0 2002	---	-0.055 (-)	39	49.85±50.14 0.00-245.00	0.034* 185.0 1985 (-)36mm	1.0 -0.015 -1.0	-1.036 (-)
1554006	39	7.38±12.78 0.00-45.50	0.599 86.0 2001	---	0.101 (+)	40	10.99±20.20 0.00-102.00	0.196 137.0 1990	---	-0.229 (-)	39	59.25±41.78 1.10-190.60	0.001* 252.0 1992 (-)41mm	0.291 -0.222 -8.0	-1.268 (-)
83361	34	15.11±23.54 0.00-90.60	0.826 63.0 1979	0.386 -0.333 -4.0	-0.152 (-)	34	17.50±28.10 0.00-102.40	0.477 86.0 1988	---	0.242 (+)	34	52.21±40.53 1.20-153.70	0.067 139.0 1983	0.386 -0.333 -4.0	-0.787 (-)
83405	35	19.20±29.75 0.00-142.90	0.812 66.0	---	-0.444 (-)	35	16.35±22.21 0.00-93.20	0.450 93.0	---	-0.116 (-)	35	43.03±38.49 0.00-130.50	0.862 63.0	1.0 0.0	0.044 (+)

			1972					2002					2006	0.0	
1655002	41	10.32±16.15 0.00-57.20	0.486 113.0 1998	0.429 -0.179 -6.0	0.176 (+)	41	15.38±29.39 0.00-138.50	0.989 55.0 1983	---	-0.339 (-)	41	61.56±49.34 0.00-237.00	0.170 156.0 2001	0.651 -0.111 -4.0	-0.856 (-)
1656002	37	10.82±19.22 0.00-87.90	0.199 124.0 1997	---	0.277 (+)	37	11.78±17.88 0.00-64.20	0.840 70.0 1986	0.874 -0.056 -2.0	-0.153 (-)	37	57.14±52.68 0.00-272.60	0.023* 180.0 1986 (-)46mm	0.097 -0.33 -12.0	-1.558 (-)
1654000	40	8.35±12.99 0.00-50.30	0.623 96.0 1983	---	-0.166 (-)	40	11.54±26.72 0.00-156.20	0.950 64.0 2002	0.950 0.068 2.0	-0.427 (-)	41	64.06±73.73 0.00-433.90	0.492 116.0 2000	0.880 0.056 2.0	-0.625 (-)
1656001	34	10.59±15.79 0.00-52.00	0.555 79.0 1980	---	0.038 (+)	35	11.87±21.44 0.00-112.00	0.802 67.0 1987	---	-0.242 (-)	36	38.23±36.71 0.00-184.10	0.483 94.0 1981	0.280 -0.235 -8.0	-0.702 (-)
1654001	39	7.61±13.43 0.00-50.20	0.829 70.0 1979	---	-0.074 (-)	39	12.76±18.99 0.00-70.00	0.846 72.0 2003	---	-0.171 (-)	39	52.41±49.35 0.00-202.00	0.725 86.0 2001	1.0 0.0 0.0	-0.400 (-)
1655003	36	12.39±20.18 0.00-87.00	0.336 97.0 1999	---	-0.079 (-)	36	14.06±29.36 0.00-144.00	0.941 55.0191 983	0.749 0.121 3.0	-0.126 (-)	36	44.59±29.12 0.00-101.00	0.511 93.0 2001	0.451 -0.167 -6.0	-0.478 (-)
1654004	32	4.77±8.30 0.00-33.00	0.512 64.0 1983	---	-0.168 (-)	31	16.20±30.97 0.00-110.70	0.526 68.0 2002	---	-0.588 (-)	31	67.00±59.73 0.00-278.00	0.005* 158.0 2001 (-)56mm	0.386 -0.333 -4.0	-2.397 (-)
1656004	39	11.77±18.11 0.00-69.00	0.521 95.0 1985	---	-0.305 (-)	39	20.18±33.69 0.00-148.90	0.147 144.0 1989	---	-0.544 (-)	39	49.72±41.80 0.00-160.20	0.800 80.0 1986	0.451	-0.289 (-)
1754000	41	12.34±14.99 0.00-57.80	0.148 156.0 1990	0.029* -0.417 -15.0	-0.257 (-)	41	23.55±33.73 0.00-130.90	0.601 104.0 1978	0.877 0.056 2.0	0.156 (+)	41	81.63±63.63 4.40-246.50	0.480 116.0 2001	1.0 0.0 0.0	-0.545 (-)
1755003	31	16.81±27.61 0.00-101.50	0.746 56.0 1998	---	-0.186 (-)	30	10.12±14.26 0.00-42.00	0.405 74.0 1984	---	-0.358 (-)	32	48.29±45.23 0.00-148.90	0.325 91.0 2001	0.386 0.333 4.0	-0.698 (-)
1756001	33	19.12±30.21 0.00-138.20	0.053 130.0 1989	---	-0.579 (-)	34	17.51±28.84 0.00-126.00	0.736 69.0 2003	---	0.020 (+)	34	49.97±47.79 0.00-144.50	0.273 104.0 1998	0.773 0.167 2.0	-0.779 (-)
1756000	39	13.89±22.00 0.00-70.90	0.548 96.0 1987	---	-0.354 (-)	39	13.19±22.01 0.00-105.90	0.830 76.0 1987	1.0 -0.025 0.0	-0.260 (-)	39	49.29±42.87 0.00-159.60	0.606 96.0 1986	0.880 0.056 2.0	-0.262 (-)
1756003	35	15.21±25.99 0.00-113.90	0.080 134.0 1990	---	-0.342 (-)	35	20.38±28.56 0.00-105.00	0.655 78.0 1986	0.386 -0.333 -4.0	-0.047 (-)	35	62.38±49.23 0.00-175.00	0.062 144.0 1992	0.386 0.333 4.0	-1.042 (-)
1755001	34	13.21±22.67 0.00-98.20	0.090 126.0	---	-0.371 (-)	34	18.51±28.03 0.00-120.40	0.947 50.0	---	-0.142 (-)	34	47.58±46.53 0.00-180.20	0.205 112.0	0.149 -0.5	-1.044 (-)

			1985					2009					1986	-6.0	
1728	41	24.45±24.50 0.00-93.50	0.460 118.0 2002	0.651 -0.111 -4.0	0.254 (+)	41	32.82±37.03 0.00-174.70	0.276 139.0 1993	0.451 -0.167 -6.0	-0.804 (-)	41	46.00±41.37 0.00-135.00	0.226 147.0 1986	0.451 -0.167 -6.0	-0.839 (-)
1683	41	24.09±31.09 0.00-149.60	0.875 79.0 1977	1.0 0.0 0.0	-0.044 (-)	41	28.83±38.68 0.00-152.90	0.327 0.327 1989	0.542 -0.139 -5.0	-0.453 (-)	41	44.37±42.83 0.00-158.60	0.166 156.0 2005	0.880 -0.056 -2.0	-0.881 (-)
1957006	32	21.78±39.85 0.00-172.00	0.063 119.0 1999	---	0.235 (+)	30	28.10±42.49 0.00-186.00	0.004* 150.0 1989 (-)38mm	0.386 -0.333 -4.0	-1.190 (-)	30	48.47±56.18 0.00-264.00	0.395 77.0 1976	0.386 0.333 4.0	-1.466 (-)

Quadro 21. Chuva total acumulada, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de outubro, novembro e dezembro. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Out					**Nov**					**Dez**				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
1456005	36	51.46±24.01 20.00-123.20	0.089 152.0 2002	0.451 -0.167 -6.0	0.842 (+)	36	55.22±24.95 12.00-139.20	0.089 86.0 1991	0.451 0.167 6.0	0.456 (+)	36	56.08±24.32 7.40-120.00	0.519 96.0 1980	0.291 -0.222 -8.0	-0.419 (-)
1456003	38	51.00±27.85 9.80-160.30	0.217 136.0 2004	0.651 0.111 4.0	1.013 (+)	38	49.49±20.93 17.30-123.20	0.172 144.0 1983	0.291 -0.222 -8.0	-2.090 (-)	39	63.11±21.01 24.60-135.60	0.253 132.0 2001	0.291 -0.222 -8.0	-1.187 (-)
1456001	41	170.40±80.83 29.10-419.10	0.996 52.0 1980	1.0 0.0 0.0	0.268 (+)	41	221.64±93.25 58.10-531.20	0.901 76.0 1988	0.880 -0.056 -2.0	-0.637 (-)	41	303.80±110.80 105.20-572.40	0.272 140.0 1993	0.451 -0.167 -6.0	-2.165 (-)
1456004	40	130.49±63.39 22.20296.90-	0.061 180.0 1983	0.451 0.167 6.0	1.304 (+)	40	223.12±85.87 81.20-385.60	0.313 129.0 1988	0.451 -0.167 -6.0	-1.744 (-)	40	270.67±93.17 83.60-484.70	0.658 96.0 1977	0.360 0.182 7.0	1.091 (+)
83309	39	169.76±69.14 62.60-341.60	0.053 176.0 2002	0.451 0.167 -6.0	1.010 (+)	39	222.57±86.93 57.00-450.00	0.650 92.0 1991	0.880 0.056 2.0	0.445 (+)	39	245.08±105.69 7.40-405.90	0.387 116.0 1980	0.880 0.056 2.0	0.054 (+)
1456008	38	117.75±52.24 15.50-252.50	0.837 74.0 1983	1.0 0.0 0.0	0.339 (+)	38	182.15±80.78 60.40-398.60	0.439 107.0 1983	0.291 -0.222 -8.0	-0.780 (-)	38	216.38±90.19 25.40-432.10	0.102 153.0 1989	0.127 -0.318 -11.0	-2.164 (-)

1457000	37	131.27±76.92 34.60-325.50	0.114 144.0 1997	0.773 0.167 2.0	-1.016 (-)	38	180.47±97.96 17.10-462.30	0.065 166.0 1998	0.149 -0.5 -6.0	-2.755 (-)	40	260.42±123.00 58.30-598.60	0.274 135.0 1998	0.773 0.167 2.0	-0.904 (-)
1457001	38	162.55±112.50 25.00-614.30	0.717 84.0 2000	0.880 -0.056 -2.0	0.210 (+)	38	219.47±112.42 55.50-628.90	0.211 133.0 2004	0.880 -0.056 -2.0	-1.905 (-)	39	281.66±89.66 103.00-562.70	0.326 122.0 1979	1.0 0.0 0.0	0.047 (+)
1456009	37	166.39±73.86 18.20-387.80	0.821 73.0 1985	1.0 0.0 0.0	-0.442 (-)	37	215.94±99.17 28.30-421.00	0.520 96.0 1985	0.651 -0.111 -4.0	-1.237 (-)	37	283.78±99.26 72.00-500.00	0.443 102.0 2005	0.880 -0.056 -2.0	-1.054 (-)
1556005	31	134.98±62.61 48.10-310.10	0.689 63.0 1992	0.386 -0.333 -4.0	0.281 (+)	31	193.04±114.06 73.20-624.20	0.045* 126.0 1983 (-)146mm	0.386 -0.333 -4.0	-3.916 (-)	31	239.15±141.03 57.60-752.60	0.106 111.0 1989	0.386 -0.333 -4.0	-5.207 (-)
1557000	39	85.36±44.69 16.30-213.30	0.162 147.0 1977	0.651 0.111 4.0	0.981 (+)	39	144.96±76.90 24.50-363.40	0.532 103.0 1976	0.760 -0.071 -3.0	-0.822 (-)	39	179.15±79.87 27.40-361.20	0.322 124.0 1993	0.451 0.167 6.0	0.206 (+)
1556000	41	119.49±74.43 2.10-326.00	0.846 82.0 2008	0.651 -0.111 -4.0	-0.558 (-)	41	193.12±114.72 57.00-559.00	0.197 150.0 1983	0.050 -0.389 -14.0	-1.791 (-)	41	234.70±119.16 44.10-563.30	0.238 145.0 1989	0.024* -0.444 -16.0	-0.127 (-)
1558004	35	108.93±55.78 16.80-246.20	0.659 78.0 1982	0.773 0.167 2.0	-0.451 (-)	35	155.98±62.39 17.20-307.00	0.707 74.0 2001	0.773 0.167 2.0	-0.111 (-)	35	190.74±96.97 45.10-498.20	0.630 80.0 1982	0.149 -0.5 -6.0	-0.311 (-)
1555001	38	195.40±76.16 75.50-433.90	0.086 159.0 1980	0.291 -0.222 -8.0	-1.049 (-)	38	260.61±93.11 96.70-529.90	0.392 111.0 1988	0.651 -.0111 -4.0	-0.345 (-)	38	361.26±154.10 152.60-768.30	0.029* 183.0 2004 (+)241mm	0.097 0.333 12.0	6.224 (+)
1556002	33	112.12±40.63 37.20-188.20	0.060 134.0 1995	1.0 0.0 0.0	0.813 (+)	33	168.24±63.02 68.30-300.60	0.965 46.0 2004	0.149 0.5 6.0	-0.180 (-)	33	199.76±82.31 60.40-427.30	0.796 62.0 1998	0.773 0.197 2.0	-0.129 (-)
1556006	37	111.78±47.69 32.20-241.10	0.463 100.0 1984	0.880 0.056 2.0	-0.414 (-)	37	162.21±60.56 62.60-311.90	0.157 136.0 1985	0.175 -0.278 -10.0	-1.136 (-)	37	204.16±80.12 86.70-436.70	0.676 84.0 1998	0.651 -0.111 -4.0	-0.825 (-)
1557001	37	103.95±42.74 15.60-215.70	0.869 68.0 1990	1.0 0.04 1.0	0.257 (+)	37	176.96±80.92 47.50-399.70	0.722 80.0 1984	1.0 0.0 0.0	-1.177 (-)	37	245.74±93.66 70.20-482.80	0.845 70.0 1992	1.0 0.0 0.0	0.465 (+)
1556001	39	95.72±54.57 0.00-209.70	0.201 139.0 1995	0.175 0.278 10.0	0.749 (+)	39	155.05±81.19 47.00-350.70	0.068 172.0 1983	1.0 0.0 0.0	-1.644 (-)	41	192.82±95.62 57.20-453.30	0.702 96.0 1981	1.0 0.0 0.0	-0.165 (-)
1554006	39	161.86±68.50 49.10-362.40	0.044* 180.0 1989 (+)51mm	0.291 0.222 8.0	1.544 (+)	39	206.82±96.08 37.00-443.00	0.654 93.0 1985	0.880 0.056 2.0	-0.495 (-)	39	284.41±122.48 75.30-632.60	0.656 93.0 1985	0.291 0.222 8.0	1.121 (+)
83361	34	110.43±43.86 14.60-188.20	0.099 130.0 1995	1.0 0.0 0.0	0.796 (+)	34	172.50±69.59 70.10-369.60	0.972 48.0 2004	0.773 0.167 2.0	-0.479 (-)	34	198.36±82.50 73.20-427.30	0.864 0.167 2.0	0.773 60.0 2002	-0.331 (-)

83405	36	84.64±47.26 8.40-213.00	0.629 84.0 1981	0.451 -0.167 -6.0	0.391 (+)	35	138.33±70.42 32.90-355.00	0.085 140.0 1984	0.386 -0.333 -4.0	-1.437 (-)	35	205.75±87.30 69.20-430.50	0.411 96.0 1999	0.773 0.167 2.0	-1.015 (-)
1655002	41	111.49±52.79 6.50-287.00	0.744 92.0 2001	0.880 -0.056 -2.0	0.048 (+)	41	152.71±65.61 41.60-303.40	0.086 176.0 1984	0.175 -0.278 -10.0	-1.381 (-)	40	198.46±83.22 46.20-404.00	0.668 96.0 1982	0.451 -0.167 -6.0	-0.614 (-)
1656002	37	94.87±51.21 4.30-238.40	0.535 94.0 1976	0.651 0.111 4.0	0.309 (+)	37	154.60±63.80 56.40-305.30	0.169 132.0 2001	0.451 -0.167 -6.0	-0.972 (-)	37	195.65±77.43 63.70-380.20	0.740 78.0 1981	0.451 -0.167 -6.0	-0.094 (-)
1654000	41	118.97±51.76 28.10-231.20	0.020* 216.0 1989 (+)48mm	0.175 0.278 10.0	1.733 (+)	40	170.80±66.21 63.90-321.40	0.341 126.0 1990	0.880 0.056 2.0	-1.282 (-)	41	242.81±64.497 1.10-376.20	0.972 64.0 2009	1.0 0.0 0.0	-0.065 (-)
1656001	34	92.61±52.33 0.00-211.10	0.272 106.0 2001	0.386 -0.333 -4.0	0.546 (+)	33	163.18±81.11 23.40-428.50	0.004* 178.0 1998 (-)88mm	0.386 -0.333 -4.0	-1.984 (-)	32	180.51±74.97 16.00-339.20	0.472 79.0 1998	0.386 0.333 4.0	-0.388 (-)
1654001	39	111.19±50.19 33.60-242.00	0.515 104.0 1984	0.451 0.167 6.0	0.497 (+)	40	156.71±60.89 17.80-284.00	0.105 164.0 1982	1.0 0.0 0.0	1.070 (+)	40	241.29±96.61 31.10-467.00	0.504 110.0 1982	0.880 -0.056 -2.0	0.100 (+)
1655003	37	96.01±53.60 0.00-198.20	0.372 108.0 2002	0.880 0.056 2.0	0.297 (+)	37	166.26±85.87 54.00-407.30	0.198 130.0 1993	0.291 0.222 8.0	1.253 (+)	37	224.19±95.09 39.00-587.50	0.528 94.0 1983	0.175 -0.278 -10.0	-0.936 (-)
1654004	31	119.49±73.01 24.80-368.40	0.905 48.0 2003	0.149 0.5 6.0	0.813 (+)	32	182.41±127.81 11.20-790.50	0.134 112.0 1989	0.149 -0.5 -6.0	-1.223 (-)	32	299.60±186.74 17.60-1036.80	0.113 116.0 2001	1.0 0.0 0.0	-3.241 (-)
1656004	39	99.56±53.95 9.70-335.60	0.015* 206.0 1999 (+)62mm	0.175 0.278 10.0	1.921 (+)	39	150.45±74.21 17.10-296.90	0.838 77.0 2001	0.880 -0.056 -2.0	0.126 (+)	39	198.14±67.98 100.30-357.90	0.578 99.0 1997	0.880 0.056 2.0	-0.205 (-)
1754000	41	140.08±40.80 38.60-239.70	0.022* 210.0 1998 (+)37mm	0.451 0.167 6.0	1.326 (+)	41	204.80±65.80 90.00-385.00	0.826 84.0 2003	0.451 -0.167 -6.0	0.079 (+)	41	303.13±105.94 129.20-550.00	0.076 180.0 1986	0.651 0.111 4.0	3.404 (+)
1755003	32	98.01±82.25 0.00-475.00	0.268 96.0 1980	0.773 0.167 2.0	0.982 (+)	33	154.01±111.94 16.60-588.20	0.269 100.0 2001	1.0 0.0 0.0	-1.212 (-)	33	170.26±66.32 23.90-311.70	0.273 100.0 1994	0.773 -0.167 -2.0	-1.139 (-)
1756001	33	86.36±52.40 15.70-267.40	0.583 76.0 2004	1.0 0.0 0.0	-0.006 (-)	33	151.60±83.22 0.50-327.00	0.115 120.0 1983	0.149 -0.5 -6.0	-2.114 (-)	33	179.82±69.86 72.50-456.20	0.375 91.0 1994	0.773 -0.167 -2.0	-0.560 (-)
1756000	39	90.93±53.38 0.00-242.60	0.511 104.0 1993	0.451 0.167 6.0	0.413 (+)	39	142.77±64.25 12.40-319.40	0.573 100.0 1984	0.651 -0.111 -4.0	-0.964 (-)	40	188.94±59.68 94.00-318.70	0.381 122.0 1982	0.651 -0.111 -4.0	-0.884 (-)
1756003	35	90.53±51.08 0.00-224.30	0.518 88.0	0.149 0.5	0.489 (+)	35	127.50±64.61 0.00-284.80	0.413 96.0	0.386 -0.333	-0.179 (-)	35	194.76±77.44 53.00-431.80	0.849 64.0	0.773 0.167	-0.061 (-)

			1986	6.0				1984	-4.0				2009	2.0	
1755001	34	82.23±43.41 13.10-169.00	0.371 95.0 2000	0.149 -0.5 -6.0	0.048 (+)	35	156.18±81.67 0.30-383.80	0.715 74.0 2001	0.386 -0.333 -4.0	-1.287 (-)	35	175.25±78.97 30.00-362.00	0.098 136.0 1994	1.0 0.0 0.0	-2.148 (-)
1728	41	97.82±53.86 19.30-261.60	0.172 156.0 1987	0.097 -0.333 -12.0	-0.880 (-)	41	137.36±78.36 27.10-363.80	0.641 101.0 2001	0.760 -0.096 -3.0	-0.385 (-)	41	154.59±83.37 33.60-449.30	0.259 142.0 1984	0.175 -0.278 -10.0	-0.284 (-)
1683	41	92.86±51.81 19.90-230.80	0.241 142.0 1995	0.175 -0.278 -10.0	-0.779 (-)	41	121.78±64.21 16.00-276.10	0.077 180.0 2001	0.175 -0.278 -10.0	-1.599 (-)	41	164.05±81.71 33.00-386.60	0.843 82.0 1994	0.880 -0.056 -2.0	-0.064 (-)
1957006	31	64.29±47.77 0.00-145.60	0.455 76.0 1982	0.149 -0.5 -6.0	-0.496 (-)	30	119.36±60.97 9.10-249.20	0.154 98.0 1982	0.773 0.167 2.0	-1.979 (-)	31	135.62±81.30 0.00-385.00	0.597 68.0 2007	0.773 -0.167 -2.0	-1.689 (-)

Quadro 22. Cota média anual das estações fluviométricas da região hidrológica no interior e a montante do sitio Ramsar PARNA Pantanal no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

Estação	Nome Coordenadas	n	μ± σ Min-Max	PTT p k ano t	MK p Ƭ S t	RL cl t
66160000	Quebo 14.65S 56.13W	38	218.02±59.17 157.33-404.50	0.072 162.0 1995	0.242 -0.134 -94.0	-0.835 (-)
66250001	Rosário Oeste 14.83S 56.41W	37	165.21±30.21 81.17-215.42	0.380 108.0 1977	0.707 0.045 30.0	-0.024 (-)
66050000	Tapirapuã 14.85S 57.77W	32	126.40±17.12 86.60-177.45	0.199 103.0 1997	0.987 0.000 0.000	0.087 (+)
66010000	Barra Do Bugres 15.08S 57.18W	39	193.02±47.35 71.67-295.64	0.031* 188.0 1995 (-) 35cm	0.141 -0.166 -123.0	-0.526 (-)
66008000	Jauquara 15.17S 57.08W	37	136.67±25.10 70.42-195.75	0.480 98.0 1973	0.969 0.006 4.00	0.091 (+)
66255000	Acorizal 15.20S 56.37W	38	244.37±64.86 119.67-358.58	< 0.0001* 309.0 1990 (-) 103cm	< 0.0001* -0.440 -309.0 (-)	-3.572 (-)
66015000	Porto Estrela 15.33S 57.23W	36	298.64±44.20 182.25-370.00	0.006* 196.0 1997 (-) 44cm	0.042* -0.238 -150.0 (-)	-0.946 (-)
66065000	Estrada Mt-125 15.47S 57.89W	37	219.07±45.01 138.91-302.06	< 0.0001* 288.0 1988 (-) 66cm	< 0.0001* -0.489 (-)	-2.359 (-)
66260001	Cuiabá 15.62S 56.11W	38	194.48±59.65 61.00-296.83	< 0.0001* 321.0 1995 (-) 93cm	< 0.0001* -0.508 -357.0 (-)	-3.517 (-)
66072000	Porto Esperidião 15.85S 58.46W	33	123.86±18.65 75.08-163.92	0.059 132.0 1998	0.248 -0.144 -76.0	-0.211 (-)
66270000	Sto Antônio do Leverger 15.87S 56.08W	32	461.67±61.68 357.67-635.33	0.428 83.0 1997	0.736 0.044 22.0	0.087 (+)
66380000	S. Pedro da Cipa 16.00S 54.92W	36	72.95±20.23 44.92-143.92	< 0.0001* 278.0 1982 (-) 33cm	0.001* -0.368 -232.0 (-)	-0.938 (-)
66070004	Cáceres (DNPVN) 16.08S 57.70W	41	304.72±52.91 193.12-396.89	0.004* 246.0 1997 (-) 57cm	0.006* -0.295 -242.0 (-)	-1.54 (-)
66280000	Barão de Melgaço 16.19S 55.97W	34	391.12±51.06 274.25-545.92	0.001* 207.0 1995 (-) 55cm	0.049* -0.239 -134.0 (-)	-1.224 (-)
66400000	São L. de Fatima 16.31S 54.92W	31	405.42±69.55 240.25-590.42	< 0.0001* 240.0 1987 (+) 105cm	< 0.0001* 0.596 277.0 (+)	4.623 (+)
66450001	Rondonópolis 16.48S 54.65W	34	190.44±22.92 133.00-240.58	< 0.0001* 267.0 1988 (+) 31cm	0.0003* 0.430 241.0 (+)	1.126 (+)
66340000	Porto Cercado 16.51S 56.38W	38	268.82±41.58 163.85-376.70	0.302 120.0	0.532 0.073	0.392 (+)

				1976	51.0	
66460000	Acima Córrego Gr. 16.61S 55.21W	34	192.77±34.55 115.75-244.00	0.006* 182.0 1998 (-) 37cm	0.010* -0.308 -173.0 (-)	-0.829 (-)
66090000	Descalvados 16.73S 57.75W	33	420.02±27.76 327.34-460.08	0.0471* 138.0 1977 (+) 42cm	0.988 0.004 2.0	0.479 (+)
66370000	Ilha Camargo 17.06S 56.58W	36	335.64±31.20 251.25-380.00	0.001* 230.0 1995 (-) 37cm	0.003* -0.346 -218.0 (-)	-1.163 (-)
66600000	São Jeronimo 17.20S 56.01W	34	283.81±33.06 183.85-335.14	0.064 138.0 1976	0.702 -0.048 -27.0	0.593 (+)
66520000	Itiquira 17.21S 54.15W	36	99.85±6.21 87.42-109.50	0.032* 166.0 1988 (+) 5cm	0.062 0.220 138.0	0.179 (+)
66490000	Estrada BR-163 17.61S 54.83W	30	102.83±34.96 22.75-133.33	0.003* 159.0 2004 (-) 74cm	1.0000 0.00 0.00	-1.181 (-)
66750000	Porto do Alegre 17.62S 56.97W	36	481.04±36.17 353.83-523.00	0.113 138.0 1997	0.383 -0.103 -65.0	0.600 (+)

Quadro 23. Cota média, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de outubro, novembro e dezembro. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **τ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Jan					Fev					Mar				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p τ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p τ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p τ S t**	**RL cl t**
66160000	38	400.55±158.20 171.00-910.00	0.154 142.0 1990	0.651 -0.111 -4.0	-2.050 (-)	38	398.76±134.06 190.00-756.00	0.157 142.0 1986	0.651 0.111 4.0	1.823 (+)	38	373.41±115.20 239.00-680.00	0.583 94.0 1984	1.000 0.000 0.0	-0.109 (-)
66250001	39	301.14±98.08 85.00-506.00	0.157 147.0 1997	0.651 -0.111 -4.0	-1.160 (-)	39	318.62±108.62 86.00-593.00	0.893 71.0 1978	0.175 -0.278 -10.0	-0.062 (-)	39	295.46±82.58 155.00-466.00	0.391 116.0 1977	0.651 -0.111 -4.0	0.272 (+)
66050000	37	166.28±73.65 112.00-578.00	0.384 107.0 1995	1.000 0.0 0.0	1.073 (+)	37	172.38±32.27 117.00-256.00	0.457 101.0 1997	0.386 -0.333 -4.0	0.007 (+)	35	182.49±40.54 128.00-339.00	0.055 149.0 1978	0.386 0.333 4.0	0.392 (+)
66010000	41	323.95±137.91 71.00-795.00	0.207 150.0 1997	0.291 -0.222 -8.0	-1.808 (-)	41	377.41±106.98 108.00-597.00	0.721 94.0 1983	0.291 -0.222 -8.0	-0.036 (-)	40	386.53±103.33 131.00-681.00	0.582 103.0 1973	0.651 -0.111 -4.0	0.212 (+)
66008000	38	219.23±71.30 80.00-390.00	0.512 101.0 1973	0.880 0.056 2.0	0.224 (+)	38	261.86±104.75 105.00-558.00	0.475 103.0 2005	0.880 0.056 2.0	2.007 (+)	38	237.91±74.21 110.00-403.00	0.469 105.0 1973	0.651 0.111 4.0	0.919 (+)
66255000	41	397.65±146.44 120.00-680.00	< 0.0001* 350.0 1990 (-)213cm	0.010* -0.500 -18.0 (-)	-7.947 (-)	40	404.00±123.64 125.00-671.00	0.001* 260.0 1990 (-)144cm	0.004* -0.556 -20.0 (-)	-5.184 (-)	40	403.10±136.28 196.00-806.00	0.0004 * 284.0 1991 (-)161cm	0.010* -0.500 -18.0 (-)	-5.760 (-)
66015000	38	414.44±113.81 141.00-623.00	0.053 170.0 1997	0.010* -0.500 -18.0 (-)	-2.590 (-)	38	482.76±93.06 246.00-638.00	0.086 158.0 1997	0.097 -0.333 -12.0	-2.326 (-)	38	500.27±90.89 289.00-646.00	0.547 98.0 1996	0.291 -0.222 -8.0	-0.274 (-)
66065000	38	310.71±75.98 154.58-455.45	0.005* 216.0 1988 (-)76cm	0.097 -0.333 -12.0	-2.432 (-)	38	348.90±64.61 221.63-470.00	0.504 101.0 1998	0.097 -0.333 -12.0	-0.722 (-)	38	347.19±66.79 187.83-459.46	0.085 157.0 1988	0.050 -0.389 -14.0	-1.426 (-)
66260001	39	363.29±148.59 63.00-682.00	0.001* 260.0 1997 (-)190cm	0.050 -0.389 -14.0	-5.329 (-)	38	402.50±153.70 66.00-760.00	0.014* 199.0 1997 (-)157cm	0.651 -0.111 -4.0	-3.902 (-)	38	373.53±112.17 165.00-596.00	0.012* 197.0 1996 (-)111cm	0.050 -0.389 -14.0	-3.390 (-)

66072000	38	153.47±49.10 73.00-333.00	0.445 107.0 1985	0.386 -0.333 -4.0	-0.418 (-)	38	198.00±46.41 105.00-330.00	0.910 66.0 1979	0.773 -0.167 -2.0	0.198 (+)	37	211.70±46.83 122.00-296.00	0.249 122.0 1978	0.773 0.167 2.0	0.256 (+)
66270000	37	621.22±128.08 358.00-855.00	0.114 144.0 1997	1.000 0.000 0.0	-0.854 (-)	37	671.88±131.13 361.00-913.00	0.514 97.0 1978	0.773 -0.167 -2.0	0.374 (+)	37	643.61±107.71 448.00-836.00	0.359 110.0 1977	1.000 0.000 0.0	0.530 (+)
66380000	37	98.54±27.64 46.00-185.00	0.005* 211.0 1982 (-)34cm	0.043* -0.667 -8.0 (-)	-0.811 (-)	37	105.27±23.77 49.00-154.00	0.005* 209.0 1982 (-)29cm	0.001* -1.000 -12.0 (-)	-0.498 (-)	37	112.84±28.70 76.00-174.00	0.017* 187.0 1982 (-)30cm	0.043* -0.667 -8.0 (-)	-0.716 (-)
66070004	41	390.27±77.80 217.03-512.41	0.064 186.0 1997	0.291 -0.222 -8.0	-1.089 (-)	41	438.12±67.44 246.51-537.45	0.605 104.0 1978	0.291 -0.222 -8.0	0.070 (+)	41	449.49±59.68 254.73-579.06	0.696 96.0 1978	0.880 0.056 2.0	-0.014 (-)
66280000	40	551.45±118.89 262.00-813.00	0.005* 230.0 1997 (-)123cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.811 (-)	39	589.90±100.52 286.00-833.00	0.065 170.0 1997	1.000 0.000 0.0	-0.498 (-)	39	598.18±80.19 409.00-805.00	0.249 132.0 1996	1.000 0.000 0.0	-0.716 (-)
66400000	37	486.24±92.57 250.00-648.00	0.017* 186.0 1990 (+)82cm	0.149 0.500 6.0	3.681 (+)	34	509.50±76.31 292.00-626.00	0.001* 212.0 1986 (+)98cm	0.009* 0.833 10.0 (+)	3.924 (+)	35	513.03±69.36 296.00-624.00	0.001* 212.0 1986 (+)81cm	0.009* 0.833 10.0 (+)	3.323 (+)
66450001	36	264.54±52.27 148.00-382.00	0.072 149.0 1994	0.386 0.333 4.0	1.512 (+)	37	279.51±49.76 186.00-391.00	0.067 156.0 1986	0.386 0.333 4.0	1.181 (+)	37	268.94±39.50 178.00-342.00	0.032* 172.0 1993 (+)36cm	0.149 0.500 6.0	1.413 (+)
66340000	40	377.79±71.01 151.03-469.08	0.044* 189.0 1996 (-)54cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-0.900 (-)	38	417.20±59.96 232.73-489.68	0.063 165.0 1997	0.175 -0.278 -10.0	-0.319 (-)	38	430.82±33.93 301.08-496.41	0.200 134.0 1988	0.175 -0.278 -10.0	-0.307 (-)
66460000	36	299.21±78.73 128.00-430.00	0.283 112.0 1996	1.000 0.0 0.0	0.016 (+)	36	322.60±66.49 162.00-421.00	0.542 90.0 1975	1.000 0.000 0.0	0.877 (+)	34	328.47±55.98 167.00-410.00	0.342 97.0 1977	0.773 0.167 2.0	0.857 (+)
66090000	36	470.81±38.59 334.00-514.02	0.223 120.0 1976	0.386 0.333 4.0	0.917 (+)	37	494.81±28.06 364.43-527.13	0.005* 206.0 1978 (+)41cm	0.386 0.333 4.0	1.129 (+)	36	505.13±21.76 416.58-533.12	0.004* 203.0 1979 (+)31cm	0.043* 0.667 8.0 (+)	1.004 (+)
66370000	40	403.05±43.04 253.00-466.00	0.061 181.0 1996	0.015* -0.485 -17.0 (-)	-1.052 (-)	40	439.78±32.51 321.00-487.00	0.031* 197.0 1997 (-)28cm	0.175 -0.278 -10.0	-0.512 (-)	40	452.60±18.45 402.00-490.00	0.341 126.0 1995	0.451 -0.167 -6.0	-0.051 (-)
66600000	34	340.57±73.00 190.39-485.77	0.095 132.0 1976	1.000 0.000 0.0	0.049 (+)	36	371.77±70.53 196.29-486.04	0.293 112.0 1997	1.000 0.000 0.0	-0.240 (-)	35	381.91±58.73 226.35-484.32	0.153 124.0 1975	0.773 -0.167 -2.0	0.098 (+)
66520000	38	122.05±16.75 91.00-182.00	0.207 133.0	0.291 0.222	0.252 (+)	38	126.32±16.99 93.00-179.00	0.113 151.0	0.880 0.056	0.366 (+)	38	122.68±13.23 94.00-146.00	0.253 126.0	0.542 0.151	0.311 (+)

			1976	8.0				1990	2.0				1990	5.0	
66490000	39	119.14±35.58 23.00-157.00	0.038* 184.0 2005 (-)83cm	0.149 0.500 6.0	-1.014 (-)	38	123.19±35.16 21.00-157.00	0.025* 188.0 2004 (-)67cm	0.043* 0.667 8.0 (-)	-0.988 (-)	36	120.86±38.83 19.00-155.00	0.012* 183.0 2004 (-)79cm	0.043* 0.667 8.0 (-)	-1.161 (-)
66750000	39	529.36±44.63 367.00-585.00	0.179 142.0 1975	0.291 -0.222 -8.0	0.422 (+)	39	565.31±43.43 401.00-625.00	0.153 148.0 1976	0.175 -0.278 -10.0	0.219 (+)	38	578.42±28.02 473.00-626.00	0.249 128.0 1975	0.651 -0.111 -4.0	0.223 (+)

Quadro 24. Cota média, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de abril, maio e junho. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Abr					**Mai**					**Jun**				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
66160000	38	270.42±109.72 152.00-648.00	0.254 126.0 1997	1.000 0.040 1.0	-0.804 (-)	39	150.92±42.03 97.00-278.00	0.004* 232.0 1990 (-)35cm	0.004* -0.556 -20.0 (-)	-1.414 (-)	39	105.87±14.69 81.00-160.00	0.025* 192.0 1997 (-)20cm	0.010* -0.500 -18.0 (-)	-0.503 (-)
66250001	38	212.71±67.98 70.00-351.00	0.397 111.0 1997	0.451 -0.167 -6.0	-0.064 (-)	39	120.59±28.22 47.00-172.00	0.464 109.0 1992	0.440 -0.179 -6.0	-0.113 (-)	39	87.55±18.19 48.00-125.00	0.002* 245.0 2001 (+)28cm	0.212 0.275 9.0	0.613 (+)
66050000	35	163.71±38.42 107.00-317.00	0.360 101.0 1978	0.773 0.167 2.0	0.405 (+)	35	129.44±25.66 99.00-250.00	0.001* 211.0 1997 (-)23cm	0.386 -0.333 -4.0	-0.427 (-)	36	113.20±22.59 89.00-225.00	0.001* 227.0 1997 (-)20cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.359 (-)
66010000	40	292.03±104.87 91.00-569.00	0.497 111.0 1973	0.451 -0.167 -6.0	0.128 (+)	40	174.24±62.68 73.00-372.00	0.024* 202.0 1997 (-)50cm	0.165 -0.278 -10.0	-1.159 (-)	40	114.53±32.70 58.00-199.00	0.042* 189.0 1997 (-)21cm	0.097 -0.333 -12.0	-0.316 (-)
66008000	40	171.38±60.21 78.00-315.00	0.664 96.0 1973	0.880 0.056 2.0	0.230 (+)	39	104.83±21.74 65.00-167.00	0.069 171.0 1997	0.291 -0.222 -8.0	-0.323 (-)	39	85.28±12.92 53.00-117.00	0.002* 238.0 1997 (-)12cm	0.033* -0.404 -15.0 (-)	-0.121 (-)
66255000	40	316.40±131.19 112.00-592.00	0.001* 274.0	0.015* -0.485	-4.755 (-)	39	201.31±75.41 82.00-387.00	0.001* 257.0	0.002* -0.611	-3.093 (-)	39	135.23±29.13 81.00-222.00	0.509 105.0	0.360 -0.182	-0.220 (-)

			1991 (-)159cm	-17.0 (-)				1990 (-)87cm	-22.0 (-)				2002	-7.0	
66015000	37	422.05±96.01 210.00-570.00	0.036* 170.0 1997 (-)87cm	0.175 -0.278 -10.0	-1.478 (-)	37	289.28±68.20 0.00-383.00	0.080 153.0 1997	0.097 -0.333 -12.0	-0.910 (-)	38	241.68±41.34 134.00-310.00	0.023* 190.0 1997 (-)31cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-0.102 (-)
66065000	38	288.95±68.92 147.14-405.26	0.031* 182.0 1988 (-)63cm	0.097 -0.333 -12.0	-1.799 (-)	38	214.64±61.06 124.15-363.24	< 0.0001* 320.0 1993 (-)87cm	0.002* -0.611 -22.0 (-)	-3.314 (-)	38	165.91±47.04 98.42-276.89	< 0.0001* 351.0 1994 (-)74cm	0.0002 * -0.722 -26.0 (-)	-2.821 (-)
66260001	38	264.35±122.67 64.00-737.00	0.001* 233.0 1992 (-)123cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-3.670 (-)	39	146.26±68.06 7.00-262.00	< 0.0001* 335.0 1990 (-)98cm	0.0002 * -0.722 -26.0 (-)	-4.177 (-)	39	97.76±44.03 1.00-172.00	< 0.0001* 366.0 1989 (-)69cm	< 0.0001 * -0.833 -30.0 (-)	-2.938 (-)
66072000	37	184.19±39.43 101.00-270.00	0.186 132.0 1979	0.149 0.500 6.0	0.275 (+)	36	131.71±26.35 83.00-188.00	0.018* 177.0 1997 (-)25cm	0.386 0.333 4.0	-0.444 (-)	35	98.53±17.48 62.00-131.00	0.0002* 222.0 1997 (-)21cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.482 (-)
66270000	36	539.03±100.68 365.00-742.00	0.523 91.0 1973	1.000 0.0 0.0	0.911 (+)	35	408.00±52.93 307.00-563.00	0.346 102.0 1997	0.386 -0.333 -4.0	-0.251 (-)	35	355.94±30.00 287.00-408.00	0.257 112.0 1976	0.773 0.167 2.0	0.565 (+)
66380000	36	94.31±33.36 44.00-226.00	0.005* 199.0 1982 (-)35cm		-1.023 (-)	36	72.26±48.34 30.00-330.00	< 0.0001* 278.0 1982 (-)54cm	0.001* -1.000 -12.0 (-)	-1.759 (-)	36	60.72±49.88 29.00-336.00	< 0.0001* 282.0 1982 (-)51cm	0.001* -1.000 -12.0 (-)	-1.579 (-)
66070004	41	415.11±60.02 245.42-507.91	0.650 101.0 1978	0.880 -0.056 -2.0	0.445 (+)	41	340.23±65.52 220.30-427.13	0.005* 242.0 1997 (-)72cm	0.050 -0.389 -14.0	-2.047 (-)	41	274.98±68.60 165.90-395.39	0.001* 266.0 1997 (-)92cm	0.050 -0.389 -14.0	-2.747 (-)
66280000	37	521.05±91.08 340.00-648.00	0.490 98.0 1995	1.000 0.0 0.0	-1.023 (-)	37	397.16±99.29 223.00-732.00	0.003* 218.0 1995 (-)104cm	1.000 0.0 0.0	-1.759 (-)	36	298.83±51.95 192.00-454.00	0.013* 183.0 1995 (-)50cm	0.773 -0.167 -2.0	-1.579 (-)
66400000	35	458.36±69.38 265.00-552.00	0.005* 191.0 1986 (+)82cm	0.043* 0.667 8.0 (+)	3.050 (+)	35	402.00±63.17 222.00-494.00	< 0.0001* 278.0 1986 (+)90cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	3.455 (+)	33	363.58±66.55 203.00-453.00	< 0.0001* 258.0 1986 (+)108cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	4.437 (+)
66450001	34	224.00±32.47 144.00-319.00	0.064 138.0 1986	0.149 0.500 6.0	1.100 (+)	34	172.46±22.97 112.00-247.00	0.005* 185.0 1987	0.009* 0.833 10.0	0.802 (+)	34	149.67±19.96 102.00-194.00	< 0.0001* 247.0	0.009* 0.833 10.0	0.957 (+)

								(+)25cm	(+)				1988 (+)27cm	(+)	
66340000	38	420.16±34.92 315.26-469.36	0.293 122.0 1988	0.175 -0.278 -10.0	0.343 (+)	38	347.19±75.59 160.01-435.68	0.126 148.0 1997	0.451 -0.167 -6.0	-0.256 (-)	38	233.61±73.41 87.98-422.00	0.243 128.0 1997	1.000 0.000 0.0	-0.064 (-)
66460000	34	270.56±57.72 148.00-393.00	0.659 75.0 1998	0.773 -0.167 -2.0	-0.125 (-)	34	179.44±43.14 101.00-248.00	0.004* 190.0 1997 (-)50cm	0.386 -0.333 -4.0	-1.611 (-)	35	134.63±35.99 67.00-198.00	0.0002* 228.0 1997 (-)48cm	0.386 -0.333 -4.0	-1.438 (-)
66090000	36	495.81±24.99 397.63-531.44	0.009* 191.0 1981 (+)30cm	0.009* 0.833 10.0 (+)	1.188 (+)	35	465.21±31.78 378.68-500.23	0.159 122.0 1978	0.043* 0.667 8.0 (+)	0.572 (+)	34	418.58±36.53 325.67-468.91	0.014* 164.0 1996 (-)31cm	0.043* 0.667 8.0 (-)	-0.054 (-)
66370000	40	452.40±18.01 404.00-495.00	0.513 109.0 1973	0.880 -0.056 -2.0	0.167 (+)	38	417.05±34.64 320.00-458.00	0.200 133.0 1995	0.360 -0.194 -7.0	-0.246 (-)	38	336.76±63.63 180.00-422.00	0.009* 209.0 1985 (-)55cm	0.015 -0.485 -17.0	-1.915 (-)
66600000	36	351.82±49.82 210.83-422.03	0.429 99.0 1973	1.000 0.000 0.0	0.967 (+)	34	290.57±41.08 180.77-373.05	0.404 93.0 1973	0.773 0.167 2.0	0.592 (+)	35	255.55±33.66 172.23-346.60	0.133 128.0 1975	1.0 0.0 0.0	0.416 (+)
66520000	38	110.89±14.31 90.00-175.00	0.341 116.0 1990	0.097 0.333 12.0	0.405 (+)	37	94.81±7.11 83.00-114.00	0.450 101.0 1989	1.000 0.040 1.0	0.029 (+)	37	85.81±8.64 69.00-119.00	0.093 149.0 1988	0.542 0.139 5.0	0.173 (+)
66490000	35	114.34±36.51 20.00-149.00	0.015* 174.0 2004 (-)75cm		-1.134 (-)	35	110.56±31.03 23.00-136.00	0.032* 159.0 2004 (-)55cm		-0.663 (-)	36	102.43±35.16 22.00-141.00	0.015* 180.0 2004 (-)75cm	0.043* 0.667 8.0 (-)	-1.112 (-)
66750000	38	577.92±25.36 481.00-607.00	0.366 114.0 1975	0.880 -0.056 -2.0	0.632 (+)	38	555.24±39.78 414.00-591.00	0.458 105.0 1973	0.880 -0.056 -2.0	0.919 (+)	38	505.26±56.78 327.00-568.00	0.034* 180.0 1997 (+)23cm	0.175 -0.278 -10.0	0.391 (+)

Quadro 25. Cota média, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de julho, agosto e setembro. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Jul					**Ago**					**Set**				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano**	**MK p Ƭ S**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano**	**MK p Ƭ S**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano**	**MK p Ƭ S**	**RL cl t**

			t	t				t	t				t	t	
66160000	39	89.87±9.19 72.00-118.00	0.146 149.0 1997	0.440 -0.179 -6.0	-0.166 (-)	39	83.67±18.21 65.00-188.00	0.169 145.0 1997	0.280 -0.210 -8.0	-0.128 (-)	40	89.53±38.97 69.00-320.00	0.028* 200.0 1997 (-)19cm	0.542 -0.151 -5.0	-0.269 (-)
66250001	40	75.15±17.95 48.00-118.00	0.001* 279.0 2001 (+)37cm	0.067 0.374 13.0	0.953 (+)	39	68.08±17.80 44.00-107.00	0.0002* 270.0 2001 (+)35cm	0.050 0.389 14.0	1.032 (+)	40	71.37±20.57 45.00-150.00	0.0001 * 285.0 2001 (+)37cm	0.127 0.318 11.0	0.954 (+)
66050000	36	99.69±9.09 83.00-117.00	0.001* 243.0 1997 (-)12cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.300 (-)	36	92.25±8.89 78.00-112.00	0.004* 204.0 1997 (-)10cm	1.000 0.000 0.0	-0.197 (-)	36	91.29±9.80 75.00-117.00	0.010* 186.0 1997 (-)10cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.240 (-)
66010000	41	85.13±18.01 49.00-123.00	0.021* 214.0 1995 (-)14cm	0.175 -0.278 -10.0	-0.174 (-)	41	70.05±12.90 42.00-96.00	0.022* 211.0 1995 (-)11cm	0.097 -0.333 -12.0	-0.194 (-)	40	69.80±20.92 39.00-161.00	0.006* 232.0 1992 (-)17cm	0.222 -0.250 -9.0	-0.287 (-)
66008000	40	74.60±9.27 50.00-96.00	0.0004* 267.0 1997 (-)10cm	0.097 -0.333 -12.0	-0.144 (-)	40	69.83±8.41 48.00-87.00	0.002* 252.0 1997 (-)9cm	0.222 -0.262 -9.0	-0.132 (-)	41	71.18±12.17 53.00-118.00	0.001* 277.0 1997 (-)13cm	0.175 -0.278 -10.0	-0.292 (-)
66255000	39	112.00±19.79 68.00-147.00	0.002* 250.0 2001 (+)31cm	0.067 0.361 13.0	0.785 (+)	39	102.49±20.19 67.00-139.00	0.002* 240.0 2001 (+)34cm	0.165 0.290 10.0	0.947 (+)	39	118.26±33.31 76.00-210.00	0.313 124.0 2001	1.000 0.000 0.0	-0.003 (-)
66015000	38	202.21±31.46 117.00-256.00	0.066 164.0 1997	0.175 -0.278 -10.0	0.272 (+)	38	179.32±27.36 104.00-222.00	0.025* 185.0 1997 (-)18cm	0.050 -0.389 -14.0	0.021 (-)	37	169.94±29.62 95.00-237.00	0.091 150.0 1975	0.440 -0.179 -6.0	0.290 (+)
66065000	37	139.74±39.76 86.73-209.06	< 0.0001* 342.0 1993 (-)66cm	0.0002 * -0.722 -26.0 (-)	-2.394 (-)	37	120.52±35.15 69.69-187.94	< 0.0001* 340.0 1993 (-)57cm	< 0.0001 * -0.778 -28.0 (-)	-2.205 (-)	37	119.50±39.04 65.97-211.66	< 0.0001 * 340.0 1993 (-)61cm	0.0002 * -0.722 -26.0 (-)	-2.355 (-)
66260001	39	75.81±36.81 1.00-142.00	< 0.0001* 350.0 1985 (-)62cm	< 0.0001 * -0.818 -29.0 (-)	-2.451 (-)	39	61.95±34.65 1.00-120.00	< 0.0001* 356.0 1989 (-)55cm	0.0001 * -0.722 -26.0 (-)	-2.274 (-)	40	63.70±37.61 1.00-130.00	< 0.0001 * 346.0 1986 (-)61cm	0.0002 * -0.722 -26.0 (-)	-2.330 (-)
66072000	34	79.06±12.94 52.00-101.00	0.003* 193.0	0.386 -0.333	-0.389 (-)	34	69.22±10.03 49.00-95.00	0.003* 190.0	0.773 -0.167	-0.279 (-)	34	69.42±12.64 47.00-108.00	0.004* 184.0		-0.370 (-)

			1997 (-)14cm	-4.0				1998 (-)11cm	-2.0				1997 (-)13cm		
66270000	33	332.53±24.70 273.00-372.00	0.010* 166.0 2001 (+)32cm	0.386 0.333 4.0	0.979 (+)	34	330.12±62.02 265.00-659.00	0.004* 186.0 2001 (+)22cm	0.149 0.500 6.0	0.810 (+)	33	330.94±65.39 269.00-666.00	0.013* 161.0 2001 (+)23cm	1.0 0.0 0.0	0.589 (+)
66380000	38	47.53±16.72 24.00-85.00	0.0001* 293.0 1985 (-)25cm	0.009* -0.833 -10.0 (-)	-0.790 (-)	38	42.95±15.86 21.00-78.00	< 0.0001* 298.0 1982 (-)28cm	0.001* -1.000 -12.0 (-)	-0.720 (-)	37	44.46±15.89 21.00-73.00	< 0.0001 * 277.0 1981 (-)28cm	0.001* -1.000 -12.0 (-)	-0.678 (-)
66070004	41	223.60±54.78 133.58-312.23	0.001* 284.0 1997 (-)74cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-2.115 (-)	41	190.91±51.61 107.84-304.17	0.0002* 300.0 1997 (-)69cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-2.045 (-)	41	182.07±57.65 94.83-306.03	< 0.0001 * 311.0 1997 (-)76cm	0.050 -0.389 -14.0	-2.199 (-)
66280000	36	256.17±44.57 187.00-460.00	0.598 86.0 1984	0.773 -0.167 -2.0	-0.790 (-)	35	244.20±61.64 184.00-572.00	0.400 97.0 2001		-0.720 (-)	36	244.69±81.63 186.00-694.00	0.210 122.0 1983	0.149 -0.500 -6.0	-0.678 (-)
66400000	36	338.09±65.61 199.00-452.00	< 0.0001* 321.0 1988 (+)108cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	5.015 (+)	35	317.29±62.81 188.00-404.00	< 0.0001* 306.0 1987 (+)112cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	5.230 (+)	35	333.34±95.69 187.00-734.00	< 0.0001 * 306.0 1988 (+)132cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	5.449 (+)
66450001	39	134.49±17.08 96.00-168.00	< 0.0001* 375.0 1988 (+)29cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	1.006 (+)	38	126.49±15.33 91.00-149.00	< 0.0001* 360.0 1988 (+)27cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	0.935 (+)	38	129.30±17.71 88.00-161.00	0.0002 * 269.0 1988 (+)24cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	0.843 (+)
66340000	38	147.45±43.04 48.19-218.81	0.005* 216.0 2001 (+)51cm	0.175 0.278 10.0	1.596 (+)	38	109.35±37.88 21.72-172.63	< 0.0001* 278.0 2001 (+)65cm	0.024* 0.444 16.0 (+)	2.101 (+)	38	101.59±39.20 15.91-192.92	0.0001 * 264.0 2001 (+)63cm	0.010* 0.500 18.0 (+)	1.964 (+)
66460000	36	104.19±27.25 60.00-148.00	< 0.0001* 251.0 1997 (-)38cm	0.149 -0.500 -6.0	-1.219 (-)	37	86.41±24.79 43.00-127.00	< 0.0001* 278.0 1997 (-)38cm	0.773 -0.167 -2.0	-1.186 (-)	37	88.60±33.39 30.00-173.00	0.0001 * 260.0 2000 (-)48cm	0.773 -0.167 -2.0	-1.394 (-)
66090000	33	373.13±34.95 285.94-423.12	0.011* 160.0 1994	0.386 0.333 4.0	-0.277 (-)	33	342.70±33.03 264.06-403.94	0.020* 152.0 1996	0.386 0.333 4.0	-0.115 (-)	34	335.16±37.04 252.30-407.61	0.068 138.0 1978	0.149 0.500 6.0	0.194 (+)

			(-)29cm					(-)29cm							
66370000	36	259.40±49.48 145.00-343.00	0.002* 211.0 1997 (-)58cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-1.633 (-)	36	215.03±35.44 125.00-269.00	0.0003* 233.0 1995 (-)42cm	0.001* -0.667 -24.0 (-)	-1.335 (-)	36	205.20±35.84 129.00-276.00	0.001* 228.0 1993 (-)42cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-1.341 (-)
66600000	35	232.28±27.71 165.03-314.55	0.032* 160.0 1976 (+)48cm	0.149 0.500 6.0	0.809 (+)	35	215.32±20.52 155.16-245.87	0.006* 190.0 1977 (+)39cm	0.149 0.500 6.0	0.821 (+)	35	213.73±22.65 151.17-253.40	0.012* 176.0 1977 (+)41cm	0.149 0.500 6.0	0.714 (+)
66520000	38	79.26±5.34 68.00-93.00	0.004* 217.0 1988 (+)6cm	0.451 0.167 6.0	0.154 (+)	38	75.97±4.59 67.00-84.00	0.079 160.0 1988	0.542 0.151 5.0	0.099 (+)	38	78.76±7.65 66.00-102.00	0.417 109.0 1975	0.880 0.056 2.0	0.010 (+)
66490000	37	100.84±34.71 23.00-162.00	0.006* 206.0 2003 (-)67cm	0.043* 0.667 8.0 (-)	-1.053 (-)	35	97.00±35.27 21.00-165.00	0.007* 188.0 2003 (-)66cm	0.009* 0.833 10.0 (-)	-1.076 (-)	34	93.00±37.49 20.00-141.00	0.003* 189.0 2004 (-)86cm	0.149 0.500 6.0	-1.472 (-)
66750000	38	438.79±51.11 283.00-524.00	0.152 141.0 1976	0.542 -0.139 -5.0	0.998 (+)	37	387.08±43.60 242.00-445.00	0.017* 185.0 1978 (+)68cm	0.651 0.111 4.0	1.536 (+)	37	364.49±42.67 233.00-421.00	0.018* 184.0 1976 (+)91cm	0.651 -0.111 -4.0	1.217 (+)

Quadro 26. Cota média, tendências e rupturas em séries de estações pluviométricas da sub-bacia do Alto Paraguai no período de 1971 a 2011 nos meses de outubro, novembro e dezembro. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Out					**Nov**					**Dez**				
Estação	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
66160000	40	140.69±105.24 79.00-620.00	0.006* 231.0 1992 (-)71cm	0.451 -0.167 -6.0	-1.154 (-)	40	202.33±92.95 119.00-500.00	0.052 183.0 1992	0.175 -0.278 -10.0	-1.824 (-)	40	310.03±122.08 122.00-720.00	0.042* 188.0 1994 (-)98cm	0.651 -0.111 -4.0	-2.764 (-)
66250001	40	92.72±23.06 54.00-169.00	0.004* 235.0 2001 (+)26cm	0.451 0.167 6.0	0.455 (+)	40	132.15±35.26 78.00-255.00	0.185 147.0 1983	0.175 -0.278 -10.0	-0.535 (-)	40	220.74±92.13 70.00-592.00	0.152 152.0 1987	0.175 -0.278 -10.0	-1.790 (-)

66050000	36	95.14±10.86 77.00-126.00	0.064 152.0 1997	0.773 -0.167 -2.0	-0.131 (-)	36	104.06±13.68 82.00-141.00	0.138 133.0 1996	0.773 -0.167 -2.0	-0.201 (-)	38	127.73±33.67 91.00-282.00	0.048* 173.0 2001 (-)27cm		-0.888 (-)
66010000	40	85.68±47.21 52.00-329.00	0.043* 191.0 1992 (-)32cm	0.127 -0.306 -11.0	-0.301 (-)	40	125.62±91.10 65.00-646.00	0.245 138.0 1993	0.050 -0.389 -14.0	-0.608 (-)	41	205.26±88.84 77.00-471.00	0.068 185.0 2001	0.291 -0.222 -8.0	-1.618 (-)
66008000	41	81.73±14.94 56.00-118.00	0.022* 214.0 1998 (-)13cm	0.451 -0.167 -6.0	-0.069 (-)	41	106.29±29.01 68.00-183.00	0.076 181.0 2001	0.651 -0.111 -4.0	-0.509 (-)	41	153.02±71.43 38.00-382.00	0.228 146.0 1992	0.542 -0.151 -5.0	-1.033 (-)
66255000	40	169.60±73.88 84.00-419.00	< 0.0001* 348.0 1990 (-)93cm	0.010* -0.500 -18.0 (-)	-2.754 (-)	40	229.78±97.92 114.00-489.00	< 0.0001* 346.0 1990 (-)141cm	0.001* -0.667 -24.0 (-)	-5.892 (-)	40	333.65±165.04 102.00-820.00	< 0.0001 * 354.0 1989 (-)224cm	0.0002 * -0.722 -26.0 (-)	-9.648 (-)
66015000	38	175.29±32.69 116.00-284.00	0.087 157.0 1997	0.097 -0.333 -12.0	-0.171 (-)	38	198.67±49.94 118.00-368.00	0.299 122.0 1977	0.175 -0.278 -10.0	-0.325 (-)	39	299.08±104.04 136.00-618.00	0.470 108.0 2001	0.175 -0.278 -10.0	-0.101 (-)
66065000	37	136.31±49.75 69.56-268.90	< 0.0001* 318.0 1993 (-)73cm	0.001* -0.667 -24.0 (-)	-2.583 (-)	37	176.47±60.56 79.35-333.40	0.0001* 262.0 1988 (-)75cm	< 0.0001* -0.833 -30.0 (-)	-2.889 (-)	37	247.38±77.07 108.24-411.09	0.002* 222.0 1988 (-)85cm	0.004* -0.556 -20.0 (-)	-3.442 (-)
66260001	40	90.43±44.97 10.00-204.00	< 0.0001* 363.0 1992 (-)67cm	< 0.0001 * -0.778 -28.0 (-)	-2.702 (-)	40	144.28±65.42 54.00-280.00	< 0.0001* 336.0 1996 (-)89cm	< 0.0001 * -0.833 -30.0 (-)	-4.105 (-)	39	255.42±126.56 47.00-655.00	0.001* 251.0 1995 (-)136cm	0.004* -0.556 -20.0 (-)	-5.451 (-)
66072000	36	79.50±20.87 53.00-170.00	0.013* 184.0 1998 (-)18cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.397 (-)	38	100.16±35.26 63.00-245.00	0.016* 194.0 1998 (-)29cm	0.149 0.500 6.0	-0.419 (-)	38	126.00±40.25 61.00-257.00	0.324 118.0 1984	1.0 0.0 0.0	-0.663 (-)
66270000	33	358.12±78.05 306.00-773.00	0.173 112.0 2001	0.386 -0.333 -4.0	0.008 (+)	33	429.64±106.07 345.00-830.00	0.034* 146.0 1996 (-)79cm	0.773 -0.167 -2.0	-1.421 (-)	37	558.19±172.89 342.00-1198.00	0.128 141.0 1995	0.386 0.333 4.0	-1.456 (-)
66380000	37	51.97±15.09 30.00-80.00	0.0004* 242.0 1981 (-)23cm	0.009* -0.833 -10.0 (-)	-0.580 (-)	37	65.46±19.74 36.00-113.00	< 0.0001* 266.0 1983 (-)29cm	0.009* -0.833 -10.0 (-)	-0.870 (-)	38	85.06±26.80 35.00-146.00	0.009* 207.0 1983 (-)25cm	0.149 -0.500 -6.0	-0.871 (-)

66070004	41	194.37±57.15 116.27-349.20	0.0002* 292.0 1997 (-)73cm	0.097 -0.333 -12.0	-1.957 (-)	41	240.60±62.15 127.65-374.92	0.0004* 292.0 1998 (-)79cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-2.354 (-)	41	316.87±80.36 147.01-493.62	0.006* 236.0 1998 (-)84cm	0.451 -0.167 -6.0	-2.427 (-)
66280000	37	270.68±77.89 193.00-682.00	0.011* 195.0 1990 (-)51cm	0.149 -0.500 -6.0	-0.580 (-)	37	330.95±62.57 242.00-587.00	< 0.0001* 260.0 1996 (-)70cm	0.043* -0.667 -8.0 (-)	-0.870 (-)	39	454.79±119.74 247.00-823.00	0.007* 224.0 1995 (-)116cm		-0.871 (-)
66400000	35	349.46±100.49 201.00-766.00	< 0.0001* 306.0 1987 (+)138cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	5.933 (+)	38	393.63±104.25 236.00-897.00	< 0.0001* 327.0 1989 (+)116cm	0.001* 1.000 12.0 (+)	4.175 (+)	37	453.32±121.68 255.00-1017.00	0.003* 218.0 1991 (+)148cm	0.009* 0.833 10.0 (+)	3.528 (+)
66450001	37	148.20±32.48 109.00-314.00	< 0.0001* 304.0 1987 (+)32cm	0.009* 0.833 10.0 (+)	0.882 (+)	38	171.11±19.92 123.00-202.00	0.121 148.0 1993	0.386 0.333 4.0	0.394 (+)	37	234.11±65.65 128.00-527.00	0.730 80.0 1985	1.0 0.0 0.0	0.512 (+)
66340000	38	129.77±39.99 59.54-217.06	0.002* 234.0 2001 (+)50cm	0.175 0.278 10.0	1.249 (+)	38	190.17±39.85 123.23-271.54	0.700 86.0 2001	0.651 -0.111 -4.0	0.117 (+)	38	287.75±61.60 142.00-431.19	0.100 153.0 1998	0.291 -0.222 -8.0	-1.277 (-)
66460000	37	107.06±29.54 48.00-178.00	0.001* 235.0 1998 (-)38cm	0.386 -0.333 -4.0	-1.233 (-)	36	155.75±51.23 64.00-269.00	0.001* 228.0 1997 (-)64cm	0.773 -0.167 -2.0	-1.926 (-)	36	242.74±91.78 97.00-587.00	0.053 155.0 1998	1.0 0.0 0.0	-1.784 (-)
66090000	36	342.07±36.99 265.58-439.83	0.027* 170.0 1997 (-)32cm	0.386 0.333 4.0	-0.211 (-)	36	377.49±33.30 303.00-449.58	0.016* 181.0 1977 (+)50cm	0.386 0.333 4.0	0.431 (+)	35	428.95±38.65 325.45-496.87	0.175 122.0 1979	0.773 0.167 2.0	0.651 (+)
66370000	36	227.33±42.18 138.00-321.00	0.0001* 258.0 1986 (-)56cm	0.024* -0.444 -16.0 (-)	-1.836 (-)	36	281.19±41.59 208.00-352.00	< 0.0001* 271.0 1985 (-)61cm	0.015* -0.460 -17.0 (-)	-2.125 (-)	40	344.90±43.75 229.00-439.00	0.001* 274.0 1984 (-)54cm	0.004* -0.556 -20.0 (-)	-2.129 (-)
66600000	36	223.46±20.89 171.29-257.45	0.012* 187.0 1977 (+)38cm	0.149 0.500 6.0	0.733 (+)	35	242.92±22.41 184.50-280.30	0.027* 162.0 1977 (+)38cm	0.149 0.500 6.0	0.859 (+)	35	285.59±39.84 197.16-390.71	0.168 122.0 1974	0.386 0.333 4.0	0.412 (+)
66520000	38	86.29±7.86 69.00-102.00	0.005* 215.0 1988 (+)8cm	0.097 0.333 12.0	0.174 (+)	40	100.25±18.99 74.00-195.00	0.313 130.0 1988	1.000 0.000 0.0	0.208 (+)	40	113.93±13.49 86.00-166.00	0.320 129.0 1991	0.451 0.167 6.0	0.302 (+)

66490000	34	94.16±37.23 22.00-131.00	0.003* 189.0 2004 (-)87cm	0.149 0.500 6.0	-1.495 (-)	37	107.39±34.37 24.00-146.00	0.008* 202.0 2004 (-)76cm	0.009* 0.833 10.0 (-)	-1.069 (-)	37	110.53±47.80 25.00-281.00	0.003* 210.0 2004 (-)97cm	0.386 0.333 4.0	-1.556 (-)
66750000	37	378.89±40.64 281.00-465.00	0.050 164.0 1976	0.291 -0.222 -8.0	0.707 (+)	37	422.14±33.36 334.00-476.00	0.073 154.0 1975	0.451 -0.167 -6.0	0.438 (+)	37	478.00±33.95 393.00-543.00	0.194 130.0 1998	0.175 -0.278 -10.0	-0.392 (-)

Quadro 27. Temperaturas mínima e máxima anual na estação de *Montoir de Bretagne (Saint Nazaire Montoir)* (47.18N 02.09W) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (°C), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (°C), Max=Máximo (°C), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S=** parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência e aumento/diminuição da temperatura pós ruptura. *p<0.05.

	n	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
Tmin	41	7.92±0.63 6.70-8.92	0.003* 257.0 1986 (+) 0.7°C	0.0003* 0.389 319.0 (+)	0.028 (+)
Tmáx	41	16.41±0.68 15.00-17.67	0.001* 265.0 1987 (+) 0.8°C	0.001* 0.372 305.0 (+)	0.030 (+)

Quadro 28. Chuva anual acumulada na estação de *Montoir de Bretagne (Saint Nazaire Montoir)* (47.18N 02.09W) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S=** parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05.

n	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
41	742.54±142.94 468.70-1072.60	0.243 144.0 1993	0.148 0.159 130.0	2.514 (+)

Quadro 29. Cota média anual das estações na *Bassin do Brivet* no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S=** parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

Estação Coordenadas	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
Boulaie	32	56.55±10.59 33.85-78.35	0.090 120.0 2001	0.077 -0.222 -110.0	-0.439 (-)
Briere	32	49.96±9.54 28.71-71.87	0.057 120.0	0.072 -0.226	-0.384 (-)

			2001	-112.0	
Brivet	30	65.64±9.61 43.42-85.79	0.028* 127.0 1988 (-) 10.66cm	0.008* -0.338 -147.0 (-)	-0.539 (-)

Quadro 30. Temperaturas mínima e máxima mensal na estação de *Montoir de Bretagne (Saint Nazaire Montoir)* (47.18N 02.09W) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (°C), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (°C), Max=Máximo (°C), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S=** parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência e aumento/diminuição da temperatura pós ruptura. *p<0.05.

	Tmin					**Tmax**				
	n	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
Jan	41	3.19±2.10 -1.60-6.50	0.789 88.0 1987	0.880 0.056 2.0	0.024 (+)	41	32.62±0.85 31.07-34.58	0.829 84.0 1980	1.0 0.0 0.0	0.0157 (+)
Fev	41	3.29±2.05 -2.00-7.80	0.853 82.0 1993	0.440 0.167 6.0	0.015 (+)	41	9.05±1.91 3.40-11.90	0.264 141.0 1987	0.880 0.056 2.0	0.028 (+)
Mar	41	4.69±1.49 1.10-7.60	0.194 152.0 1976	0.222 0.250 9.0	0.034 (+)	41	10.03±1.97 2.40-13.50	0.003* 249.0 1988 (+)1.3ºC	0.050 0.389 14.0	0.040 (+)
Abr	41	6.13±1.06 4.10-8.60	0.006* 245.0 1986 (+)1.1ºC	0.050 0.389 14.0	0.044 (+)	41	12.62±1.20 9.90-15.70	0.026* 207.0 2001 (+)2.1ºC	0.097 0.333 12.0	0.065 (+)
Mai	41	9.39±1.15 7.40-11.70	0.001* 282.0 1987 (+)1.4ºC	0.006* 0.540 19.0	0.049 (+)	41	15.13±1.76 12.10-20.50	0.0002* 280.0 1986 (+)2.0ºC	0.067 0.374 13.0	0.062 (+)
Jun	41	11.90±1.01 9.40-14.10	0.009* 232.0 2002 (+)1.4ºC	0.175 0.278 10.0	0.047 (+)	41	18.54±1.78 15.00-22.70	0.099 173.0 2002	0.291 0.222 8.0	0.054 (+)
Jul	41	13.74±1.07 12.10-16.80	0.421 121.0 1981	0.360 0.194 7.0	0.014 (+)	41	21.98±2.01 17.60-28.10	0.766 91.0 1981	0.291 0.222 8.0	-0.003 (-)
Ago	41	13.53±1.20 11.20-16.20	0.598 105.0 1989	0.542 0.126 5.0	0.020 (+)	41	24.14±1.94 20.80-28.60	0.262 141.0 1986	0.175 0.278 10.0	0.012 (+)
Set	41	11.19±1.46 8.20-14.20	0.424 121.0 1979	0.451 0.167 6.0	0.014 (+)	41	24.22±1.81 21.60-29.00	0.321 133.0 1996	0.067 0.361 13.0	0.026 (+)
Out	41	8.91±1.58 5.60-12.40	0.046* 194.0 1985 (+)1.4ºC	0.175 0.278 10.0	0.058 (+)	41	21.65±1.48 18.50-24.47	0.210 148.0 1984	0.127 0.360 11.0	0.037 (+)
Nov	41	5.52±1.92 1.30-9.40	0.338 131.0 2001	0.760 0.083 3.0	0.047 (+)	41	17.18±1.59 12.90-19.80	0.312 133.0 2001	0.097 0.333 12.0	0.033 (+)
Dez	41	3.57±1.74 -0.30-6.80	0.171 157.0 2000	0.451 -0.167 -6.0	-0.027 (-)	41	12.66±1.27 9.50-15.90	0.577 107.0 2003	0.880 0.056 2.0	-0.009 (-)

Quadro 31. Chuva mensal acumulada na estação de *Montoir de Bretagne (Saint Nazaire Montoir)* (47.18N 02.09W) no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05.

	n	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
Jan	41	80.77±46.03 11.20-187.70	1.0 39.0 1993	0.880 -0.056 -2.0	0.122 (+)
Fev	41	66.00±34.61 6.20-134.20	0.963 66.0 1997	1.0 0.0 0.0	-0.136 (-)
Mar	41	55.30±33.14 4.10-165.20	0.459 118.0 1989	0.542 -0.151 -5.0	0.225 (+)
Abr	41	51.63±37.67 1.40-161.60	0.275 139.0 1984	0.291 0.222 8.0	0.384 (+)
Mai	41	60.21±42.63 7.00-204.10	0.723 94.0 1985	0.880 0.056 2.0	-0.292 (-)
Jun	41	39.44±28.26 0.40-142.50	0.780 89.0 2000	0.451 -0.167 -6.0	-0.150 (-)
Jul	41	41.69±26.34 6.20-137.90	0.341 131.0 1999	0.760 0.096 3.0	0.007 (+)
Ago	41	37.04±22.10 2.20-100.60	0.777 89.0 1998	1.0 0.0 0.0	0.137 (+)
Set	41	64.14±45.04 5.20-194.80	0.786 88.0 1990	0.880 0.056 2.0	0.089 (+)
Out	41	81.98±50.20 9.20-213.50	0.126 166.0 1979	0.222 8.0	0.670 (+)
Nov	41	80.36±49.02 5.50-207.40	0.649 100.0 1993	0.651 0.111 4.0	0.723 (+)
Dez	41	83.97±44.95 6.90-161.20	0.180 152.0 1975	0.451 0.167 6.0	0.736 (+)

Quadro 32. Cota média, tendências e rupturas mensais em séries de estações pluviométricas da *Bassin du Brivet* no período de 1971 a 2011. n=n° de anos analisados, μ=média (mm^3), σ=desvio padrão, Min=Mínimo (mm^3), Max=Máximo (mm^3), PT=Pettitt, p=p-valor, k=parâmetro Pettitt, ano=ano de ruptura, MK=Mann-Kendall, **Ƭ, S**= parâmetros Mann-Kendall, RL=Regressão Linear, cl=coeficiente linear, t=tendência. *p<0.05

	Boulaie					**Briere**					**Brivet**				
	n	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**	**n**	**μ± σ Min-Max**	**PTT p k ano t**	**MK p Ƭ S t**	**RL cl t**
Jan	32	83.53±26.16 32.08-148.85	0.651 69.0 2004	0.386 0.333 4.0	0.284 (+)	32	74.68±24.16 26.74-140.03	0.715 65.0 2004	0.149 0.5 6.0	0.261 (+)	30	87.98±23.98 46.71-146.23	0.727 58.0 1983	0.386 0.333 4.0	0.437 (+)
Fev	32	89.19±25.11 38.61-146.73	0.805 59.0 2004	1.0 0.0 0.0	0.149 (+)	32	81.94±23.53 32.77-138.96	0.734 63.0 2004	1.0 0.0 0.0	0.151 (+)	30	92.18±24.79 53.80-146.32	0.715 58.0 1985	0.773 -0.167 -2.0	0.313 (+)
Mar	32	85.01±17.54 49.76-133.63	0.679 67.0 2004	1.0 0.0 0.0	0.195 (+)	32	77.33±17.13 44.71-125.95	0.515 77.0 2004	0.773 -0.167 -2.0	0.148 (+)	30	87.58±17.93 61.18-131.45	0.329 81.0 1986	1.0 0.0 0.0	0.272 (+)
Abr	32	74.82±13.93 50.55-128.62	0.037* 138.0 2001 (-) 12.8cm	1.0 0.0 0.0	-0.051 (-)	32	67.39±13.50 45.30-120.15	0.017* 150.0 2001 (-)12.3cm	0.773 0.167 2.0	-0.076 (-)	30	76.67±15.96 58.95-129.63	0.031* 125.0 1988 (-)12.9cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.061 (-)
Mai	32	64.19±12.62 47.24-105.31	0.104 118.0 2001	0.773 0.167 2.0	0.078 (+)	32	57.02±11.63 42.10-97.21	0.147 110.0 2001	0.773 0.167 2.0	0.094 (+)	30	67.35±14.78 52.87-117.68	0.428 75.0 1984	1.0 0.0 0.0	0.186 (+)
Jun	32	52.08±12.15 32.85-92.28	0.054 130.0 2001	0.773 -0.167 -2.0	-0.275 (-)	32	46.63±10.71 27.98-82.97	0.007* 161.0 2001 (-)10.4cm	0.773 -0.167 -2.0	-0.290 (-)	30	58.54±12.50 43.40-106.20	0.009* 144.0 1987 (-)12.7cm	0.043* -0.667 -8.0	-0.325 (-)
Jul	32	38.39±11.78 15.92-63.45	0.084 121.0 1988	0.149 -0.5 -6.0	-0.354 (-)	32	33.40±10.86 10.65-55.61	0.054 130.0 1991	0.149 -0.5 -6.0	-0.345 (-)	30	49.23±8.56 23.26-64.18	0.0001 * 183.0 1990 (-)10.1cm	0.009* -0.833 -10.0	-0.187 (-)
Ago	32	26.24±10.21 4.87-45.11	0.064 127.0 1988	0.386 -0.333 -4.0	-0.199 (-)	32	21.38±10.49 3.66-40.27	0.043* 133.0 1988 (-)11.7cm	0.386 -0.333 -4.0	-0.136 (-)	30	43.89±12.65 4.94-60.77	< 0,0001 * 196.0 1995 (-)15.9cm	0.001* -1.0 -12.0	-0.471 (-)
Set	32	22.29±11.37 0.43-44.82	0.014* 150.0 1989	0.043* -0.667 -8.0	-0.376 (-)	32	18.24±7.88 0.15-35.38	0.122 113.0 1988	0.149 -0.5 -6.0	-0.221 (-)	30	43.02±13.66 11.00-60.93	< 0,0001 *	0.009* 0.833 -10.0	-0.774 (-)

			(-) 12.6cm	(-)									224.0 1995 (-)21.5cm		
Out	32	31.93±16.54 7.35-68.71	0.105 116.0 2001	0.773 -0.167 -2.0	-0.495 (-)	32	27.55±13.08 2.21-53.60	0.004* 172.0 2001 (-)15.9cm	0.773 0.167 2.0	-0.485 (-)	30	50.17±15.81 11.27-78.68	0.0002 * 182.0 1995 (-)18.5cm	0.043* -0.667 -8.0	-0.662 (-)
Nov	32	46.87±19.77 13.03-85.53	0.164 107.0 2002	1.0 0.0 0.0	-0.275 (-)	32	38.34±18.84 5.13-73.07	0.114 115.0 2002	1.0 0.0 0.0	-0.268 (-)	30	59.93±17.02 33.30-106.71	0.110 105.0 1994	0.773 -0.167 -2.0	-0.167 (-)
Dez	32	64.01±21.81 25.26-124.74	0.779 61.0 1984	0.773 0.167 2.0	0.047 (+)	32	55.63±20.57 19.21-113.92	0.448 81.0 2002	0.386 4.0 0.333	0.018 (+)	30	71.77±21.17 43.13-125.74	0.782 55.0 1984	1.0 0.0 0.0	0.172 (+)

APÊNDICE B

Dinâmica da paisagem nos sítios Ramsar Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) e Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière)

Quadro 33. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1987 a 2011 no sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, na zona de amortecimento e no limite total do Parque e da zona de amortecimento. Solo nu=solo nu; Campos=campo gramíneo; Cero=campo erodido; SgraL=savana gramíneo-lenhosa; Sarb=savana arborizada; Sflo=savana florestada; Sparque FPAU=savana parque e formações pioneiras aluviais úmidas; Sparque FPAMU=savana parque e formações pioneiras aluviais muito húmidas; Sparque FPAEU=savana parque e formações pioneiras aluviais extremamente húmidas; Zpant=zona pantanosa; Fl GB=floresta de galeria baixa; Fl GA=floresta de galeria alta; Água EPS= água com excessiva presença de sedimento; Água MPS=água com muita presença de sedimentos; Água PPS=água com presença de sedimento. %=porcentagem de alteração em relação à área original. ha=superfície total modificada em hectares

	Limite total		**Sítio Ramsar**		**Zona de Amortecimento**	
	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	2.12	8726.58	3.28	4447.17	1.55	4279.41
Campos	-0.75	-3076.20	-0.71	-957.56	-0.77	-2118.65
Cero	0.42	1746.39	0.18	239.55	0.55	1506.84
SgraL	22.94	94160.79	28.50	38650.32	20.15	55510.47
Sarb	-11.98	-49184.46	-16.49	-22357.35	-9.77	-26827.11
Sflo	-1.27	-5235.66	-0.88	-1202.31	-1.45	-4033.35
Sparque FPAU	-1.38	-5678.19	-1.60	-2165.31	-1.28	-3512.88
Sparque FPAMU	-2.10	-8640.54	-2.31	-3131.46	-2.02	-5509.08
Sparque FPAEU	-5.52	-22650.12	-5.91	-8014.95	-5.36	-14635.17
Zpant	-6.74	-27652.14	-8.50	-11524.68	-5.87	-16127.46
Fl GB	8.26	33919.38	13.86	18794.70	5.60	15124.68
Fl GA	-4.80	-19715.76	-5.51	-7470.32	-4.48	-12245.45
Água EPS	3.13	12841.47	2.76	3736.04	3.31	9105.44
Água MPS	-1.98	-8082.18	-6.37	-8622.09	0.19	539.91
Água PPS	-0.35	-1479.60	-0.30	-421.97	-0.38	-1057.64

Quadro 34. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1987 a 2011 nos municípios do limite total do Parque e zona de amortecimento do sítio Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense: Poconé, Cáceres e Corumbá. Solo nu=solo nu; Campos=campo gramíneo; Cero=campo erodido; SgraL=savana gramíneo-lenhosa; Sarb=savana arborizada; Sflo=savana florestada; Sparque FPAU=savana parque e formações pioneiras aluviais úmidas; Sparque FPAMU=savana parque e formações pioneiras aluviais muito húmidas; Sparque FPAEU=savana parque e formações pioneiras aluviais extremamente húmidas; Zpant=zona pantanosa; Fl GB=floresta de galeria baixa; Fl GA=floresta de galeria alta; Água EPS= água com excessiva presença de sedimento; Água MPS=água com muita presença de sedimentos; Água PPS=água com presença de sedimento.

	Poconé		**Corumbá**		**Cáceres**	
	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	2.78	7732.44	1.61	1004.13	-0.01	-9.99
Campos	-0.54	-1491.57	-2.54	-1588.05	0.00	3.42
Cero	0.10	267.12	2.37	1479.00	0.00	0.27
SgraL	27.15	75580.02	20.69	12915.18	8.13	5665.59
Sarb	-12.90	-35924.22	-7.15	-4464.54	-12.62	-8795.70
Sflo	-1.09	-3045.06	-12.04	-7515.81	7.64	5325.21
Sparque FPAU	-2.01	-5604.39	6.71	4186.71	-6.11	-4260.51
Sparque FPAMU	-1.54	-4286.07	-0.48	-299.61	-5.82	-4054.86
Sparque FPAEU	-5.51	-15334.65	-2.95	-1841.94	-7.85	-5473.53
Zpant	-6.97	-19408.86	-4.35	-2716.29	-7.93	-5526.99
Fl GB	7.01	19504.80	3.92	2448.18	17.17	11966.40
Fl GA	-4.79	-13335.57	-5.07	-3167.01	-4.61	-3213.18
Água EPS	1.64	4572.36	0.68	421.92	11.26	7847.19
Água MPS	-4.33	-12051.18	-0.20	-125.46	5.87	4094.46
Água PPS	1.01	2824.83	-1.18	-736.65	-5.12	-3567.78

Quadro 35. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1986 a 2004 no sítio Ramsar *Grande Briere et marais du bassin du Brivet (Grande Briere)*, na zona de amortecimento – região do *Parc Naturel Régional de Brière* e no limite total do sítio Ramsar + PNRB. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo= Roselieres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura.

	Limite total		**Sítio Ramsar**		**Zona de amortecimento**	
	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	1.63	620.73	0.77	58.86	2.02	561.87
Gra	5.78	2379.06	9.49	1403.73	3.65	975.33
Pra	-15.45	-9237.15	-8.47	-1508.27	-19.64	-7728.89
Rgra	5.77	2427.21	12.15	1787.94	2.26	639.27
Rarb	-2.19	-1652.67	-5.55	-1309.46	-0.88	-343.22
Rflo	-5.65	-3066.12	-14.79	-2594.70	-1.34	-471.42
Flo	10.46	4534.56	7.04	1075.59	11.76	3458.97
VegM	-6.18	-2157.66	-3.65	-503.24	-4.31	-1654.43
PiCo	0.21	79.29	0.76	110.21	-0.08	-30.92
Água EPS	0.28	132.57	0.29	49.73	0.27	82.85
Água MPS	-1.03	-659.07	-1.54	-348.57	-0.88	-310.50
Água PPS	0.02	10.08	0.01	2.43	0.02	7.65

ZUI	-0.50	-110.43	-0.02	79.29	-0.75	-189.72
ZUR	5.72	1501.47	3.49	515.84	6.27	985.64
Cultura	1.13	454.95	0.03	8.78	1.63	446.18

Quadro 36. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1986 a 2004 no território dos municípios que abrangem o sítio Ramsar *Grande Briere et marais du bassin du Brivet (Grande Briere)* + PNRB. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo= Roselieres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura

	Asserac		**Besne**		**Crossac**		**Guerande**	
	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	1.93	65.16	2.04	9.18	0.93	6.84	2.59	96.39
Gra	3.24	109.53	8.36	29.79	25.88	168.66	5.97	221.94
Pra	-17.09	-576.99	-1.52	-115.56	-39.81	-1289.88	-16.23	-602.91
Rgra	1.72	57.96	6.18	18.27	26.16	173.07	3.62	134.64
Rarb	-1.98	-66.96	0.57	-23.22	0.97	-72.90	-0.55	-20.61
Rflo	0.65	21.78	-26.19	-232.02	-8.80	-416.61	-1.57	-58.50
Flo	15.55	524.88	8.14	30.87	4.81	4.41	12.16	451.80
VegM	-4.22	-142.56	-2.46	-20.52	-3.95	-104.13	-2.83	-105.12
PiCo	-0.10	-3.42	0.00	0.00	-0.03	-0.72	-0.16	-5.94
Água EPS	0.49	16.56	0.00	0.00	-0.01	-0.18	0.00	-0.18
Água MPS	-1.14	-38.34	-2.99	-23.85	0.27	-22.95	-1.11	-41.22
Água PPS	0.11	3.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.63
ZUI	-0.83	-28.08	0.00	0.00	-0.33	-8.55	-2.07	-76.95
ZUR	-0.29	-9.72	7.83	23.31	-5.99	-287.01	-1.92	-71.37
Cultura	1.96	66.33	0.04	0.18	-0.11	-2.79	2.08	77.40

Quadro 37. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1986 a 2004 no território dos municípios que abrangem o sítio Ramsar *Grande Briere et marais du bassin du Brivet (Grande Briere)* + PNRB. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo= Roselieres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura

	Herbignac		**La Baule Escoublac**		**La Chapelle des Marais**		**Missilac**	
	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	1.56	106.83	3.31	31.95	0.06	0.99	1.98	93.15
Gra	2.17	136.80	3.80	36.63	3.65	58.32	5.51	207.09
Pra	-19.11	-1474.47	-16.79	-161.91	-7.83	-154.89	-17.33	-1399.14
Rgra	3.86	260.01	1.75	16.83	28.33	475.29	1.91	81.54
Rarb	-1.50	-113.49	-1.06	-10.26	-10.39	-194.22	-0.10	-17.46
Rflo	-3.66	-274.59	-1.05	-10.17	-25.16	-453.87	-2.66	-215.28
Flo	13.77	927.63	11.22	108.18	9.87	163.44	13.65	504.09
VegM	-2.94	-216.45	-5.02	-48.42	-6.21	-111.78	-4.52	-286.65
PiCo	0.00	0.27	0.04	0.36	0.00	0.00	-0.32	-20.70

Água EPS	0.09	6.30	0.13	1.26	0.02	0.36	0.62	26.55
Água MPS	-1.98	-144.00	-0.13	-1.26	-6.06	-109.89	-0.68	-55.80
Água PPS	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.45
ZUI	-0.50	-37.53	-0.85	-8.19	-0.12	-2.16	-0.70	-43.65
ZUR	5.92	340.29	2.78	26.82	13.33	218.34	1.01	-215.28
Cultura	2.33	155.52	1.89	18.18	0.50	8.10	1.62	56.97

Quadro 38. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1986 a 2004 no território dos municípios que abrangem o sítio Ramsar *Grande Briere et marais du bassin du Brivet (Grande Briere)* + PNRB. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo= Roselieres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura

	Montoir de Bretagne		**Pontchateau**		**Prinquiau**		**Saint Andre des Eaux**	
	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	3.29	37.35	0.00	0.00	0.53	0.00	2.29	0.00
Gra	9.25	105.03	4.67	22.50	3.09	7.83	5.49	138.51
Pra	-10.51	-119.34	-22.20	-106.92	-13.59	-34.47	-21.32	-537.66
Rgra	1.60	18.18	-5.94	-28.62	2.52	6.39	2.74	69.12
Rarb	-0.43	-4.86	-8.20	-39.51	-14.48	-36.72	-0.90	-22.68
Rflo	-4.28	-48.60	-13.47	-64.89	10.15	25.74	-2.79	-70.38
Flo	1.04	11.79	2.73	13.14	3.19	8.10	11.05	278.73
VegM	-4.42	-50.13	7.23	34.83	-0.96	-2.43	-4.12	-103.86
PiCo	0.00	0.00	0.02	0.09	-0.04	-0.09	0.04	0.90
Água EPS	0.00	0.00	1.91	9.18	0.00	0.00	0.10	2.61
Água MPS	-0.31	-3.51	1.05	5.04	-1.56	-3.96	-0.32	-8.01
Água PPS	0.00	0.00	0.52	2.52	0.00	0.00	0.04	0.99
ZUI	0.06	0.72	32.96	158.76	0.00	0.00	-0.66	-16.56
ZUR	4.57	51.84	-3.68	-17.73	6.71	17.01	7.51	189.36
Cultura	0.13	1.53	2.41	11.61	0.25	0.63	0.84	21.06

Quadro 39. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1986 a 2004 no território dos municípios que abrangem o sítio Ramsar *Grande Briere et marais du bassin du Brivet (Grande Briere)* + PNRB. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo= Roselieres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura

	Saint Joachim		**Saint Lyphard**		**Saint Malo de Guersac**		**Saint Molf**	
	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	0.01	0.00	2.27	55.98	1.78	27.45	2.02	47.07
Gra	5.38	465.57	5.16	127.35	18.00	278.10	2.87	66.87
Pra	-3.32	-287.19	-30.65	-756.09	-14.41	-222.66	-21.12	-492.84
Rgra	8.81	763.02	4.59	113.22	4.90	75.69	1.58	36.90
Rarb	-8.62	-746.91	-6.04	-148.86	-3.95	-61.02	0.68	15.84
Rflo	-8.70	-753.48	-2.36	-58.32	-13.64	-210.78	0.76	17.82
Flo	7.57	656.01	5.49	135.36	4.11	63.54	16.50	384.93

VegM	-4.14	-358.92	-3.69	-91.08	-6.68	-103.23	-6.33	-147.78
PiCo	1.25	108.36	0.00	0.00	0.10	1.62	0.05	1.08
Água EPS	0.47	40.32	0.03	0.81	0.04	0.63	1.02	23.76
Água MPS	-1.53	-132.75	-0.91	-22.50	-1.22	-18.81	-0.09	-2.16
Água PPS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	1.80
ZUI	-0.02	-1.53	-0.84	-20.70	-0.05	-0.81	-0.38	-8.82
ZUR	2.85	247.14	26.95	664.74	11.03	170.37	1.28	29.88
Cultura	0.00	-0.09	0.00	0.09	-0.01	-0.09	1.10	25.74

Quadro 40. Dinâmica das tipologias da paisagem de 1986 a 2004 no território dos municípios que abrangem o sítio Ramsar *Grande Briere et marais du bassin du Brivet (Grande Briere)* + PNRB. Solo nu=Solo nu ; Gra=Gramineas ; Pra=Prairie ; Rgra= Roselieres gramíneo; Rarb=Roselieres arborizada; Rflo= Roselieres florestada; Flo= Floresta; VegM=Vegetação de marais; PiCo=Piardes + copis; Água EPS=Agua com presença de sedimento; Água MPS=Agua com muito sedimento; Água PPS=Agua com excesso de sedimentos; ZUI=Zona urbana industrial; ZUR=Zona urbana residencial; Cultura=Cultura

	Saint Nazaire		**Saint Reine de Bretagne**		**Trignac**	
	%	ha	%	ha	%	ha
Solo nu	1.95	31.95	0.86	10.44	3.32	0.00
Gra	3.94	64.62	2.79	33.93	6.99	99.99
Pra	-15.34	-251.82	-41.50	-505.26	-10.28	-147.15
Rgra	1.58	25.92	9.27	112.86	1.18	16.92
Rarb	0.41	6.66	-5.05	-61.47	-2.38	-34.02
Rflo	-3.47	-56.97	-14.00	-170.46	-2.55	-36.54
Flo	9.26	151.92	6.08	74.07	2.91	41.67
VegM	-7.06	-115.92	-7.91	-96.30	-6.09	-87.21
PiCo	-0.03	-0.54	-0.16	-1.98	0.00	0.00
Água EPS	0.14	2.34	0.16	1.89	0.03	0.36
Água MPS	-0.57	-9.36	-1.89	-23.04	-0.19	-2.70
Água PPS	0.00	0.00	-0.01	-0.18	0.02	0.27
ZUI	-0.36	-5.85	-0.83	-10.08	-0.03	-0.45
ZUR	9.94	163.17	-11.01	-134.10	6.60	94.41
Cultura	-0.37	-6.12	1.13	13.77	0.48	6.93

APÊNDICE C

Resumé

CONSEQUENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE DES ZONES HUMIDES : UNE ANALYSE DE POLITIQUES PUBLIQUES ET DE GESTION AU BRESIL ET EN FRANCE

SOMMAIRE

INTRODUCTION 368
Zones d'etude 370
Parcours methodologique 370
Organisation de la these 371

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE 1. EFFETS DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITÉ DES ZONES HUMIDES 372
1.1 De l'importance de la biodiversité des zones humides 372
1.2. Effets du climat sur la biodiversité des zones humides 373
1.3 Observation et projection des réponses des organismes soumis au changement climatique 374
1.4 Vulnérabilité des espèces au climat et à leur entrée en synergie avec les vecteurs de pression anthropique 374

CHAPITRE 2. LA CONVENTION DE RAMSAR, UN OUTIL POLITIQUE DE PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ DES ZONES HUMIDES FACE AUX IMPACTS CLIMATIQUES 375
2.1. INTRODUCTION 375
2.2. MÉTHODOLOGIE 376
2.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION 377
2.3.1. Chronologie de la Convention de Ramsar 377
2.3.2 Positionnement de la Convention de Ramsar face aux conséquences des changements climatiques sur les zones humides 378
2.3.3 Une analyse des stratégies de gestion pour le maintien de la biodiversité face aux conséquences du changement climatique 379

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE 3. TENDANCES ET RUPTURES CLIMATIQUES ET HYDROLOGIQUES DES SITES RAMSAR PARNA PANTANAL AU BRÉSIL ET GRANDE BRIÈRE EN FRANCE, ET LEURS EFFETS SUR LA BIODIVERSITÉ 381
3.1. INTRODUCTION 381
3.2. MÉTHODOLOGIE 381
3.3 RÉSULTATS ET DISCUSSION 382
3.3.1. Site Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) 382

3.2.2. Le site Ramsar Grande Brière et marais du bassin du Brivet (Grande Brière) 385
CHAPITRE 4. DYNAMIQUES SPATIALES DES SITES RAMSAR PARNA PANTANAL AU BRÉSIL ET GRANDE BRIÈRE EN FRANCE, ET LEURS EFFETS SUR LA BIODIVERSITÉ 387
4.1 INTRODUCTION 387
4.2. MÉTHODOLOGIE 387
4.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION 388
4.3.1. Site Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) 388
4.3.2. Site Ramsar Grande Brière et marais du bassin du Brivet (Grande Brière) 390
4.3.3. Effets sur la biodiversité 392

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE 5. LES POLITIQUES PUBLIQUES DE PRÉSERVATION DES ZONES HUMIDES AU BRÉSIL ET EN FRANCE 393
5.1. INTRODUCTION 393
5.2. MÉTHODOLOGIE 394
5.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION 395

CHAPITRE 6. LA GESTION NATIONALE-LOCALE DES SITES RAMSAR PARNA PANTANAL AU BRÉSIL ET GRANDE BRIÈRE EN FRANCE POUR LA PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ FACE AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES 398
6.1. INTRODUCTION 398
6.2. MÉTHODOLOGIE 399
6.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION 400

CONCLUSION 404

INTRODUCTION

Les zones humides sont, en termes d'étendue et de productivité, le plus grand système écologique d'hébergement d'êtres vivants. Elles jouent également un rôle essentiel pour l'humanité et son bien-être (HALLS, 1997). Le maintien de la biodiversité permet donc de garantir la pérennité des services écologiques de provision et de régulation, et des services culturels et spirituels rendus par ces écosystèmes, supports essentiels à l'entretien du biote et fondements d'une humanité prospère (HALLS, 1997; DIEGUES, 2002; MEA, 2005; BOBBINK et al, 2006; EWEL, 2009, GOPAL, 2009).

Les zones humides sont des écosystèmes complexes et particulièrement sensibles aux variations de quantité et de qualité de l'eau qui les alimente. Elles ont donc subi, sous la pression de ces vecteurs essentiels que sont les changements climatiques et l'occupation et l'usage du sol, des altérations majeures (GITAY et al, 2001; WELTZIN et al, 2000, 2001, 2003; KELLER et al., 2004 PARRY et al, 2007; ACREMAN et al, 2009; GOPAL, 2009).

La biodiversité intervient à toutes les échelles de l'organisation biologique (génétique, population, espèces, communautés et écosystèmes), et de l'organisation de l'espace (habitat, échelles locale, régionale et continentale) (HEINO et al, 2009). Les pertes de biodiversité imputables aux effets du changement climatique sont donc identifiables aux échelles locale et régionale (MARENGO, 2006; NOBRE et al, 2007; PUTTEN et al, 2010) : on observe, par exemple, des modifications dans la phénologie, la distribution, l'abondance, la morphologie et la reproduction des espèces, des mutations des communautés et des processus écosystémiques, une altération des processus d'évolution des espèces, des extinctions et des invasions (GITAY et al, 2002; PARRY et al, 2007; FIELD et al, 2014).

Dans la mesure où le succès de la préservation de ces écosystèmes est lié à la pertinence et à l'efficacité de la gestion du territoire aux échelles locale, régionale, nationale et internationale, la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar), signée en 1971, est un traité stratégique et fondamental pour leur sauvegarde.

En 2012 à Bucarest, au cours de la dernière conférence des parties de la Convention (COP11), le Brésil a tenu une place de premier plan de par l'étendue de ses zones humides en milieu tropical, tandis que se distinguait la gestion française du capital naturel des zones humides en milieu tempéré. Celle-ci est mise en œuvre dans le cadre du Plan national d'action en faveur des zones humides, dont le suivi est assuré par le groupe national pour les milieux

humides, tandis que les gestionnaires de sites mènent des actions communes au sein de l'association Ramsar-France.

Les deux pays se sont engagés, dans le cadre de Ramsar, à mettre en place sur leurs territoires respectifs une gestion adaptée et efficace, afin de ramener au plus bas niveau possible la vulnérabilité des zones humides au changement climatique, et à en préserver la biodiversité. D'après les études de Sartori (1981), Collier (1993), Faria (2005) et Schmitter (2009), une analyse des gestions brésilienne et française de sites Ramsar, s'attachant à décrire les similarités et contrastes par des études de cas, constitue une étude de politique comparée à même de proposer des données systématiques et fiables, mobilisables pour la prise de décision.

C'est dans un tel contexte que la présente recherche de thèse propose d'analyser, en France et au Brésil, la gestion de la politique Ramsar, orientée vers la préservation de la biodiversité des zones humides face aux défis imposés par les impacts des changements climatiques. Nous avons pour ce faire poursuivis les objectifs spécifiques suivants :

- analyser les effets des facteurs climatiques sur la biodiversité des zones humides;
- analyser les stratégies d'organisation du territoire que la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar) demande aux pays membres de mettre en place, dans le but de préserver ces zones des effets du changement climatique;
- au moyen de deux études de cas de sites Ramsar, celui du Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) au Brésil, et celui des Marais de Grande Brière et du Brivet (Grande Brière) en France, identifier les principales tendances et les ruptures climatiques et hydrologiques, l'évolution des paysages (et de la biodiversité), ainsi que les influences de ces facteurs sur la biodiversité;
- analyser la mise en œuvre de la politique internationale de la Convention de Ramsar par le Brésil et la France, afin de comprendre comment ces appareils, à différentes échelles de gestion, répondent aux enjeux posés par les conséquences des changements climatiques sur la biodiversité des zones humides.

Zones d'etude

Le Brésil a signé la Convention de Ramsar en 1993, et l'a ratifiée en 1996 par l'adoption du décret 1905/96. On y compte 57 complexes de zones humides (DIEGUES, 2002), parmi lesquels 6 568 359 hectares sont classés zones d'importance internationale. La France est signataire de la Convention depuis 1986, et comprend à l'heure actuelle 29 sites, soit une superficie de 970 971 hectares sur son territoire métropolitain.

Les sites Ramsar n°602 – Pantanal Matogrossense (Parc national du Pantanal matogrossense) au Brésil, et le site Ramsar n°713 – Grande Brière (Grande Brière et Marais du bassin du Brivet) en France, constituent les deux études de cas de notre recherche (figure 1).

Il s'agit, dans un cas comme dans l'autre, de zones humides représentatives, rares ou uniques d'importance internationale pour la préservation de la biodiversité, dans la mesure où ils regroupent un ensemble de zones humides complémentaires au sein de grands corridors écologiques (figures 2 et 3). Ils hébergent en outre des populations d'espèces animales et végétales indispensables au maintien de la diversité biologique de régions biogéographiques particulières, et présentent un nombre significatif d'espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction, ou des communautés écologiques menacées.

Parcours methodologique

La thématique centrale de notre recherche porte sur la prise de décision dans le cadre de l'organisation spatiale au Brésil et en France afin de préserver la biodiversité des zones humides, face aux enjeux posés par les conséquences des changements climatiques. Pour répondre aux objectifs proposés, nous avons eu recours à un ensemble de données et d'informations de natures et de thématiques diverses.

Les indicateurs utilisés au cours de la présente recherche ont été organisés selon une adaptation du modèle pression-état-impact-réponse développé par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (2004) à partir du modèle pression-état-réponse de l'Organisation pour la coopération et le développement économique (OCDE) (1993). Nous avons choisi ce modèle car PER constitue la forme la plus usitée d'organisation des instruments d'une gestion soutenable des territoires, et parce PEIR présente la vision d'ensemble des différents composants d'un problème environnemental et les réponses données par la société qui facilite le diagnostic et l'évaluation des processus de la gestion durable intégrée.

Les indicateurs de pression retenus concernent les tendances et les ruptures climatiques et hydrologiques locales sur les sites Ramsar du PARNA Pantanal au Brésil et de Grande Brière en France. L'état (ou condition) de la biodiversité a été établi à partir de l'étude des dynamiques paysagères des sites choisis. L'impact concerne les conséquences de la dégradation de l'environnement sur l´environnement. Les réponses, ce sont l'ensemble des politiques et de leurs instruments, ainsi que les outils de gestion territoriale brésilienne et française aux échelles nationales, régionales et locales (dans le cadre de la Convention de Ramsar), qui ont pour but de contenir, inverser ou prévenir les effets des changements climatiques sur la biodiversité (figure 8).

Organisation de la these

La présente thèse est le fruit d'un travail réalisé en cotutelle entre le Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental de l'Université de São Paulo au Brésil (PROCAM-USP), et le Doctorat de géographie de l'Université Rennes 2 (France), dans le cadre du Programme bilatéral Brésil-France USP-COFECUB .

Afin de répondre aux objectifs proposés, le travail se présente en trois parties de deux chapitres chacune.

La première partie (chapitres 1 et 2) est consacrée à l'analyse théorique des processus climatiques qui ont un impact sur la biodiversité des zones humides, et des stratégies d'organisation territoriale que la Convention de Ramsar incite les pays membres à adopter pour faire face à cette problématique.

La deuxième partie (chapitres 3 et 4) s'attache à identifier l'état de la biodiversité, les pressions et les impacts qu'elle subit dans les zones humides soumises aux changements climatiques dans les sites Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal) au Brésil et Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière) en France.

La troisième partie (chapitres 5 et 6) est consacrée aux réponses du Brésil et de la France concernant la mise en œuvre de la politique de Ramsar, afin de comprendre comment les acteurs font face, à différentes échelles de gestion, aux enjeux que représentent les conséquences des changements climatiques sur la biodiversité des zones humides.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE 1. EFFETS DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITÉ DES ZONES HUMIDES

1.1 De l'importance de la biodiversité des zones humides

Les zones humides sont, en termes d'étendue et de productivité, le plus grand système écologique d'hébergement d'êtres vivants. Elles jouent également un rôle essentiel pour l'humanité et son bien-être (HALLS, 1997). Ces écotones, localisés de manière extrêmement variée dans le paysage, sont caractérisés par une grande diversité de milieux sur une faible étendue.

À l'heure actuelle, 168 pays admettent une définition commune des zones humides, celle de la Convention de Ramsar (RAMSAR, 1971), qui englobe tout l'éventail de ces écosystèmes, depuis ceux qui sont le moins transformés, comme les espaces naturels, jusqu'aux écosystèmes intensément administrés et modifiés comme les zones humides agricoles et urbaines, en passant par toutes les formes intermédiaires d'utilisation par les sociétés humaines :

> […] les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (RAMSAR, 1971).

Leur biodiversité évolue et s'adapte constamment au rythme des processus de succession écologique, comme la zonation des espèces au sein de l'écosystème, les changements saisonniers, ou plus fréquemment encore suivant les pulsations du cycle hydrologique ou des événements isolés, et en fonction des liaisons avec les écosystèmes adjacents (HALLS, 1997; GOPAL, JUNK, 2000; BOBBINK et al, 2006; MALTBY, 2009). Les zones humides fournissent en outre une grande variété de services écosystémiques, aux échelles locale, régionale, voire globale : services d'approvisionnement, de régulation, services culturels et aménités incluant services spirituels et sources d'inspiration, services de soutien au maintien de conditions favorables à la vie sur Terre.

Malgré tout cela, on évalue à l'heure actuelle que seules 50% des zones humides subsistent à l'échelle planétaire, et que sur certains continents 80% d'entre elles ont disparu

ont sont extrêmement dégradées (BOBBINK et al., 2006). Les principales causes de dégradation et de modification des caractères écologiques, recensées par Gosselink et Maltby (1990), Gitay et al. (2001), Keller et al. (2004), MEA (2005), Acreman et al. (2009), Gopal (2009), et Ramsar (2010), sont liées de manière directe, indirecte ou synergique aux changements climatiques du XXème siècle étudiés par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

1.2. Effets du climat sur la biodiversité des zones humides

Le GIEC (STOCKER et al., 2013) définit le changement climatique comme des altérations des propriétés du climat telles que les changements de son état moyen, des écarts-types et des occurrences d'événements extrêmes, qui extrapolent dans l'espace et dans le temps les événements climatiques individuels, et qui persistent sur une longue période, typiquement des décennies ou plus.

Pour Carpenter et al. (1992, p.119), les changements climatiques « ont d'énormes effets sur la distribution et l'interaction des espèces ». Dans les zones humides, on distingue des effets directs, comme les élévations de température et de la concentration de CO2 de l'atmosphère, et des effets indirects, comme les altérations régionales et globales des régimes de précipitations et leurs effets sur l'évaporation, la radiation, la vitesse du vent et la modification des régimes hydrologiques (ACREMAN et al, 2009; GITAY et al, 2001; WELTZIN et al, 2000, 2001, 2003; KELLER et al., 2004; PARRY et al, 2007).

Les interférences, du fait de la grande variabilité qui les caractérise, se font ressentir à tous les niveaux de l'organisation biologique (gènes, populations, espèces, communautés et écosystèmes) et à toutes les échelles spatiales (habitat, échelles locale, régionale et continentale) (JOHNSTON et BENNET, 1996; MARENGO, 2006; NOBRE et al., 2007; HEINO et al., 2009; PUTTEN et al., 2010).

Les perturbations sont possibles parce que la totalité des composantes de la vie des organismes est associée à la niche climatique, qui est une composante de la niche environnementale, et définie par les limites de la variation climatique qui garantissent un taux de croissance positif des organismes qui s'y trouvent (PEARMAN et al., 2007). De complexes relations écologiques s'établissent, du fait que les composantes du climat (par exemple, la température et les précipitations), sont des facteurs fonctionnels significatifs (figure 12).

Le contrôle exercé sur les organismes suit les principes écologiques des trois lois du minimum, des facteurs limitants et de tolérance discutées par Odum et al. (1971), et décrites dans le tableau 1. Elles énoncent que, dans la nature, les individus sont régis tant par leurs seuils de tolérance que par la quantité et la variabilité de ces facteurs essentiels, de sorte qu'à l'échelle des individus, des populations, des espèces, de la composition et de la fonction des écosystèmes, les éléments climatiques ont la capacité d'empêcher, de compliquer ou d'optimiser la performance biologique.

1.3 Observation et projection des réponses des organismes soumis au changement climatique

Le Document technique V – Changements climatiques et biodiversité (GITAY et al., 2002) et les Quatrième (PARRY et al., 2007) et Cinquième rapports (FIELD et al., 2014) du Groupe II – Impacts, adaptation et vulnérabilité du GIEC, concluent que l'évolution du climat au XXème siècle contribue de manière significative à l'altération des systèmes biologiques.

Pour Gitay et al. (2002), Parry et al. (2007) et Field et al. (2014), bien que certains écosystèmes soient plus sensibles que d'autres aux changements climatiques, les chances que les réponses biologiques observées puissent être le fruit du hasard sont insignifiantes. On observe ou peut s'attendre notamment à des modifications de la phénologie, de la distribution, de l'abondance, de la morphologie et de la reproduction des espèces, des mutations des communautés, des processus écosystémiques et des processus d'évolution des espèces, au-delà des phénomènes d'extinctions (figure 15) et d'invasions.

1.4 Vulnérabilité des espèces au climat et à leur entrée en synergie avec les vecteurs de pression anthropique

D'après l'étude menée pour le Ramsar (2002), les corrélations entre les facteurs de pression climatiques et non climatiques produisent une synergie à l'origine d'événements hasardeux et de rétrocessions (feedbacks) positives et négatives, potentiellement plus agressifs pour les zones humides que les effets exclusifs de chacune des variables considérée isolément. Gitay et al. (2011), qui sont les représentants de l'équipe technique de la Convention de Ramsar, proposent de ce fait que, dans le cas des zones humides, la vulnérabilité au changement climatique soit définie par le degré à partir duquel elles le ressentent et ne sont

plus à même de s'y adapter, ni même de réduire les conséquences des altérations du climat et de la pression anthropogénique pour assurer le maintien de leurs caractéristiques écologiques.

Cette approche permet de montrer que la matrice de la vulnérabilité des zones humides est intégrée au contexte social, dans la mesure où elle dépend en grande partie de l'activité humaine dans les différents territoires géographiques dans lesquels elles se trouvent. Pour Guillaumet et al. (2009), puisque ces territoires sont soumis à des usages compétitifs, voire contradictoires, les politiques publiques construites autour de la concertation deviennent inévitables. Elles seules proposent en effet des outils de gestion de l'espace et une régulation des actions concrètes de courte, moyenne et longue échéance, permettant de combiner des stratégies de préservation à des échelles de temps, d'espace, d'urgence et d'intensité d'intervention différentes.

À l'heure actuelle, la politique élaborée par la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar), est la plus appropriée à la gestion des zones humides, et la seule à mettre en place des directives pour faciliter leur adaptation et atténuer les effets de l'évolution du climat (HALLS, 1997; FRAZIER, 1999; FARRIER, TUCKER, 2000; FINLAYSON, 2012).

CHAPITRE 2. LA CONVENTION DE RAMSAR, UN OUTIL POLITIQUE DE PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ DES ZONES HUMIDES FACE AUX IMPACTS CLIMATIQUES

2.1. INTRODUCTION

Le débat sur la préservation et la protection de l'environnement s'est imposé au cours des dernières décennies dans les agendas de la communauté internationale. Issu à l'origine d'une série d'événements – qui ont culminé, selon Ribeiro (2008), dans la mise en place de l'Ordre environnemental international, sous-système en construction du système international, qui se base sur des traités pour réguler l'activité humaine sur l'environnement – , ce débat ne constitue pas qu'une simple mise en accord d'idéaux.

La régulation des initiatives de gestion par la Convention de Ramsar en est un exemple dans le domaine de la réduction de la vulnérabilité de la biodiversité des zones humides au changement climatique tel qu'il est décrit dans la documentation produite par le GIEC .

La problématique posée par la mise en place nécessaire de stratégies d'intervention et de régulation de l'activité humaine est un défi lancé tant à la Convention qu'à ses pays membres et aux autres acteurs-clefs impliqués dans ce processus. Nous proposons ainsi dans ce chapitre de décrypter les stratégies d'organisation du territoire que Ramsar demande à ses pays membres d'adopter dans ce but.

2.2. MÉTHODOLOGIE

Nous avons mené une recherche bibliographique qualitative fondée sur le dépouillement de la documentation officielle de la Convention de Ramsar utilisée lors de la 11ème Conférence des Parties de Bucarest en 2012, et de celle qui est mise à disposition du public sur le site de son Secrétariat, décrite par Moreira (2005). Dans un premier temps, nous avons procédé à une lecture exhaustive et systématique des 83 recommandations des sept premières Conférences des Parties (COP), des 196 résolutions et des 14 annexes des dix premières COP, des 21 volumes de la collection des Manuels Ramsar, et des 16 documents distribués lors des débats de la COP11.

Nous en avons isolé tous les paragraphes qui décrivaient ou suggéraient une position à adopter, une action à mener ou une forme de gestion destinée à réduire la vulnérabilité de la biodiversité des zones humides face aux impacts du changement climatique ; nous les avons tous lus une nouvelle fois, afin de les classer en fonction des questionnements spécifiques et des références théoriques de notre recherche, avant de retranscrire ce classement sous forme de tableaux.

Dans un second temps, nous avons, à partir du classement des informations recueillies au cours de la première étape, identifié les alternatives proposées par la Convention de Ramsar pour les processus de prise de décision dans les pays membres, sur le modèle des analyses de Santos (2004).

2.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.3.1. Chronologie de la Convention de Ramsar

La Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention de Ramsar) a été signée par 18 pays en 1971 à Ramsar, en Iran. Elle est entrée en vigueur en 1975 et s'est consolidée en acquérant le statut de régime formel international (formal regime), légiféré par les organisations internationales, maintenu par un conseil, et surveillé par les administrations internationales.

Il s'agit en réalité du premier traité multilatéral moderne de conservation des ressources naturelles à une échelle planétaire (MATTHEWS, 1993; FINLAYSON et al., 2011). Ses 12 articles (cf. tableau 2) étaient en avance sur leur époque, établissant le compromis de l'usage rationnel (wise use) et du maintien du caractère écologique des zones humides, dans la logique de l'interdépendance entre l'homme et l'environnement.

L'objectif de la Convention est d'intégrer à la liste des zones humides d'importance internationale (liste de Ramsar), tant les zones humides les moins transformées comme les espaces naturels, que les écosystèmes intensément administrés et modifiés comme les zones humides agricoles et urbaines, en passant par toutes les formes intermédiaires d'utilisation par les sociétés humaines. Une fois inscrits, ces espaces deviennent des sites Ramsar (zones humides d'intérêt international) et doivent être gérés suivant les orientations de planification décidées lors des Conférences des parties contractantes (COP).

Dans un souci d'actualisation et dans un contexte d'élargissement des débats internationaux ouvert par le Rapport Brundtland sur le développement durable (CMMAD, 1987), la Convention sur la diversité biologique (1992) et les débats sur l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005), la Convention de Ramsar a élargi son objectif initial de création d'un réseau international de zones humides refuges pour la préservation des oiseaux d'eau, et le traité a été réorienté vers la conservation et l'usage soutenable de ces écosystèmes.

On retiendra essentiellement deux résultats de ce processus. Le premier a été l'intégration de l'objectif de conservation des zones humides dans le modèle du développement durable, du fait de l'inscription de la biodiversité dans les caractéristiques écologiques de ces écosystèmes (la résolution VI.1 en fait explicitement un attribut de leur

création), et que le développement durable a été adopté comme concept synonyme de celui d'usage rationnel par la Convention.

La seconde avancée, aussi importante que la première, consiste dans l'adoption du principe de précaution (precautionary principle), qui devient le socle des outils politiques formulés et mis en place pour réduire la vulnérabilité des zones humides à son niveau minimum, malgré l'absence de preuve empirique ou de consensus scientifique irréfutable sur son existence. Ces facteurs ont amplifié le champ d'action de la Convention de Ramsar, et ont servi de base à l'entrée en jeu d'un ensemble complexe d'institutions et d'organisations de portée locale à globale, et qui n'ont pas nécessairement de lien direct avec la préservation des zones humides (tableau 2).

2.3.2 Positionnement de la Convention de Ramsar face aux conséquences des changements climatiques sur les zones humides

La Convention de Ramsar s'intéresse alors aux changements climatiques décrits dans les rapports du GIEC (HOUGHTON et al., 1990; TEGART et al., 1990; HOUGHTON et al., 1992; TEGART, SHELDON, 1992; HOUGHTON et al., 1995; WATSON et al., 1996). Les travaux de la COP3 en 1990 et de la COP4 en 1993 soulignent l'importance qu'il y a à mettre en place un flux continu d'informations sur ces questions globales entre les parties contractantes pour une préservation de la biodiversité et un usage rationnel des zones humides (tableau 3). Plus tard, le premier plan stratégique (1997-2002), approuvé par la COP6 en 1996, a inclu dans ses objectifs des actions d'identification des potentielles conséquences des changements climatiques sur les caractéristiques écologiques des sites Ramsar (action 5.1.6), ainsi que l'établissement de relations diplomatiques avec la convention-cadre des Nations-unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (action 7.2.7).

Le manuscrit du deuxième plan (2003-2008), approuvé par la COP8 en 2002, reconnaît que les conséquences prévisibles du changement climatique sur la distribution et la qualité des écosystèmes, et que leurs implications dans la survie des espèces, sont au cœur des questions globales qui influencent la préservation et l'usage rationnel des zones humides. La publication du 3ème rapport du Groupe de travail n°II du GIEC (MCCARTHY et al., 2001), des documents de travail COP8-DOC11 et COP8-DOC40 (tableau 3), élaborés par le comité scientifique de la Convention de Ramsar (Scientific and Technical Review Panel-STRP), ainsi

que la recommandation VIII.3 (tableau 3), a joué un rôle décisif lors de la formulation de proposition d'actions de gestion.

Le plan stratégique actuellement en vigueur (le troisième), élaboré par la COP10 en 2008 et valable pour la période 2009-2015, s'appuie, outre les avancées déjà citées du GIEC et de Ramsar, sur les conclusions du 4ème rapport du groupe de travail n°II du GIEC (PARRY et al., 2007), sur le document COP10-DOC25 et sur la recommandation X.24 de la Convention de Ramsar (tableau 3).

Les conséquences du changement climatiques y sont abordées comme une question centrale, point de départ de l'altération, du recul et de la détérioration continue des zones humides. L'enjeu principal pour le futur de ces espaces concerne la gouvernance : il y a urgence à passer d'une gouvernance environnementale élaborée à l'échelle nationale et faite de plans sectoriels, à une conception plurisectorielle et écosystémique (incluant des actions d'atténuation des effets et d'adaptation aux changements climatiques) dans le processus de prise de décision.

En tout, au cours des Conférences des parties contratantes qui se sont réunies entre 1990 et 2012, seize documents d'orientation ont fait l'objet d'un accord (tableau 3). Pour Santos (2004), d'après qui les alternatives proposées lors d'un processus de prise de décision doivent présenter une séquence logique d'application et être organisées de manière hiérarchique, ces orientations représentent le premier niveau de la hiérarchie d'application. Elles sont regroupées, aux côtés de composantes de deuxième et de troisième niveau comme, respectivement, les programmes (qui regroupent des ensemble d'actions par thème), et les projets d'action (avec les opérations à mener pour mettre en œuvre les propositions spécifiées), dans la série des Manuels Ramsar publiée par la Convention. Le but de ce type de documentation est de permettre aux preneurs de décision de comprendre de manière claire et détaillée les actions de réduction de la vulnérabilité des zones humide au changement climatique, et de faire en sorte qu'ils respectent fidèlement les accords conclus.

2.3.3 Une analyse des stratégies de gestion pour le maintien de la biodiversité face aux conséquences du changement climatique

L'analyse des stratégies d'orientation de la convention de Ramsar pour une gestion efficace du maintien de la biodiversité des zones humides face aux conséquences des changements climatiques permet de mettre en évidence trois éléments principaux.

Le premier concerne le point de vue adopté par la Convention sur le maintien de la biodiversité des zones humides. En faisant de la diversité biologique (ou biodiversité) un attribut essentiel des zones humides, garant de leurs caractéristiques écologiques, et en sommant les pays membres de préserver et d'assurer une surveillance permanente de ces caractéristiques, la Convention inscrit de fait le maintien de la biodiversité dans toutes ses stratégies de gestion en vigueur.

Ce n'est pas seulement la biodiversité des espaces naturels sauvages qui est à sauvegarder, c'est aussi celle de milieux où la présence humaine se fait sentir. Pour Larrede (1997) et Sachs (2002), ce type de gestion associant objectifs sociaux et écologiques est indispensable pour tracer la voie du maintien de la biodiversité pour les générations futures.

Le deuxième point important concerne la manière dont Ramsar se projette comme outil de gestion de préservation de la biodiversité. En soulignant l'importance des altérations de la performance biologique dues au changement climatique, en prenant acte de leur effet combiné à celui des altérations de l'usage du sol, et en prévoyant que les répercussions de cette synergie seront potentiellement plus agressives que les effets de chacune des variables prise isolément, la Convention montre le degré de complexité et d'urgence de la mise en application d'outils de gestion intégrés, plurisectoriels, et articulant les diverses échelles du processus de prise de décision. Afin d'aider à la mise en œuvre de ces mesures, elle met à disposition tout un arsenal technique comprenant les brochures de la série des Manuels Ramsar, les plans stratégiques et les recommandations, qui proposent des outils d'évaluation et de réalisation des trois étapes du processus de prise de décision : la systématisation de la question, la mise au clair des stratégies, et le pronostic des conséquences de la décision prise.

Un dernier point enfin concerne l'usage du principe de précaution par la Convention. Dans le cas du processus de prise de décision pour la préservation de la biodiversité des zones humides face aux conséquences du changement climatique, son application est particulièrement importante du fait des difficultés des modèles projetés à dégager une image claire et nette du futur de la biodiversité dans leurs divers scénarios. Même les modélisations les plus utilisées et les plus développées, comme les modèles des enveloppes bioclimatiques, les modèles dynamiques de végétation, les modèles de pertes d'espèces, les modèles de la IUCN et les liaisons dose-réponse, pèchent toutes par imprécision (BELLARD et al., 2012).

En adoptant le principe de précaution, la Convention impose aux parties contractantes la responsabilité de baisser la vulnérabilité des espèces à son plus bas niveau possible, même si les connaissances scientifiques ne sont pas encore en mesure de déterminer avec

suffisamment de certitude les risques exacts encourus par leurs caractéristiques écologiques (et par leur biodiversité).

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE 3. TENDANCES ET RUPTURES CLIMATIQUES ET HYDROLOGIQUES DES SITES RAMSAR PARNA PANTANAL AU BRÉSIL ET GRANDE BRIÈRE EN FRANCE, ET LEURS EFFETS SUR LA BIODIVERSITÉ

3.1. INTRODUCTION

Consciente que la fonction écologique des zones humides dépend grandement de la qualité et de la quantité de l'eau qui les alimente, et que celles-ci sont influencées de manière directe et indirecte par le climat, la Convention de Ramsar incite ses pays membres à élaborer des actions pertinentes et efficaces de diagnostic et d'évaluation des effets du climat. Les études détaillées aux échelles régionales et locales sur les sites Ramsar doivent être une priorité pour les nations concernées (RAMSAR, 2002; RAMSAR, 2010a, 2010b).

Le présent chapitre présente donc les tendances et ruptures climatiques et hydrologiques observées à l'échelle locale, au cours des quarantes dernières années, sur les sites Ramsar Parque nacional do Pantanal Matogrossensse (PARNA Pantanal) au Brésil, et Grande Brière et Marais du bassin du Brivet (Grande Brière) en France. Nous évoquons ensuite les espèces dont les performances biologiques sont susceptibles d'être affectées par ces changements.

3.2. MÉTHODOLOGIE

Nous avons utilisé des données en libre accès issues de séries historiques annuelles et mensuelles couvrant la période 1971-2011 : pluviométrie, niveaux d'eau dans les cours d'eau, température maximale et température minimale.

Pour le site brésilien, nous avons étudié les données des stations situées dans le sous-bassin du Alto Paraguai (BAP), et plus précisément les séries de hauteur d'eau des cours d'eau des micro-bassins Ottobacias niveau 3 – 896, 897, 898 et 899, qui recouvrent la partie supérieure et la région située en amont du PARNA. Les données ont été récupérées auprès de

l'Agence nationale brésilienne de l'eau (ANA), du service national de météorologie et hydrologie de Bolivie (SEMANHI) et de l'institut national de météorologie du Brésil (INMET). Pour le site français, nous avons utilisé les données concernant le bassin du Brivet élaborées par Météo-France et par le Parc naturel régional de Brière.

Les données ont été retenues en fonction des critères suivants :

a) séries s'étendant sur au moins 30 ans, conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de météorologie (OMM) ;

b) discontinuités des séries de cinq années consécutives au maximum (adapté de DEBORTOLI et al., 2012), afin de garantir la non prise en compte des cas incomplets par le test statistique et éviter les résultats tendancieux ;

c) séries annuelles présentant des lacunes d'au maximum 2 mois consécutifs, corrigées par la moyenne de la série historique mensuelle des 30 dernières années (ou plus le cas échéant) (adapté de DEBORTOLI et al., 2012), afin d'éviter que la moindre substitution de données lacunaires ne biaise la base de données, et de proposer des modèles de prévision au plus proche de la réalité grâce aux résultats obtenus.

Nous avons ensuite calculé, pour chaque série sélectionnée, les moyennes, écarts-types et valeurs minimale et maximale. Nous en avons tiré des tendances, positives, négatives ou nulles, grâce à des tests statistiques de régression linéaire à l'aide du programme Excel, et d'un test de Mann-Kendall (KENDALL, 1975; MANN, 1945) réalisé à l'aide du programme XLStat-Time Addinsoft version 2013.5. Nous avons adopté un seuil de signification statistique de 5%.

3.3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.3.1. Site Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal)

Pour mener les analyses climatiques et hydrologiques portant sur le site Ramsar brésilien, nous avons vérifié les données produites par 203 stations pluviométriques et 41 stations de mesure des hauteurs d'eau dans les cours d'eau (figure 32a). Nous en avons retenu 57 séries historiques dont les données ont été jugées fiables pour la période 1971-2011 (figure 32b), soit 38 séries pluviométriques, 24 séries de hauteur d'eau, et deux séries de température minimale et maximale.

Le test de régression linéaire a mis en évidence une tendance à l'augmentation des températures annuelles minimales (Tmin) et maximales (Tmax) de toutes les séries mesurées par les stations de Cuiabá (83301) et de Cáceres (83405) (figures 33 et 34).

À Cuiabá, l'augmentation de la Tmin et de la Tmax annuelle a également été enregistrée par le test de Mann-Kendall, avec identification d'une rupture positive en 1984. À Cáceres, les tests de Mann-Kendall et de Pettitt ont eux aussi mis en évidence une augmentation de la Tmax annuelle, avec présence d'une rupture en 1995.

Pour les séries mensuelles, le test de Mann-Kendall a montré à Cuiabá une augmentation de la Tmin des mois de janvier et d'avril, tandis que le test de Pettitt montrait une augmentation pour les mois de janvier, février, mars, avril, octobre, novembre et décembre entre 1984 et 1987. L'augmentation moyenne enregistrée est de +0,8°C (figure 35). À Cáceres, l'augmentation de la Tmin mise en évidence par les cœficients angulaires pour pratiquement tous les mois de l'année (à l'exception de février, mai et novembre), n'a pas été démontrée par les autres tests ($p>0,05$).

La série mensuelle des températures maximales (Tmax) de Cuiabá a enregistré une augmentation moyenne de +1,2°C selon le test de Pettitt, tandis que les résultats du test de Mann-Kendall ne permettent pas de dégager de tendance claire et significative (figure 36). D'un autre côté, le test de Mann-Kendall a montré une augmentation de la Tmax à Cáceres pour les mois de juillet, novembre et décembre, avec la présence de ruptures positives et une augmentation moyenne de +1,2°C (figure 37).

Cette augmentation des températures au cours des quarante dernières années a fort probablement eu une influence sur la phénologie, la reproduction, la morphologie, ainsi que les invasions d'espèces sur le site Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense.

On peut par exemple se reporter aux changements intervenus dans la phénologie des populations d'espèces d'oiseaux migrateurs néarctiques Pandion haliaetus, Actitis macularius, Tringa solitaria et Tringa flavipes. On prévoit également des modifications phénologiques de l'espèce de Cannabaceae Trema micrantha (noms vernaculaires periquiteira ou candiúba), espèce arbustive dont les fleurs et les fruits jouent un rôle clef pour les habitats des mornes, des forêts et des cerrados tant à la saison des hautes eaux qu'à la saison sèche. Le réchauffement du marais peut également conduire à une évolution des processus de reproduction et de la morphologie du Jacara Caiman yacare, dans la mesure où, avec le degré d'insolation, la pluviosité et le taux métabolique, la température d'incubation des œufs joue

un rôle dans la détermination du sexe des individus. Autre phénomène d'égale importance, le réchauffement favorise l'invasion à mollusque Limnoperna fortunei.

En ce qui concerne les tendances et ruptures de pluviosité cumulée du PARNA Pantanal, les séries historiques révèlent que la diminution des précipitations annuelles s'étend de la zone de transition Amazonie-Pantanal jusqu'à la Bolivie, et touche toute la plaine du Pantanal, y compris la région du site Ramsar étudié (figure 38).

Selon le test statistique de Mann-Kendall, 16% des séries historiques annuelles de pluviosité analysées montrent une tendance à la réduction (figure 38), tandis que selon les cœficients angulaires le phénomène touche 68% des séries. Ces données sont confirmées par le test de Pettitt, qui montre 24% de ruptures négatives dans les séries de précipitations annuelles cumulées (figures 38 et 40a-i). D'un autre côté, les mêmes analyses ont mis en évidence des ruptures positives pour les stations pluviométriques de Diamantino et Itiquira, situées toutes deux dans le biome cerrado.

Concernant les tendances et ruptures de la pluviosité mensuelle entre 1971 et 2011, les résultats du test de régression linéaire montrent une prédominance des mois à tendance négative. Le mois de mai est celui qui présente le plus grand nombre de stations enregistrant une tendance à la réduction (100%), suivi des mois de septembre (97,4%), novembre (84,2%), décembre et avril (76,3%), juin (68,4%), juillet (63,2%) et août (60,5%).

Les pertes concernent principalement, pour le test de Mann-Kendall, le mois d'avril, et pour le test de Pettitt, les mois de mai, juin, et septembre (tableau 5). Les ruptures négatives se sont surtout produites au cours de la décennie 1990 (figure 41). Les figures 42 et 43 précisent les scores obtenus mois par mois.

Que la baisse des moyennes pluviométriques annuelles et mensuelles dans la région du site Ramsar PARNA Pantanal soit causée par les défrichements (SALATI et al., 1991) et/ou par les corridors de fumée (FREITAS et al., 2005 ; GOMES et al., 2012), elle n'en affecte pas moins la biodiversité locale. On retiendra à titre d'exemple de probables effets sur les cerfs des marais, ratons crabiers (une espèce de raton-laveur), capivaras, cochons sauvages, Caiman yacare et Desmodus rotundus (vampire commun).

Concernant l'évolution des hauteurs d'eau dans les cours d'eau, le calcul des cœficients angulaires sur les séries historiques de mesure montre que, entre 1971 et 2011, le niveau d'eau a baissé pour 58% des stations, parmi lesquelles le test de Mann-Kendall a révélé que 8% présentaient une tendance significative et 46% une rupture négative. Pour ces dernières, les ruptures négatives apparaissent au cours de la décennie 1980 pour deux stations,

au cours des années 1990 dans 9 cas, et en 2004 pour une station (tableau 6, figures 45a-k et 46). Dans le même temps, dix stations présentent une augmentation du niveau d'eau au cours de la période (tableau 6, figuras 45l-o et 46).

L'analyse des relevés mensuels de hauteur d'eau montre, d'après les résultats du test de régression linéaire, une tendance prédominante à la baisse (tableau 7). Décembre est le mois présentant le plus grand de stations enregistrant une tendance à la baisse des hauteurs d'eau (79,2%), suivi de mai (75% des stations), novembre et juin (70,8%), octobre (66,7%), janvier et août (62,5%), et juillet et septembre (58,3% des stations).

Le test de Pettitt révèle que de juin à octobre, plus de 80% des séries analysées présentent une rupture négative (tableau 7), principalement au cours des années 1990, et tout particulièrement en 1997 (figure 47). Les figures 48 et 49 détaillent les scores obtenus mois par mois.

La rivière Cuiabá et le fleuve Paraguai sont les sources principales d'alimentation en eau du complexe hydrologique du site Ramsar PARNA Pantanal (IBAMA, 2003). Les tendances à la baisse des valeurs de la hauteur d'eau mesurée par la station Ilha Camargo pour les mois de mai, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre, décembre, janvier, février et mars, et par la station Porto Cercado au cours des mois de mai, juin, décembre, janvier, février et mars, exercent de fortes pressions sur les communautés biologiques de la zone humide. Le phénomène peut avoir, par exemple, des répercussions sur la dynamique reproductives d'espèces de poissons parcourant de longues ou de courtes distances, d'espèces sédentaires à soin parental, d'espèces sédentaires ou parcourant de courtes distance dont la fécondation a lieu au fil de l'eau dans la rivière Cuiabá.

3.2.2. Le site Ramsar Grande Brière et marais du bassin du Brivet (Grande Brière)

Pour l'analyse du site Ramsar Grande Brière en France, nous avons utilisé les séries de précipitations et de température de la station Montoir de Bretagne, ainsi que les séries limnimétriques des stations de Boulaie, de Brière et du Brivet, situées dans le bassin hydrographique Brivet-Brière.

Les tests de régression linéaire et de Mann-Kendall montrent une augmentation des températures moyennes annuelles minimales et maximales dans le bassin (figure 50). D'après le test de Pettitt, la série Tmin montre une augmentation de 0,7°C à partir de 1986, et la Tmax augmente de 0,8°C à partir de 1987.

Pour les séries mensuelles, d'après les cœficients angulaires, seul le mois de décembre ne présente aucune augmentation des températures minimales et maximales. Pour la série Tmin, le test de Pettitt montre une augmentation de 1,4°C en mai, juin, et octobre, et de 1,1°C en avril. Pour le mois de mai, l'augmentation de Tmin est également mise en évidence par le test de Mann-Kendall. Dans la série Tmax, le test de Pettitt montre une augmentation de 2,1°C en avril, de 2,0°C en mai et de 1,3°C en mars. Les résultats confirment, à l'échelle locale, les prévisions d'augmentation de la température calculées pour tout l'ouest français par Dubreuil et al. (2012).

Pour les séries annuelles de précipitations cumulées dans le bassin Brivet-Brière entre 1971 et 2011, la tendance à l'augmentation des précipitations annuelles mise en évidence par le test de régression linéaire n'est pas confirmée par les tests de Mann-Kendall et Pettitt. Des résultats similaires ont été trouvés par Laffargue (2009) pour les stations de Saint Joaquim, Pontchâteau et Montoir aéroport sur des séries annuelles inférieures à trente ans.

De la même manière, la tendance à la baisse des précipitations pour les mois de février, mai et juin constatée par le test de régression linéaire ne se vérifie pas de manière significative à l'issue des autres tests.

Pour les mesures de hauteurs d'eau dans les cours d'eau, les coeficients angulaires des trois séries annuelles dans le bassin du Brivet montrent que, entre 1971 et 2011, le niveau d'eau a diminué dans les trois cas. La baisse est significative d'après le test de Mann-Kendall sur la série du Brivet, avec une diminution de 10,66 cm à partir de 1988. Les tendances varient cependant d'un mois à l'autre. Les cœficients angulaires mettent en évidence une augmentation des hauteurs d'eau en janvier, février, mars, mai et décembre, mais les événements sont jugées non significatifs pour les tests de Mann-Kendall et Pettitt (tableau 8). Par contre, la baisse des niveaux d'eau en avril, juin, juillet, août, septembre et octobre est plus évidente, puisqu'elle produit des résultats significatifs pour les trois tests utilisés (tableau 8).

Les évolutions d'ordre climatiques et hydrologiques dans le bassin Brivet-Brière exercent d'importantes pressions sur la biodiversité du site Ramsar Grande Brière, dans la mesure où ces dynamiques contrôlent les activités saisonnières et quotidiennes des organismes, qui réagissent de manière individuelle, en fonction de leur degré de tolérance au changement.

Par exemple, on retiendra des mutations phénologiques ou comportementales prévisibles dans le cas des espèces d'oiseaux migrateurs Luscinia svecica namnetum,

Botaurus stellaris et Platalea leucorodia ; le stimulus causé par le début de la période des précipitations sur les processus de reproduction des oiseaux d'eau (SIMMONS et al., 2004) ; de même, l'augmentation de la température a une influence sur les espèces d'amphibiens comme Alytes obstetricans, Bufo calamita et Hyla arborea, toutes trois protégées par la directive européenne 92/43/CEE.

Au-delà de leurs effets sur les espèces autochtones, les évolutions du climat peuvent être bénéfiques pour la faune et la flore allochtone du site Ramsar Grande Brière, comme par exemple Procambarus clarkii et Ludwigia grandiflora.

CHAPITRE 4. DYNAMIQUES SPATIALES DES SITES RAMSAR PARNA PANTANAL AU BRÉSIL ET GRANDE BRIÈRE EN FRANCE, ET LEURS EFFETS SUR LA BIODIVERSITÉ

4.1 INTRODUCTION

Les atteintes à la biodiversité des zones humides sont le fruit d'un ensemble d'intéractions entre le milieu et les sociétés humaines. Pour les limiter, la Convention de Ramsar demande aux pays membres de mettre en place un suivi temporel et spatial des sites Ramsar situés sur leur territoire. Il s'agit de dégager les caractéristiques qualitatives et quantitatives des milieux, afin que puissent être proposées à la prise de décision des actions de réduction de la vulnérabilité des zones humides au minimum, et qu'elles puissent s'adapter aux conséquences des vecteurs de pression à l'œuvre, y compris les changements climatiques.

Les dynamiques spatiales et temporelles de la végétation sont un excellent indicateur de l'état de la biodiversité (GUILLAUMET et al., 2009). Le présent chapitre propose donc une analyse des dynamiques spatiales de types de végétation et d'usage du sol sur les sites Ramsar PARNA Pantanal et Grande Brière (figure 51), afin de mettre en évidence les mutations de la biodiversité et en déduire les processus de pression à l'œuvre.

4.2. MÉTHODOLOGIE

Nous avons utilisé les scènes correspondant aux mois secs et semi-secs d'images satellitales LANDSAT TM5, de la zone 21S du 02 novembre 1986 et du 06 octobre 2011 pour le site brésilien, et Landsat TM5 pour la zone 30N du 10 juillet 1987 et Landsat TM7 du

24 juillet 2004, pour le site français. Les images ont été téléchargées des bases de données gratuites de l'Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) au Brésil et du United States Geological Survey (USGS) aux États-Unis.

Nous avons procédé au géo-référencement des scènes satellites à l'aide du programme ENVI 4.7, utilisant le système géodésique datum WGS84 associé à la projection élipsoïde UTM (Universal Transverse Mercator), à l'aide de 40 à 50 points de références tirés de la base de données géoréférencées de Google Earth pour les scènes récentes. À partir de ce premier géoréférencement, nous avons procédé à celui des images de la décennie 1980. Nous avons défini une précision du décalage résiduel inférieure à um pixel (R<1.0). Nous avons enfin corrigé les images géo-référencées à l'aide d'un masque géographique manuel, puis nous avons procédé à leur classification.

L'identification des classes a été menée à l'aide de compositions colorées sur les bandes spectrales 2, 3, 4, 5 et 7 pour les images du Brésil (figure 53a-b), et sur les bandes 2, 3, 4, NDVI (ROUSE et al., 1974; TUCKER, 1979), NDWI (GAO, 1996), et DWV (GOND et al., 2004) pour les images de la France (figure 53c-d). La validité des classes identifiées a été vérifiée par un test de Jeffries-Matusita (DAVIS et al., 1978).

Afin de garantir une classification la plus réaliste possible, nous avons utilisé les données de relevés préalables de terrain (photographies géo-référencées et points de contrôle) réalisés en octobre 2010 et en mai 2013 sur le site brésilien, et en avril et décembre 2012 sur le site français, ainsi que les données de la bibliographie existante.

4.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.3.1. Site Ramsar Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (PARNA Pantanal)

L'analyse dynamique des éléments de paysage à partir des images Landsat du site Ramsar PARNA Pantanal de 1986 et 2011, a permis de dégager 15 types plus ou moins complexes : sol nu, terrain érodé, champ arbustif à graminées, savane ligneuse à graminées, savane arborée, savane boisée, zone de tension écologique savane-parc et formations alluviales pionnières humides (SPFPAU), zone de tension écologique savane-parc et formations alluviales pionnières très humides (SPFPAMU), zone de tension écologique savane-parc et formations alluviales pionnières extrêmement humides (SPFPAEU), zone de marais, forêt-galerie saisonnière basse, forêt-galerie saisonnière haute, eau peu chargée en

sédiments (APPS), eau chargée en sédiments (AMPS), et eau excessivement chargée en sédiments (AEPS) (figure 54).

Les pourcentages de surface occupée par chacun des types au sein du parc en 1986 et en 2011 respectivement sont reportés sur la figure 55. La figure 56 présente les taux de variation (perte ou gain) entre ces deux dates pour chaque type de paysage sur le territoire des municipes de Poconé (Mato Grosso), Cáceres (Mato Grosso) et Corumbá (Mato Grosso do Sul). La figure 57 enfin montre les pourcentages de la superficie occupée par chaque type d'occupation du sol dans les limites du site Ramsar et dans la zone-tampon, en 1986 et en 2011.

Le superficie de sol nu a augmenté de 302% depuis 1986, date à laquelle il occupait 0,70% de la superficie du parc (zone d'amortissement incluse) (figure 55). Le territoire de Poconé est celui qui a connu les modifications les plus profondes au cours des 25 dernières années, et celui qui a gagné le plus grand nombre d'hectares de sol nu au cours de la période. Dans le même temps, les formations de terrain érodé ont augmenté, tandis que les champs à graminées ont été réduits de 41%, essentiellement dans la zone-tampon.

Pour les formations de savanes, la figure 55 montre qu'en 1986, les savanes boisées et arborées occupaient respectivement 13% et 17% de la superficie du site Ramsar PARNA Pantanal, et qu'en 2011 elle n'occupent plus que 12% et 5% de la superficie du parc. À Poconé la baisse est de 1% et 13%, à Corumbá de 12% et 7%, pour ces deux types. Sur le territoire de Cáceres, les surfaces de savane arborée ont connu une rétractation de 13% au cours des 25 dernières années, alors que la savane boisée progressait de 8% en superficie (figure 56). Les plus fortes variations des superficies de savane arborée ont eu lieu à l'intérieur des limites du Parc, tandis que celles de savane boisée ont surtout concerné la zone-tampon (figure 57).

Les surfaces en SPFPAU ont baissé de 5 678 ha depuis 1986. Les pertes concernent les territoires de Poconé et Cáceres, alors qu'à Corumbá les surfaces ont augmenté (figure 56). Si l'on considère le zonage du parc, on se rend compte que les pertes les plus importantes pour ce type de paysage ont eu lieu dans la zone-tampon (-3 512 ha) (figure 57). Les surfaces en SPFPAMU ont diminué elles aussi (figure 55), surtout à Poconé, puis dans une moindre mesure à Cáceres et Corumbá (figure 56). La rétractation a été plus importante encore dans le site Ramsar (figure 57). Les formations de SPFPAEU, présentes sur l'image de 1986, ont

disparu en 2011 (figure 55). On les rencontrait essentiellement dans la région de Poconé (figure 56).

Les zones de marais présentent, sur le plan floristique, un type de végétation bien distinct de la flore régionale dominante. En 1986, elles occupaient 8% de la superficie de la zone humide (y compris la zone-tampon), et n'occupent plus que 1% en 2011 (figure 55). Les variations les plus importantes en pourcentage ont eu lieu à Cáceres, puis Poconé et Corumbá, bien que le plus grand nombre d'hectares modifiés se trouve à Poconé (figure 56).

Pour ce qui est des formations forestières, la forêt-galerie haute, qui occupait 14% de la superficie du site Ramsar dans les années 1980, n'en occupe plus que 9% en 2011. La forêt-galerie basse par contre est passée de 10% de la superficie en 1986 à 18,5% en 2011 (figure 55). Bien que les plus forts taux de variation concernent le municipe de Cáceres pour la forêt-galerie basse et celui de Corumbá pour la forêt-galerie haute, les gains et pertes en hectares les plus étendus ont eu lieu, pour les deux types, à Poconé (figure 56).

Les superficies en eau, subdivisées entre les types AMPS et APPS, ont augmenté respectivement de 26% et 4% en 25 ans. La sous-catégorie AEPS, qui n'existait pas en 1986, occupe aujourd'hui la plus grande part du complexe hydrologique de Cáceres (figure 56). La zone-tampon surtout se distingue, par une augmentation des superficies en AEPS et AMPS, et une diminution de celles en APPS (figure 57).

4.3.2. Site Ramsar Grande Brière et marais du bassin du Brivet (Grande Brière)

L'analyse dynamique des éléments de paysage à partir des images Landsat 5 du site Ramsar Grande Brière de 1987 et 2004 a permis de dégager 15 types plus ou moins complexes : sol nu, graminées, prairie, roselières à graminées, roselières arborées, roselières boisées, forêt, végétation de marais, piardes et copis, eau chargée en sédiments, eau très chargée en sédiments, eau excessivement chargée de sédiments, zone urbaine industrielle, zone urbaine résidentielle, cultures agricoles (figure 65).

Les pourcentages de superficie occupée par chacun des types au sein du parc en 1987 et en 2004 sont reportés sur la figure 66. Les figures 67 et 68 présentent les taux de variation (perte ou gain) de chaque type de paysage au sein des territoires communaux. La figure 69 enfin montre les pourcentages de la superficie occupée par chaque type d'occupation du sol dans les limites du site Ramsar et dans la zone-tampon, en 1987 et en 2004.

Les sols nus, qui n'apparaissent pas sur l'image de 1987, s'étendent sur 620 hectares en 2004 (figure 66), dont 561 ha situés dans la zone-tampon du Parc naturel régional de Brière (PNRB), où le taux de variation est presque trois fois supérieur à celui calculé pour le site Ramsar (figure 69). Les communes dont l'occupation du sol a été le plus modifiée pour cette catégorie sont, dans l'ordre, La Baule Escoublac, Montoir de Bretagne, et Trignac.

Dans le même temps, les superficies de graminées ont augmenté de 239% (figure 66). Les changements se sont surtout produits à Crossac et Saint-Malo de Guersac (figures 67 et 68). Au sein du site Ramsar Grande Brière, le taux de variation de cette catégorie a été environ trois fois plus élevé que dans la zone-tampon (figure 69).

La prairie occupait 40% de la superficie de la zone d'étude en 1987, et 25% en 2004 (figure 66). Toutes les communes ont connu un recul de la prairie, mais Crossac, Saint-Lyphard, Pontchâteau et Saint-André-des-eaux sont les plus touchées en valeur relative, tandis qu'en valeur absolue, Herbignac (-1474 ha), Missilac (-1399 ha) et Crossac (-1290 ha) sont celles qui ont perdu le plus grand nombre d'hectares de prairie. La zone-tampon a, en valeur relative, connu un recul plus de deux fois plus important que le site Ramsar Grande Brière (figure 69).

Dans la catégorie des roselières, les superficies de roselières à graminées ont augmenté de 269% entre 1987 et 2011, celles de roselières arborées et boisées ont réduit de 21% et 46% respectivement (figure 66). Les changements les plus importants se sont produits sur le territoire de La Chapelle des Marais et de Crossac (figures 67 et 68). Pontchâteau est la seule commune à avoir connu une baisse globale des roselières, toutes sous-catégories confondues (figure 67d). Les taux de variation sont plus de cinq fois plus élevés dans les limites du site Ramsar que dans la zone-tampon (figure 69).

Les superficies boisées ont augmenté de 292% depuis 1987 (figure 66). Les plus grandes variations concernent les communes d'Asserac, Herbignac, Guérande, La Baule Escoublac et Saint-André-des-eaux (figures 67g et 68g). Le plus grand nombre d'hectares concernés se trouvent sur les communes d'Herbignac (+928 ha), Saint-Joachim (+656 ha), Asserac (+525 ha) et Missilac (+504 ha). Pour cette catégorie, le taux de variation rencontré au sein de la zone-tampon est pratiquement le double de celui du site Ramsar Grande Brière (figure 69).

La végétation de marais, qui regroupe les paysages des zones boueuses et inondées, comptait pour 6% de la superficie de la zone d'étude en 1987, et n'apparaît plus sur les images de 2004 (figure 66). Saint-Nazaire est l'une des communes où l'altération a été la plus

forte (figure 68h). La zone-tampon a connu un recul plus important que le site Ramsar Grande Brière (figure 69).

Un autre type d'occupation du sol est celui des piardes et copis. D'après l'analyse des images satellites, leur superficie a augmenté de 81% depuis 1987 (figure 66) ; mais les changements ont été très différents selon les communes. Tandis qu'à Saint-Joachim et Saint-Malo de Guersac, les surfaces de piardes et copis gagnent du terrain, elles reculent à Asserac, Guérande, Missilac et Sainte-Reine-de-Bretagne. Aucun changement notable n'a été détecté pour les autres communes (figures 67i et 68i).

Les surfaces inondées, pour leur part, représentaient en 1987 3,8% du territoire du site Ramsar Grande Brière, zone-tampon incluse, et 3,0% en 2004 (figure 66). Tandis que le type Eau MPS reculait de 28% au cours de la période, le type eau EPS augmentait de 320% et le type eau PPS restait stable (figure 66).

Les zones urbanisées correspondent aux installations industrielles et résidentielles dans la zone d'étude (figure 65). En 1987, elles s'étendaient sur 18% du territoire, dont 17% de zones résidentielles et 1% de zones industrielles. En 2004, elles occupaient 23% de la superficie d'étude, pratiquement en totalité des zones résidentielles (figure 66). Seule la zone-tampon est touchée par ce changement (figure 69), où l'on retiendra une augmentation de 33% dans la ZUI de Pontchâteau et 27% en ZUR à Saint-Lyphard (figures 67m-n et 68m-n).

Pour finir, le type cultures agricoles correspondait à 1% du territoire analysé en 1987, et 2% en 2004 (figure 66). Cette progression représente une légère augmentation des superficies dans la plupart des communes, principalement à Herbignac (gain de 156 ha). A l'inverse on note un léger recul à Crossac, Saint-Malo-de-Guersac et Saint-Nazaire (figures 67o et 68o). Ces changements sont cantonnés à la zone-tampon (figure 69).

4.3.3. Effets sur la biodiversité

La régression des formations végétales les plus complexes constatées au cours des 25 dernières années dans les sites Ramsar PARNA Pantanal et Grande Brière se traduit par une perte de biomasse et de diversité biologique. Dans les zones humides que nous avons étudiées, la simplification des structures végétales a homogénéisé les niches écologiques, limité les réseaux d'intéraction intra et inter-espèces, et desserré l'écheveau complexe des relations écologiques. La conséquence en est un accroissement de la vulnérabilité des écosystèmes aux fluctuations des facteurs externes, changements climatiques compris.

Dans le chapitre précédent, nous avons vu que les sites Ramsar PARNA Pantanal et Grande Brière sont des zones humides qui ont été soumises, au cours des 41 dernières années, à une augmentation de la température, à des changements dans le régime des précipitations (diminution de la pluviosité dans le cas brésilien, légère augmentation dans le cas français), et à une réduction des niveaux de leurs cours d'eau. D'après les travaux de Mantyka-Pringle et al. (2012), elles présentent par conséquent une plus forte probabilité de subir une perte des habitats écologiques, à cause de la combinaison des effets de ces variations avec les mutations paysagères.

Si l'on se réfère au débat d'Oliver et Morecroft (2014), et aux études de Halls (1997), Bobbink et al. (2006) et Maltby (2009), les changements constatés dans la structure des paysages des sites Ramsar PARNA Pantanal et Grande Brière peuvent affecter la distribution d'un grand nombre d'espèces : espèces résidentes de la zone humide, animaux qui migrent régulièrement vers des habitats plus profonds, ceux qui migrent vers des plateaux terrestres, qui effectuent des migrations régulières depuis d'autres zones humides, visiteurs occasionnels, animaux qui dépendent indirectement du biote. On peut s'attendre également à une altération de la persistance des métapopulations et à une plus grande vulnérabilité aux conséquences d'événements climatiques extrêmes (OLIVER et MORECROFT, 2014).

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE 5. LES POLITIQUES PUBLIQUES DE PRÉSERVATION DES ZONES HUMIDES AU BRÉSIL ET EN FRANCE

5.1. INTRODUCTION

Selon la Convention de Ramsar, la définition de politiques publiques spécifiques par les pays membres est indispensable pour garantir une gestion des zones humides garante d'un usage rationnel et du maintien de leurs caractéristiques écologiques (auxquelles on inclut la biodiversité) (RAMSAR, 2010).

Dans le cas des politiques publiques (et autres outils équivalents) de préservation des zones humides, Ramsar insiste sur le caractère fondamental et spécifique des directives de la résolution VII.6 de la COP7 de 1999 pour parvenir à un usage soutenable et au maintien des caractéristiques écologiques de ces écosystèmes. D'après les travaux de Moraes (1994) et de

Mello (2006), ces directives constituent des instruments de politique publique intersectorielle et inter-institutionnelle à même de promouvoir une planification intégrée d'organisation du territoire.

Fondé sur le parti-pris que la comparaison des politiques permet, d'une manière générale, de mettre en lumière les actions effectives (FARIA, 2005), et d'expliquer la série d'événements menant à une situation historique particulière (BENNET, 2004), le présent chapitre analyse les réponses politiques et les outils mis en œuvre par le Brésil et la France pour la préserver les zones humides dans le cadre de Ramsar.

5.2. MÉTHODOLOGIE

Nous avons procédé à l'analyse des rapports triennaux nationaux brésiliens et français, envoyés au secrétariat de la Convention de Ramsar pour les septième, huitième, neuvième, dixième et onzième Conférences des Parties (1999 à 2012). Nous avons utilisé la méthode d'analyse documentaire présentée au chapitre 2 de la présente thèse.

Une lecture détaillée des dix rapports (cinq brésiliens et cinq français), nous a permis de classer les informations selon des catégories identifiant les politiques que les pays recommandaient à Ramsar et quels plans, projets et actions ils y présentaient.

Après avoir identifié les politiques et leurs outils de gestion, nous les avons analysées à la lumière des orientations de la résolution VII.6 de la COP7 de la Convention de Ramsar de 1999 (et aujourd'hui publiée dans le Manuel 2 – Politiques nationales pour les zones humides). Ces orientations détaillent les stratégies essentielles que les politiques nationales en faveur des zones humides doivent adopter pour parvenir à une utilisation soutenable et au maintien des caractéristiques écologiques de ces écosystèmes (tableau 4). Ce travail bibliographique a été complété par les données recueillies lors d'entretiens semi-directifs avec des acteurs-clefs (Minayo, 2006), et lors de travaux de terrain en observation participante (Gil, 1987 ; May, 2004).

5.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Au Brésil, la mise en œuvre et le fonctionnement des objectifs de la Convention de Ramsar, et la gestion des 6 568 359 hectares de zones humides classées d'importance internationale et distribuées en 11 sites Ramsar, sont, à l'échelle nationale et pour les aspects politiques, sous la responsabilité du ministère de l'environnement (Ministério do Meio Ambiente), et assurés par le Comitê Nacional de Zonas Úmidas (CNZU).

La politique publique des zones humides, destinée à atteindre les objectifs du régime, est constituée par un ensemble de politiques sectorielles : politique nationale des ressources hydriques (PNRH), politique nationale de l'environnement (PNMA), la politique nationale de la biodiversité, loi sur la forêt atlantique, politique nationale des résidus solides, politique nationale sur l'évolution du climat, politique nationale des ressources marines, loi sur les crimes relatifs à l'environnement (loi sur la nature), et Code forestier (tableau 7) . S'y ajoutent divers plans et programmes pertinents pour la préservation des zones humides, et principalement le plan national en faveur des espaces protégés.

En France, le fonctionnement de la Convention à l'échelle nationale est assuré par le ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, par le Groupe national sur les milieux humides, auquel participe le correspondant national du groupe d'évaluation scientifique et technique (GEST) de la Convention de Ramsar, et également par l'Association Ramsar France.

La politique publique en faveur des zones humides mise en place pour répondre aux objectifs fixés par la Convention de Ramsar s'appuie sur un ensemble de quatre directives européennes : la directive Habitats, la directive Oiseaux, la directive-cadre sur l'eau et la directive-cadre Stratégie pour le milieu marin, ainsi que sur cinq lois nationales : loi sur l'eau et les milieux aquatiques, loi littoral, loi relative au développement des territoires ruraux, et les lois Grenelle Environnement I et II (tableau 10). S'y ajoutent divers plans et programmes pertinents pour la préservation des zones humides, et principalement le Plan national en faveur des zones humides.

L'analyse des rapports triennaux, envoyés par les deux pays aux Conférences des parties 8, 9, 10 et 11 de Ramsar, montre bien que les deux nations ont fait montre, sur le plan légal, d'un effort d'intégration de leurs politiques, sous l'impulsion de la nécessité de préserver la biodiversité des écosystèmes en question. Dans le cadre politique brésilien, les textes de la politique nationale sur les résidus solides, de la politique nationale des ressources

hydriques, de la politique nationale en faveur de la biodiversité, et du plan national en faveur des espaces protégés, rappellent la nécessité d'une intégration avec les autres politiques. Dans le cadre français, on trouve d'un côté les directives européennes, Oiseaux, Habitat, Eau et Milieu marin ; de l'autre, les lois nationales : Grenelle Environnement I et II, loi sur l'eau et les milieux aquatiques, loi littoral, loi relative au développement des territoires ruraux, et le plan national en faveur des zones humides.

Toutefois, une lecture analytique de ces cadres juridiques et des instruments que les parties contratantes jugent pertinents pour la mise en place d'une politique de défense des zones humides, montre que le système français fait preuve d'une plus grande maturité juridique et institutionnelle. Depuis le premier plan national en faveur des zones humides en 1995, ce pays cherche non seulement à mieux protéger les zones humides, mais également à en comprendre le fonctionnement et l'apport pour la société et pour la protection de la biodiversité. Cette préoccupation apparaît dans les trois rapports nationaux, ainsi que dans toute la documentation grise liée à cet écosystème, et il est même un élément intégrateur des politiques. En d'autres termes, il semble que l'on se trouve, dans le cas français, face à un effort d'intégration des politiques sectorielles en fonction des nécessités de préservation et de protection des zones humides, en considérant leurs trois rôles, écologique, économique, et social.

Pour répondre à cette demande d'intégration, les autorités françaises ont révisé leur appareil légal et institutionnel et, quand cela s'est avéré nécessaire, ont mis en place de nouvelles lois et de nouveaux outils. Cette attitude ne se retrouve pas dans le cas du Brésil, qui n'a pas montré de volonté particulière de réviser son cadre juridique (seul le Code forestier a fait l'objet d'une révision récente), l'a clairement déclaré à Ramsar dans son rapport pour la COP11, et l'a répété lors de la rencontre des parties contratantes à Bucarest, en 2012.

On peut interprêter cette recherche d'intégration juridique dans le cas français selon, au moins, une grille de lecture double : la nature des textes juridiques, et leur contexte politique. La lecture des textes juridiques français montre que chaque loi, norme, plan ou stratégie tente, dans sa lettre du moins, d'établir un dialogue avec les autres textes de loi. L'exemple le plus récent est la loi dite Grenelle II, qui se présente comme une politique-cadre et favorise l'intégration, dans le cadre légal, des politiques sectorielles (environnementales, urbanistiques et agricoles, par exemple).

Il est nécessaire toutefois de rappeler que le pays est encouragé (ou contraint) par le cadre juridique de l'Union européenne, et en particulier par les directives Habitats, Oiseaux, Eau et Milieu marin. En adhérant à la communauté des états européens, la France s'est engagée à adapter son cadre juridique aux normes européennes. La loi Grenelle Environnement II est aussi un exemple de ce processus. Le pays est également contraint par les financements de l'UE pour la protection de la biodiversité, via le dispositif Natura 2000 par exemple.

Dans le cas brésilien, on remarque que les lois nationales dialoguent peu entre elles en ce qui concerne la protection des zones humides. En vérité, les simples références à cet écosystème sont peu nombreuses dans le cadre juridique brésilien. La politique nationale en faveur de la biodiversité, par exemple, qui se rapprocherait le plus (selon les orientations de Ramsar) d'une politique des zones humides, prévoit l'intégration de politiques environnementales, mais ne fait mention d'aucun autre secteur, comme le planification urbaine ou agricole. De même, le plan national en faveur des espaces protégés, qui prend en compte la diversité socio-culturelle, les aspects économiques et les infrastructures nécessaires au développement du pays, ne précise pas le mode de mise en œuvre d'actions concrètes. Cette lecture nous mène à la conclusion qu'il existe bel et bien un corpus juridique consolidé dans le domaine environnemental au Brésil, mais qu'il est maintenu à une certaine distance des autres secteurs, en particulier des secteurs économiques.

La maturité du cadre juridique français provient aussi de la volonté du pays de se poser (et s'imposer) dans le cadre géopolitique international sur les questions environnementales. En 2008, au moment des débats sur le changement climatique, la France présidait la communauté européenne, et en 2012 elle a intégré le comité permanent de la Convention de Ramsar. Le pays est, de plus, érigé en modèle des procédures d'établissement d'accords bilatéraux auprès du comité régional Europe de la Convention (SALATHÉ, communications personnelles, 2012).

Le Brésil, selon le comité régional Amériques de la Convention de Ramsar, fait partie de deux actions régionales, à l'échelle du sous-continent latino-américain : l'une concerne la gestion du Bassin de la Prata, en partenariat avec l'Argentine, la Bolivie, le Paraguai et l'Uruguay ; l'autre concerne les écosystèmes de mangroves, en partenariat avec la Colombie, la Costa Rica, l'Équateur, le Pérou et le Venezuela (RAMSAR, 2012 ; RIVERA, communication personnelle, 2012). L'intégration régionale, d'un point de vue interne au pays,

n'est apparemment pas une priorité pour la gestion des zones humides (POMPEU, communication personnelle, 2013).

En ce qui concerne, une nouvelle fois, la législation française, et notamment l'appareil législatif national, on observe que les objectifs à atteindre sont plus précisément détaillés, de même que les moyens déployés dans ce but. Cette stratégie est mise en place dans les plans et stratégies (de zones humides, d'adaptation à l'évolution du climat, de développement agricole et de biodiversité, par exemple). En d'autres termes, lorsque l'on a affaire à une planification détaillée dans ses moindres actions, qui se préoccupe des moyens d'engager et d'intégrer des acteurs sociaux divers, et qui met en place des actions à court, moyen, et long terme, on peut imaginer que le document et ses actions sont moins susceptibles d'être otage de la volonté politique (ou de la volonté des personnels politiques). On adopte ainsi, à la différence du cas brésilien, des mesures d'État, et non de gouvernement (MELLO-THERY et al, 2013; MELLO, 2006).

Le cas français présente une autre caractéristique. Le plan national en faveur des zones humides est soumis à des évaluations et à des révisions périodiques. Par exemple, on peut se référer aux réponses apportées aux questions posées par l'évaluation de la 2ème version du plan, qui sont visiblement prises en compte dans la 3ème version, et y sont même commentées. Au Brésil, le plan national en faveur des espaces protégés n'avait toujours pas été révisé au moment de conclure la présente recherche.

Dans le prochain chapitre, nous nous intéresserons au fonctionnement des instruments mis en place par chacun des pays pour la préservation de la biodiversité des sites Ramsar face aux pressions exercées par les changements climatiques et hydrologiques.

CHAPITRE 6. LA GESTION NATIONALE-LOCALE DES SITES RAMSAR PARNA PANTANAL AU BRÉSIL ET GRANDE BRIÈRE EN FRANCE POUR LA PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ FACE AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

6.1. INTRODUCTION

Le complexe scénario de vulnérabilité des sites Ramsar PARNA Pantanal au Brésil et Grande Brière en France face aux effets des changements climatiques et hydrologiques décrits dans les chapitres 3 et 4 par des indicateurs de pression, d'état et d'impacts exige, selon la

Convention de Ramsar, des mesures d'atténuation et d'adaptation (résolution XI.14 de la COP11 de 2012), une gestion intégrée, pluri-sectorielle et multi-scalaire (resolution X.24 de la COP10 de 2008), et la réduction des stress causés par l'usage et l'occupation des sols (résolution X.24 de la COP10).

Le traité a pour objectif la transcription des orientations dans les cadres politiques nationaux de protection des zones humides, afin de stimuler, orienter et élargir sur le plan légal les actions des plans locaux de gestion des sites Ramsar, qui remplissent de fait des fonctions de planification territoriale.

Le Brésil et la France ont occupé tous deux des positions remarquées lors de la dernière Conférence des parties du traité (COP11, en 2012) : le premier pour l'extension de ses zones humides, le second pour sa gestion de ces écosystèmes. Le présent chapitre propose une analyse de la gestion nationale-locale des écosystèmes de zones humides confrontées à la problématique identifiée précédemment dans la thèse. Nous avons pour cela procédé en deux temps. Une première sous-partie décrit le cadre instrumental des politiques et des mesures prises pour atténuer et adapter, dans la gestion des zones humides françaises et brésiliennes, les effets des changements climatiques sur la biodiversité. Une seconde sous-partie analyse comment, à l'échelle locale, les processus de gestion (définis par le cadre politique national et international) contribuent à la préservation de la biodiversité des sites Ramsar PARNA Pantanal au Brésil et Grande Brière en France.

6.2. MÉTHODOLOGIE

Pour atteindre les objectifs de ce chapitre, nous avons utilisé la méthode d'analyse documentaire présentée au chapitre 2, et mené des entretiens semi-directifs (présentés dans le chapitre 5).

Le cadre politico-instrumental de mesures d'adaptation et d'atténuation pour la gestion des zones humides a été reconstitué à partir de l'identification des politiques de protection de ces écosystèmes au Brésil et en France (dans le cadre de la Convention de Ramsar) détaillée dans le chapitre 5. Nous les avons ensuite analysées à la lumière des orientations en faveur des actions d'atténuation adoptées et décrites dans la documentation officielle DOC11, DOC40, la recommandation VIII.25 de la COP8 de 2002, la résolution X.1 de la COP10 de 2008, et la résolution XI.14 de la COP11 de 2012 de la Convention de Ramsar ; de même pour les actions d'adaptation adoptées dans la documentation officielle DOC11, la

recommendation VIII.25 et DOC25 de la COP8 de 2002, les résolutions X.1 et X.19 de la COP10 de 2008, et la résolution XI.14 de la COP11 de 2012 ; enfin, à la lumière des actions de gestion intégrée intersectorielle et multiscalaire établies par le résolution X.24 de la COP10 de 2008.

L'analyse des processus de gestion contribuant à la préservation de la biodiversité des sites Ramsar PARNA Pantanal et Grande Brière face aux pressions, à l'état et aux effets observés dans un précédent chapitre, a été menée en deux étapes. La première a consisté à vérifier si les deux outils locaux de gestion (le plano de manejo brésilien et la carte du parc régional français) remplissent les fonctions inhérentes à la planification territoriale de zones humides définies par la Convention de Ramsar dans la résolution V.7 de 1993, la recommandation VI.13 de 1996 et la résolution VIII.14 de 2002 (tableau 11).

La seconde étape a consisté à identifier, dans les plans locaux de gestion respectifs, les actions qui vont dans le sens des mesures d'adaptation et d'atténuation définies par Ramsar et par le cadre politico-instrumental d'adaptation et d'atténuation mis en place pour chacune des nations. Les informations ont été classées en catégories identifiant : a) les vecteurs de pression à l'œuvre ; b) les stratégies présentées pour les contenir ; c) comment (ou si) ces stratégies contribuent à rendre effective l'adaptation ou l'atténuation. Nous avons complété l'analyse avec : a) les résultats obtenus dans les chapitres 3 et 4 de la présente thèse ; b) un travail de terrain réalisé en octobre 2010 et mai 2013 sur le site PARNA Pantanal , et en avril et décembre 2012 au Parc naturel régional de Brière ; et enfin c) des entretiens semi-directifs avec des responsables locaux de la gestion des sites.

6.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le cadre politico-instrumental brésilien destiné à la protection de la biodiversité des zones humides, tel que nous l'avons analysé dans le chapitre 5, présente des outils susceptibles de servir à une politique d'adaptation et d'atténuation (figure 79). Parmi les outils d'atténuation, la politique nationale sur l'évolution du climat (PNMC) est une politique-cadre qui propose l'intégration des politiques. Toutefois, sa mise en œuvre sous la forme de neuf plans sectoriels actuellement en vigueur n'a pour l'instant pas été concrétisée, dans la mesure où ils ne prévoient aucune mesure explicite pour la préservation de la biodiversité dans le pays. Malgré tout, les plans PPCDAM et PPCerrado, qui ont pour objectif défini l'atténuation des effets de l'évolution du climat par le biais d'une réduction des gaz à effet de serre dégagés

par les incendies de la forêt amazonienne et du cerrado, servent en réalité d'outil d'adaptation de la biodiversité par leur action de lutte contre la déforestation.

Parmi les politiques d'adaptation brésiliennes, on notera surtout les politiques environnementales de préservation des biotes, comme la PNMA, la PNRH, la loi sur les crimes environnementaux, la PNB, la PNRM, la loi sur la forêt atlantique, la PNRS, le code forestier et le PNAP. La PNMA (forêt atlantique) est une vaste politique-cadre d'outils environnementaux et un instrument d'orientation ; elle inclut des outils de régulation basés sur le principe de précaution. La PNB et la PNAP se distinguent comme instruments les plus adaptés à la préservation des zones humides, comme nous l'avons vu au chapitre 5.

Pourtant, bien que ces politiques brésiliennes d'atténuation et d'adaptation forment un ensemble d'outils susceptibles de les intégrer entre elles, la position du gouvernement brésilien durant la 11ème conférence des parties de la Convention de Ramsar à Bucarest en 2012, qui s'est opposé à une inclusion dans sa politique du climat de mesures des stratégies spécifiques de préservation des zones humides, vient renforcer nos conclusions sur le fait que la gestion intégrée n'a pas encore été concrètement incorporée au cadre politico-instrumental. D'un autre côté, le pays est en train d'élaborer le plan national d'adaptation aux changements climatiques, avec une approche écosystémique. De telles contradictions viennent confirmer les discussions de Pasquis et Andrade (2008), selon lesquels l'intervention de l'État brésilien dessine un cadre de gestion territoriale schizophrénique.

En France, les outils d'atténuation se retrouvent dans la loi POPE et dans le Plan climat, complété par le plan national d'adaptation aux changements climatiques (2011-2015), qui prennent une série de mesure d'envergure nationale. La territorialisation aux échelles régionales et locales est matérialisée par les schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE), d'une part, et par les plans climat-énergie territoriaux (PCET), d'autre part.

Le plan national d'adaptation inclut une recherche sur les zones humides, par le biais d'une caractérisation et d'une analyse des dynamiques paysagères face à l'évolution des conditions climatiques, et propose des mesures de préservation ou de restauration des potentialités du biote qui permettent l'adaptation, et la réduction des pressions anthropiques sur les espèces et les milieux, la promotion de la variété au niveau local, et la continuité écologique.

Dans la définition des outils politiques d'adaptation, tous les textes mentionnent la protection des zones humides. Les directives européennes incluent les politiques-cadres, et du

fait de leur transcription obligatoire dans la législation nationale française, elles orientent le cadre juridique du pays. Le tout forme un ensemble intégré et cohérent, qui vient renforcer les mesures réglementaires. De même, les orientations des directives Oiseaux et Habitats sont transcrites dans la loi DTR et dans les lois Grenelle Environnment. Les instructions de la directive Eau sont intégrées à la loi LEMA et enfin, les normes de la directive Milieux marins sont transcrites dans la loi Littoral (figure 80).

En ce qui concerne la gestion adaptative des zones humides dans le cadre de la préservation et de la restauration des milieux naturels pour en garantir la résilience (conformément au texte de la résolution XI.14 de la COP11 de 2012), on distingue surtout la création et l'élaboration de la trame verte et bleue, intégrée aux instruments français de gestion formalisés dans les lois Grenelle Environnement I et II, dans la Stratégie nationale en faveur de la biodiversité 2011-2020, dans le plan Objectif Terre 2020 (qui est également cité dans le Plan Climat), dans le Plan national d'adaptation à l'évolution du climat, et dans le Plan national en faveur des zones humides 2014-2018.

Les instruments de gestion des zones humides spécifiques des actions d'adaptation et d'atténuation au Brésil (figure 79) et en France (figure 80), qui se fondent sur Ramsar, ont pour but essentiel de stimuler, orienter et étendre, par le biais de l'appareil législatif, les interventions des plans locaux de gestion des sites Ramsar.

Si l'on prend comme référence le modèle PEIR (pression-état-impact-réponse) mis au point par le PNUE, en nous appuyant sur le cadre légal présenté dans le chapitre précédent et sur la planification territoriale, l'analyse des actions menées au Brésil et en France dans la gestion des sites Ramsar face aux conséquences des changements climatiques, on note une nette différence d'approche entre les deux pays. Tandis qu'en France, dans la planification et la gestion du parc naturel régional de Brière, on retrouve à l'échelle locale les orientations prises à l'échelle nationale (et internationale, par le biais des directives européennes), au Brésil on observe que les réponses locales se distancient des organes fédéraux. Et bien que l'on puisse observer une réelle attention portée à la transcription, dans le cadre national, des recommandations internationales, ces dernières ne parviennent pas de manière claire jusqu'au niveau de gestion local.

Dans le cas français, l'analyse de la carte du parc permet d'identifier les actions prévues pour la protection des milieux humides, qui sont autant de réponses apportées par l'État aux pressions et aux impacts identifiés dans les textes de planification ; comment ces actions s'insèrent dans le cadre législatif national et international ; les acteurs concernés et les

délais prévus pour remplir les objectifs fixés. Tous ces éléments sont autant d'aides, y compris à la gestion de l'espace protégé, qui est alors articulé aux sphères d'action régionale, nationale et européenne ; plus que tout, la gestion en sort renforcée face à la variabilité du contexte politique.

On ne rencontre pas d'équivalent dans le cas brésilien. Le plan de gestion (plano de manejo) du parc PARNA Pantanal prévoit ses propres réponses aux pressions et aux impacts, mais sans les insérer dans le cadre législatif national. Les institutions locales concernées par la gestion de l'espace protégé (unidade de conservação) mentionnent l'intégration de leurs actions, mais sans détailler clairement, comment elle est (ou serait) concrètement mise en pratique.

Le cas français présente une autre caractéristique : la carte du parc de Brière fait l'objet d'évaluations et de révisions régulières, afin de l'adapter aux transformations politiques et territoriales. La construction de l'instrument de gestion se fait donc par progrès successifs. Au Brésil, la révision périodique des plans de gestion est prévue par la loi, mais elle n'a pas été faite dans le cas du PARNA Pantanal qui nous occupe. On peut y voir un bon exemple de la discontinuité de l'action publique dans le domaine de l'environnement au Brésil. Aucune voie n'est clairement tracée, ni sur le plan technique, ni sur le plan politique, pour le traitement de la question. La loi impose l'élaboration d'un outil de gestion (le plano de manejo) ; celui-ci est mis en forme (dans le cas du PARNA toutefois, parce que dans le cas de nombreux autres espaces protégés il n'est même pas ébauché), mais, en l'absence d'actualisation, il devient obsolète et inefficace face aux pressions et aux impacts, qui évoluent au rythme des dynamiques du territoire, et qui vont en s'aggravant face aux changements climatiques et hydrologiques, comme nous l'avons montré dans cette thèse.

Au Brésil, la gestion locale du PARNA reflète une posture nationale, puisque le plan national sur les espaces protégés, principal instrument (avec la politique nationale en faveur de la biodiversité) de protection des zones humides à l'échelle nationale, n'a lui non plus jamais été évalué ni actualisé. Au lieu d'évaluer et de corriger ses politiques, le pays produit de nouveaux outils sectoriels qui, non seulement n'améliorent pas l'existant, mais tardent en plus à produire des actions concrètes, puisqu'ils doivent attendre la réglementation établie par un instrument juridique distinct. Le PNMA par exemple, politique-cadre d'actions d'adaptation, a été institué dès 1981, mais réglementé qu'en 1990 par le décret n°99.274 du 06/06/1990.

En d'autres termes, la structure compartimentée du cadre brésilien d'élaboration des instruments d'adaptation et d'atténuation, et le modèle actuel de gestion, qui produit structurellement des retards (qui dans les faits constituent des manquements) par rapport aux délais fixés pour atteindre les objectifs et remplir les engagements, empêchent d'avancer dans la concrétisation des actions, à l'heure où les écosystèmes humides sont fragilisés.

CONCLUSION

Le présent travail propose une analyse comparée de la gestion des sites Ramsar Grande Brière en France et PARNA Pantanal au Brésil, face aux pressions et aux impacts locaux des changements climatiques. Nous avons centré notre approche essentiellement sur la triangulation des actions entre les niveaux international, national et local, pensée pour que les actions locales soient articulées dans le cadre législatif national et soient ainsi stimulées, orientées et étendues par les politiques nationales. Cette articulation doit également permettre aux évaluations locales de fournir des bases aux discussions internationales. Ces analyses nous ont permis d'atteindre les objectifs que nous nous étions fixés, et confirment notre hypothèse de départ d'une plus grande maturité politique de la gestion française des écosystèmes humides, qui parvient à transcrire au niveau local les recommandations et orientations internationales.

Le diagnostic des tendances climatiques et hydrologiques des quarante dernières années sur les deux sites, couplées aux dynamiques des paysages au cours des trois dernières décennies, et à l'état de la biodiversité et des caractéristiques écologiques des zones humides, montrent que des actions efficaces pour la préservation de ces écosystèmes doivent être menées d'urgence. Dans un tel contexte, la comparaison des indicateurs de réponses apportées par le Brésil et la France à cet état de fait, dans le cadre de la Convention de Ramsar, que nous avons menée dans notre troisième partie, a mis en évidence que les deux pays ont fait, sur le plan légal, un effort de préservation de la biodiversité des écosystèmes humides. La France présente toutefois une plus grande maturité juridique et institutionnelle, ce que montrent les actions menées pour intégrer les politiques sectorielles en répondre aux besoins de préservation et de protection des zones humides, et la prise en compte de leur rôle écologique, économique et social. L'évaluation et la révision systématique de l'appareil législatif et institutionnel en sont un autre signe, de même qu'une plus grande précision dans la définition des objectifs à atteindre et des moyens d'y parvenir.

En France, les améliorations sont évoquées dans le cadre politique et stratégique des actions d'adaptation et d'atténuation, et trouvent leur accomplissement à l'échelle locale. La carte du parc de Grande Brière par exemple, énumère les actions prévues pour la protection des milieux humides, précise qui doit les mettre à exécution, dans quel délai, et comment ces actions s'articulent et s'appuient sur la législation nationale et internationale. De plus, la carte du parc est soumise à des évaluations et révisions destinées à l'adapter aux transformations politiques et territoriales. La construction de l'instrument de gestion est donc un processus en progrès constant, et il est à même d'affronter effectivement les pressions et les impacts auxquels il doit répondre.

Dans le cas brésilien, le plan de gestion du site Ramsar remplit ses fonctions essentielles de planification locale des zones humides (tout comme la carte de Brière). Il reste cependant à distance des réponses apportées par les organes fédéraux, malgré le soin que ces derniers apportent à inscrire, dans leurs propres textes, les recommandations internationales. Les causes en sont multiples : absence de révision du document de gestion ; absence d'appui politique et technique au traitement des questions environnementales ; structure compartimentée des instruments brésiliens d'adaptation et d'atténuation ; ou encore, le modèle de gestion actuel, qui tarde à atteindre (ce qui constitue un manquement de fait) les objectifs et les engagements pris en interne. On observe ainsi que la mise en œuvre concrète des actions est bloquée au Brésil, alors que les écosystèmes humides sont fragilisés.

Un tel constat sur les gestions brésilienne et française, mené à partir d'une organisation des indicateurs selon le modèle pression-état-impact-réponse, nous mène à conclure également que l'usage de la matrice du modèle PEIR est un choix pertinent pour répondre aux questions posées en introduction. Les résultats confirment la discussion de Collier (1993) sur le rôle important de l'analyse de politique comparée pour le développement de théories et la confirmation ou la réfutation d'hypothèses émises sur des formes particulières du système politique. Pour Mello et al. (2010, p.197), « la dimension comparative permet de passer du singulier à l'universel, par le biais d'une approche généralisatrice ». On peut ainsi déduire trois leçons issues de la gestion française des zones humides, que les gestionnaires brésiliens devraient prendre en considération : 1) l'existence juridique de ces écosystèmes ; 2) l'intégration des politiques (avec une attention particulière portée aux politiques agricoles et à la planification urbaine) ; enfin 3) le caractère obligatoire de l'évaluation et de la révision systématique des instruments de gestion, afin de concrétiser l'intégration des politiques et des institutions chargées de leur exécution.

La reconnaissance juridique des zones humides leur permet d'être délimitées comme un territoire, dont les spécificités géographiques, écologiques, économiques et sociales sont reconnues. Elle procure également une visibilité institutionnelle à la protection des écosystèmes, y compris par la création d'un corps de techniciens professionnels spécialisés. Cette stratégie pourrait parfaitement trouver un début d'application avec les zones humides inventoriées par la carte des zones prioritaires de protection, d'usage soutenable et de redistribution des bénéfices de la biodiversité brésilienne, publiée en 2007 (arrêté ministériel n°9 du 23/01/2007), et revue et amplifiée depuis.

Une fois reconnues sur le plan juridique, ces zones doivent faire l'objet d'une gestion intégrée aux autres domaines et secteurs d'action. Dans le cas français, on note une préoccupation à débattre des actions de protection des zones humides dans le cadre des politiques agricoles, et en particulier de l'agriculture durable, et dans celui de la planification urbaine, entre autres secteurs. Au plan national, le pays a mené, avec les lois Grenelle I et II, une réforme destinée à éviter la sectorialisation de la politique environnementale. Le Brésil pourrait faire un premier pas dans cette direction en reprenant les discussions sur la politique nationale de l'environnement initiée en 1981. Sur le plan local, le dialogue entre protection de la diversité et activité agricole, par exemple, nécessite un changement de paradigme sur l'idée brésilienne d'expansion de la frontière agricole pour profiter du territoire, comme le suggèrent Dean (1996) et Mello (2006), et qui a été renforcé au sein du personnel politique par l'approbation du nouveau code forestier en 2012. Il faudrait penser en termes de territoires partagés, aux usages multiples, correspondant à leurs potentialités propres.

La troisième leçon est liée aux deux premières, et concerne l'établissement d'une culture et d'une pratique de gestion des politiques publiques fondée sur l'évaluation et la révision systématique des instruments de politique et de gestion. La sectorialisation des politiques complique la création des moyens institutionnels et techniques qui permettraient ces évaluations et révisions. Ces dernières revêtent pourtant un caractère d'urgence face aux transformations du territoire, amplifiées par les changements climatiques et hydrologiques comme nous l'avons précédemment montré. Il est impossible de répondre de manière réelle et efficace sans instruments spécifiquement dessinés pour répondre à la complexité de la situation. Dans le cas du PARNA Pantanal par exemple, l'unité de conservation est dotée d'un plan de gestion très élaboré, mais qui ne se base sur aucune donnée objective pour apporter des réponses aux pressions et aux impacts qui affectent ce territoire. Une projection des données présentées aux chapitres 3 et 4 nous mène à conclure que cet outil de planification

n'est pas en mesure de répondre à ce qu'on lui demande. Il faut donc l'évaluer et le réviser. Ou plutôt, il faut respecter la loi, et donc l'évaluer et le réviser.

Un autre point de réflexion à l'issue de cette thèse concerne la capacité de la Convention de Ramsar à orienter et recommander des actions adaptées et exécutables aux parties contractantes, en faveur de la préservation de la biodiversité des zones humides et pour s'attaquer au problème des effets de l'évolution du climat. L'analyse bibliographique des recommandations nous a montré un ensemble d'orientations qui portent à la connaissance des parties le degré de complexité de la thématique, l'urgence de mettre en application des instruments intégrés de gestion, pluri-sectoriels et articulant divers échelons de la prise de décision, et à favoriser la mise en œuvre de mesures d'évaluation. La Convention fournit donc à chaque nation un cadre technique adapté à chacun des trois moments du processus de décision : systématisation de la question, clarification de stratégies, pronostic des conséquences de la décision prise.

Depuis le début des années 1990, 16 résolutions/recommandations ont fait l'objet d'un accord international, et comprennent des orientations spécifiques sur cette problématique. Malgré les sollicitations et les orientations du traité, la force de ces textes dépend de la manière dont les pays vont les intégrer dans leurs politiques respectives, et de comment ces orientations décidées au niveau international seront mises en application à l'échelon local. Dans le cas de la France par exemple, les orientations ont été prises en compte lors de la révision du cadre politique, et ont fait l'objet de stratégies spécifiques prévues dans la dernière version du plan national en faveur des milieux humides. Le Brésil de son côté, bien que mentionnant la Convention dans son plan national sur les espaces protégés, ne l'utilise pas comme un moyen d'intégration de ses politiques, et le pays a lourdement insisté dans son rapport pour la COP11 qu'il ne portait aucun intérêt à la création d'instruments spécifiques dédiés aux zones humides. De plus, lors de la Conférence des parties en 2012 en Roumanie, l'Itamaraty (le ministère des affaires étrangères), sans en informer les représentants du ministère de l'environnement également présents, a affirmé que le Brésil n'accepterait pas de changer sa politique sur le climat pour y inclure les zones humides, dans la mesure où ses engagements étaient vis-à-vis du Protocole de Kyoto.

Cette posture du Brésil mène à une série de réflexions qui méritent de futures études spécifiques. En devenant signataire d'un accord international, quel dialogue est-il nécessaire de mettre en place, sur le plan national, entre les différents secteurs de gouvernement, afin de mettre en œuvre les recommandations proposées, et comment doit-il avoir lieu ? Quelles

relations établir entre le ministère des affaires étrangères et le ministère de l'environnement lors des débats internationaux ? Quels sont les effets de ce décalage entre ces deux secteurs de gouvernement, et comme le réduire ? Et enfin, quelle voie le Brésil désire-t-il suivre, sur le plan politique, dans le contexte environnemental international ?

RÉSUMÉ

Afin d'analyser la gestion par la France et le Brésil de la politique de Ramsar pour la préservation de la biodiversité des zones humides face au défis des conséquences des changements climatiques, la présente thèse utilise un ensemble pluri-thématique d'indicateurs environnementaux, organisés selon une matrice pression-impact-état-réponse adaptée du modèle du PNUE (2004), et soutenue par une analyse comparée. Le travail présente trois parties. Cette étude nous amène à conclure que, en ce qui concerne la triangulation des actions entre les échelons international-national-local afin de permettre aux politiques nationales de stimuler, orienter et étendre les actions locales sur le plan légal, la France présente une plus grande maturité politique dans la gestion des écosystèmes, et parvient à concrétiser à l'échelon local les recommandations et orientations internationales.

Mots-clefs : biodiversité, gestion territoriale, changement climatique, sites Ramsar, France, Brésil.

ABSTRACT

In order to analyze how Brazil and France realizes the management of the Ramsar policy for the wetlands biodiversity conservation in the posed challenges by climate change impacts, this thesis used a multi-thematic set of environmental indicators organized in the Pressure-State-Impact-Answers matrix adapted from UNEP (2004), and supported by comparative analysis. The work were divided into three parts. In conclusion, regarding the triangulation of international-local-national actions for national policies to stimulate, guide and legally endorse local actions, France has greater political maturity in the management of these ecosystems and can do to get in level place, the international recommendations and guidelines.

Keywords: biodiversity, territorial management, climate change, Ramsar sites.

RESUMO

Visando analisar como o Brasil e a França realizam a gestão da política de Ramsar para a conservação da biodiversidade das zonas úmidas frente os desafios impostos pelos impactos das mudanças climáticas, a presente tese utilizou um conjunto multitemático de indicadores ambientais organizados na matriz Pressão-Estado-Impacto-Respostas, adaptada de PNUMA (2004), e sustentados pela análise comparada. O trabalho foi dividido em três partes. Conclui-se que, no que concerne a triangulação das ações internacional-nacional-local para que as políticas nacionais possam estimular, nortear e respaldar legalmente as ações locais, a França apresenta maior maturidade política na gestão desses ecossistemas e consegue fazer chegar, em nível local, as recomendações e orientações internacionais.

Palavras-chave: biodiversidade, gestão territorial, mudanças climáticas, sítios Ramsar.