



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO



Programa de Pós-Graduação - Mestrado  
Recursos Aquáticos e Pesca

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO (MESTRADO) EM RECURSOS  
AQUÁTICOS E PESCA

**THÉRCIA GONÇALVES RIBEIRO MONROE**

**BIODIVERSIDADE ÍCTICA EM PARQUES NACIONAIS: ANÁLISE DO  
PLANO DE MANEJO E IDENTIFICAÇÃO DA ICTIOFAUNA DULCÍCOLA  
NO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES**

SÃO LUÍS- MA

2018

**THÉRCIA GONÇALVES RIBEIRO MONROE**

**BIODIVERSIDADE ÍCTICA EM PARQUES NACIONAIS: ANÁLISE DO PLANO  
DE MANEJO E IDENTIFICAÇÃO DA ICTIOFAUNA DULCÍCOLA NO PARQUE  
NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES**

Dissertação de mestrado apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do título de Mestre.

Orientador (a): Prof. Dra. Lígia Tchaicka

SÃO LUÍS- MA

2018

Monroe, Thércia Gonçalves Ribeiro.

Biodiversidade íctica em parques nacionais: Análise do Plano de Manejo e Identificação da ictiofauna dulcícola no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses / Thércia Gonçalves Ribeiro Monroe. – São Luís, 2018.

66 fls.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Profa. Dra. Ligia Tchaicka.

1. Áreas protegidas. 2. Lençóis Maranhenses. 3. Ictiofauna. I. Título.

CDU 597.2/.5(812.1)

**THÉRCIA GONÇALVES RIBEIRO MONROE**

**BIODIVERSIDADE ÍCTICA EM PARQUES NACIONAIS: ANÁLISE DO PLANO  
DE MANEJO E IDENTIFICAÇÃO DA ICTIOFAUNA DULCÍCOLA NO PARQUE  
NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES**

Dissertação de mestrado apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dra. Lígia Tchaicka  
Universidade Estadual do Maranhão  
**Orientadora**

---

Prof. Dr. Nivaldo Magalhães Piorski  
Universidade Federal do Maranhão  
**1º Examinador**

---

Prof. Dra. Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta  
Universidade Estadual do Maranhão  
**2º Examinadora**

SÃO LUÍS- MA

2018

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez”.

George Bernard Shaw

DEDICATÓRIA

*Aos meus familiares e amigos.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus criador dos céus e terra, vivo, fiel e misericordioso. Sem Ele nada seria possível.

À Universidade Estadual do Maranhão pela formação e infraestrutura.

Ao Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca pelo suporte, disciplinas e coletas.

Aos professores do PPGRAP: Débora Martins, Raimunda Fortes, Audálio Torres, Zafira Almeida, Lígia Tchaicka, Erivânia Texeira, Verônica Oliveira, Thiago Lenz, obrigada pelo conhecimento e paciência em ensinar.

À FAPEMA pelo apoio financeiro.

Ao Laboratório de Biodiversidade Molecular pela estrutura e acolhimento.

Ao Laboratório de Patologia Molecular, pelo acolhimento no desespero.

À minha orientadora, Lígia Tchaicka, pela preocupação, conversas, puxões de orelha. Cor-de-rosa, obrigada.

Ao professor Nivaldo Piorski pelas identificações morfológicas, logística e paciência.

À minha família, em especial aos meus pais, irmãos, avós e tia que sempre acreditaram no meu potencial e investiram tempo, amor e cuidado a mim. Amo vocês.

Ao meu esposo, Natanael, companheiro em todos os momentos de crise, paciência e dedicação. Amo você.

Às Princesas Moleculares: Patrícia Diniz e Elba Chaves, sem vocês não teria a menor graça! E pela nossa maturidade.

Aos parceiros de laboratório: Joseane, Márcio, Josielma, Ricardo, Bruna, Lígia Almeida, Júlia, Fernanda.

Aos meus parceiros de coleta: Patrícia Diniz, Vegeta (Aldeane), Natanael, Lígia Tchaicka.

Ao Fábio (turismo) e Diana, sem vocês não haveria coleta! Sobretudo agradeço a amizade, carinho e cuidado! Presentes que a vida em campo me proporcionou.

Às Sedosas PPGRAP, presentes da vida para essa jornada: Bruna Rafaela, Vivian Sodré, Josielma Silva, Allana Tavares, Daniele Borges, Lucenilde Freitas.

## RESUMO

Dentre as Unidades de Conservação (UCs), o Brasil é destaque na região Neotropical devido ao número de Parques Nacionais (PN) que possui. Contudo, a manutenção da diversidade biológica é ameaçada por processos naturais e acelerada pelas ações antrópicas. Os peixes, em especial, possuem um valor econômico para estado do Maranhão devido à rica rede hidrográfica e aos processos biogeográficos que formaram as bacias maranhenses. No estado, a criação de UCs é primordial para a conservação da biodiversidade íctica. Porém, a efetividade dessas áreas é prejudicada pela ausência de Planos de Manejo (PM) que contemplem adequadamente a ictiofauna. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é compilar dados disponíveis acerca da ictiofauna em Parques Nacionais brasileiros e atualizar a lista das espécies ícticas que ocorrem no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, comparando com os dados publicados no Plano de Manejo (1999). Os dados como localização (1), Metodologias para Avaliação Ecológica Rápida (2), Ocorrência de espécies alóctones e translocações (3), Lista de espécies (4), Responsáveis técnicos (5) e Hidrografia (6) foram compilados a partir dos documentos disponíveis nas bases de dados do Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade e do Ministério do Meio Ambiente. E para a atualização da lista de espécies, as coletas nas drenagens dos municípios da microrregião dos Lençóis Maranhenses ocorreram com auxílio de redes de emalhe, tarrafa e puçá de arrasto em quatro campanhas: Março/2016, Julho/2016, Maio/2017 e Agosto/2017. Foram coletados 1000 exemplares sob a licença SISBIO Nº 53224-1, e identificadas vinte e seis espécies. As análises revelaram que os Parques Nacionais brasileiros apresentam um panorama incipiente quanto aos dados coletados a exemplo: responsáveis técnicos não capacitados, ausência de metodologia para coleta e levantamento da ictiofauna dulcícola não explícitos nos Planos de Manejo. O Cerrado e a Mata Atlântica são os biomas com maior volume e qualidade de dados sobre a ictiofauna dulcícola, enquanto a Caatinga, Pantanal e Amazônia apresentam déficits de dados. Os resultados também mostraram que as espécies alóctones mais encontradas em Parques Nacionais são *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli* e *Cichla spp*, acompanhadas da carência de monitoramento nesses ambientes. Já a biodiversidade local do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses caracterizou-se pela presença de espécies de pequeno porte, em sua maioria sensíveis às mudanças ambientais com espécies autóctones constantes: *Astyanax sp.*, *Bryconops sp.*, *Cichlasoma orientale*, *Metynnis maculatus*. Espécies raras como *Eigenmannia trilineata*, *Nannostomus sp.*, *Moenkhausia sp.* também foram registradas. A ocorrência das espécies alóctones: tucunaré (*Cichla sp.*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) sugerem ser potenciais causadoras de impactos nas bacias do Parque. potenciais causadoras de perda da biodiversidade local. Táxons como *Lycengraulis batessi*, *Steindachnerina notonota*, *Hyphessobrycon sp.*, *Loricaria parnahybae*, *Apteronotus albifrons*, *Awaous tajacica*, *Apistograma piauiensis*, *Poecilia vivipara*, *Eucinostomus argenteus* e *Polydactylus virginicus* não foram registrados nas coletas, apesar de constarem no plano de manejo publicado em 2003. Assim, sugere-se que esses dados contribuam para o manejo adequado da ictiofauna do parque, além do m o n i t o r a m e n t o d a s e s p é c i e s a l ó c t o n e s .

**Palavras-chave:** Biodiversidade; Ictiofauna; Áreas Protegidas; Lençóis Maranhenses.



## ABSTRACT

Among the Protected Areas (PAs), Brazil is prominent in the Neotropical region due to the number of National Parks (NP) it possesses. However, maintaining biological diversity is threatened by natural processes and accelerated by human actions. Fish, in particular, have an economic value for the state of Maranhão due to the rich hydrographic network and biogeographic processes that formed the basins of Maranhão. In the state, the creation of PAs is paramount for the conservation of fish biodiversity. However, the effectiveness of these areas is hampered by the absence of Management Plans (PM) that adequately contemplate the ichthyofauna. In this sense, the objective of this work is to compile available data about the ichthyofauna in Brazilian National Parks and to update the list of fish species that occur in the Lençóis Maranhenses National Park, comparing with the data published in the Management Plan (1999). Data such as location (1), Methodologies for Rapid Ecological Assessment (2), Occurrence of alien species and translocations (3), Species List (4), Technical Officers (5) and Hydrography (6) were compiled from the documents available in the databases of the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation and the Ministry of Environment. In order to update the species list, the drainage of the municipalities of the Lençóis Maranhenses microregion occurred with the aid of gillnets, tarrafa and dragnet in four campaigns: March / 2016, July / 2016, May / 2017 and August / 2017. Specimens were collected under SISBIO license No. 53224-1, and twenty-six species were identified. The analyzes revealed that the Brazilian National Parks presents an incipient panorama regarding the data collected, for example: technical managers not trained, absence of methodology for collecting and surveying the ichthyofauna, not explicit in the Management Plans. The Cerrado and the Atlantic Forest are the biomes with the highest volume and quality of data on the sweet ichthyofauna, while the Caatinga, Pantanal and Amazonia present data deficits. The results also showed that the most common alien species found in National Parks are *Oreochromis niloticus*, *Tilapia rendalli* and *Cichla* spp, accompanied by the lack of monitoring in these environments. The local biodiversity of the Lençóis Maranhenses National Park was characterized by the presence of small species, mostly sensitive to environmental changes with native species: *Astyanax* sp., *Bryconops* sp., *Cichlasoma orientale*, *Metynnis maculatus*. Rare species such as *Eigenmannia trilineata*, *Nannostomus* sp., *Moenkhausia* sp. were also recorded. The occurrence of the allochthonous species: tucunaré (*Cichla* sp.) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) suggest to be potentials causing impacts in the basins of the Park potential for loss of local biodiversity. *Lycengraulis batessi*, *Steindachnerina notonota*, *Hyphessobrycon* sp., *Loricaria parnahybae*, *Apteronotus albifrons*, *Awaous tajacica*, *Apistograma piauiensis*, *Poecilia vivipara*, *Eucinostomus argenteus* e *Polydactylus virginicus* were not recorded in the collections, despite being included in the management plan published in 2003, it is suggested that these data contribute to the proper management of the ichthyofauna of the park, besides the monitoring of the alien species.

**Keywords: Biodiversity; Ichthyofauna; Protected Areas; Lençóis Maranhenses.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Destaque para os municípios da microrregião dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. ....	17
Figura 2: Mapa dos locais amostrados na Microrregião dos Lençóis Maranhenses no período de 2016/17. Mapa produzido pelo Qgis 2.18.11. ....	19
Figura 3: Mapa dos locais amostrados na Microrregião dos Lençóis Maranhenses no período de 2016/17. Mapa produzido pelo Qgis 2.18.11. ....	42
Figura 4: Gráfico referente à representatividade das Ordens coletadas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses no período de 2016/17, com destaque para os Characiformes.....	49
Figura 5: Gráfico referente à representatividade da quantidade de espécies coletadas por Famílias no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, com destaque para os Ciclídeos. ....	49
Figura 6: Comparação do número cumulativo de espécies coletadas em 1999 e em 2016/17 no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, com destaque para o aumento do número de espécies alóctones.....	50
Figura 7: Representatividade taxonômica das Ordens dos peixes coletados em 1999 (A) e em 2017 (B), no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. ....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela referente aos métodos de coleta utilizados no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e suas respectivas descrições. ....	41
Tabela 2: Distribuição taxonômica das espécies coletadas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, no período de 2016 a 2017, segundo Nelson <i>et al.</i> , 2016).....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS

AER – Avaliação Ecológica Rápida

ANA- Agência Nacional de Águas

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade Brasileira

IUCN – União Internacional para Conservação da Natureza

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PM – Plano de Manejo

PN – Parque Nacional

PNLM - Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

RAPPAM- Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação

RM- Roteiro Metodológico

UC – Unidade de Conservação

WWF – World Wildlife Found

ZA - Zona de Amortecimento

ZI – Zona de Influência

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo Geral .....	16
2.2. Objetivos Específicos .....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
3.1. Levantamento bibliográfico .....	16
3.2. Área de Estudo.....	17
3.3. Amostragem .....	19
3.4. Identificação .....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1. Biodiversity of fish in Brazilian national parks: negligence and consequences. 20	
4.2. Biodiversidade ictiodulcícola no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil: Subsídios para atualização do Plano de Manejo.....	39
4.2.1. Introdução .....	40
4.2.2. Materiais e Métodos.....	41
4.2.3. Resultados .....	43
4.2.4. Discussão .....	51
4.2.5. Conclusão.....	53
4.5.6. Referências.....	54
REFERÊNCIAS .....	56
ANEXOS .....	59

## 1. INTRODUÇÃO

A região Neotropical abrange a região do México ao sul da América do Sul (RAPOPORT, 1968; FITTKAU, 1969; CABRERA E WILLINK, 1973; MORRONE, 1996, 2001), e possui a mais diversificada fauna de peixes de água doce do mundo, em torno de 50% das espécies conhecidas (CASTRO, 1999; REIS et al., 2003; NELSON, 2016).

A sistemática de peixes neotropicais cresce, especialmente desde 1998, de acordo com Malabarba et al., refletindo em estimativas de entidades a serem reconhecidas. Por exemplo, Schaefer (1998) estima a existência de 8.000 espécies dulcícolas.

Essa diversidade é consequência do histórico de processos biogeográficos da região. O Brasil por sua vez, abriga cerca de 21% das espécies de peixes de água doce do mundo (GOLGANI, 2012; BUCKUP & MENEZES, 2003).

Em 2007, Buckup et al. registraram a ocorrência de 2.587 espécies de peixes de água doce no país, relacionando à diversidade das bacias hidrográficas tropicais e subtropicais da região Neotropical e o crescimento dos estudos com foco na descrição de espécies.

Nesse cenário o Estado do Maranhão, localizado na região meio norte brasileira, destaca-se pela rede hidrográfica extensa, composta por três regiões: Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental e Parnaíba (MMA, 2006).

A região hidrográfica do Parnaíba foi considerada por Abell et al. (2008) uma ecorregião biogeográfica (325) para a conservação de peixes dulcícolas, apresentando baixo grau de endemismo e riqueza de espécies estimadas, em comparação a outras regiões do País.

Esta ecorregião se encaixa nas regiões ictiogeográficas da Amazônia e do Leste, delineadas por Gery (1969) e Ringuelet (1975) e inclui as drenagens do rio Parnaíba e as drenagens costeiras do leste do Maranhão: Rio Parnaíba, Rio Poti, Rio Piauí, Rio Gurguéia, e Rio Munim.

Existem aproximadamente 98 espécies de água doce conhecidas na ecorregião. Alguns deles habitam as águas salobras do delta, incluindo a *Anchovia surinamensis*, *Poecilia reticulata*, *Aspredo aspredo*, *Brachyplatystoma*

*filamentosum*, *B. vaillantii*, *Pimelodus blochii*, *Synbranchus marmoratus*. (ROSA *et al.*, 2003).

Não há gênero endêmico na ecorregião, a despeito de mais de 20% das espécies serem endêmicas, como exemplo: *Auchenipterus menezesi*, *Hassar affinis* e *Pimelodella parnahybae*, e a raia do rio Parnaíba (*Potamotrygon signata*) (ROSA *et al.*, 2003).

É fundamental conhecer a diversidade biológica para estudos básicos ou aplicados relacionados às ciências da vida e a identificação das espécies. Nomeá-las, é essencial para o estudo da ecologia, comportamento, evolução e todas as outras disciplinas relacionadas aos organismos (SAVAGE, 1995).

Os peixes são os organismos mais numerosos dentre os táxons (POUGH *et al.*, 2008) e ressalta-se que a maioria das espécies pertencem à classe Ostariiphyssi (FINK E FINK, 1981), distribuídas nas ordens Siluriformes, Characiformes e Gymnotiformes (BUCKUP *et al.* 2007).

As áreas naturais protegidas são definidas pela União Internacional para Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature, IUCN), traduzidas como áreas reservadas à proteção e preservação da diversidade biológica e uso dos recursos naturais e culturais, gerenciada por meios legais (LEA *et al.* 2006).

As áreas protegidas são fundamentais à manutenção da integridade de espécies, populações e ecossistemas, incluindo os sistemas e meios tradicionais de sobrevivência de populações humanas (ERVIN, 2003; RYLANDS & BRANDON, 2005; LOVEJOY, 2006).

No Brasil, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza foi instituído na década passada, através da Lei N° 9.985 em 18 de julho de 2000, definindo Unidades de Conservação como espaços territoriais e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes com objetivo de conservação e limites bem definidos aplicando garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Os Parques Nacionais constituem uma unidade de conservação de proteção integral, centrados na manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas pela ação

antrópica, e com o uso indireto de seus recursos (BRASIL, 2000).

O plano de manejo é o instrumento técnico para a gestão dos Parques Nacionais, estabelecendo normas de uso, zoneamento, objetivos, e uma visão detalhada do status da biodiversidade local (MMA, 2000). Esse documento é conduzido por um roteiro metodológico, elaborado pelo órgão gestor dessas unidades de conservação: O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Nem todos os Parques nacionais no Brasil possuem um plano de manejo, apesar de obrigatório, seguindo uma tendência mundial (ERVIN et al., 2010), remetendo à efetividade e objetivo dessas unidades de conservação.

Garantir a efetividade dessas áreas de conservação é zelar pela manutenção da biodiversidade íctica brasileira, essencial ao equilíbrio ambiental, desenvolvimento e uso sustentável dos recursos pesqueiros. O estudo da taxonomia e sistemática de peixes de água doce da região dos Lençóis Maranhense é necessário, já que o plano de manejo recomenda uma atualização e estudos mais aprofundados, permitindo assim que a compreensão das espécies existentes contribua para o manejo da região.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Discutir a efetividade dos levantamentos de ictiofauna realizados nos Parques Nacionais Brasileiros e atualização os registros de peixes dulcícolas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Analisar os planos de manejo dos Parques Nacionais brasileiros com enfoque na ictiofauna de água doce;
- Discutir as metodologias utilizadas para a elaboração de inventários de peixes de água doce nos Parques Nacionais brasileiros;
- Atualizar a lista de peixes dulcícolas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

## **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. Levantamento bibliográfico**

As informações e os dados para esta dissertação foram consultados artigos científicos das bases indexadas Wiley Online Library (<http://onlinelibrary.wiley.com>), *Science Direct* (<http://www.sciencedirect.com/>), NCBI- National Center for Biotechnology Information(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), das bases de dados do ICMBio e do Ministério do Meio Ambiente (MMA), incluindo planos de gestão, decretos e relatórios disponíveis.

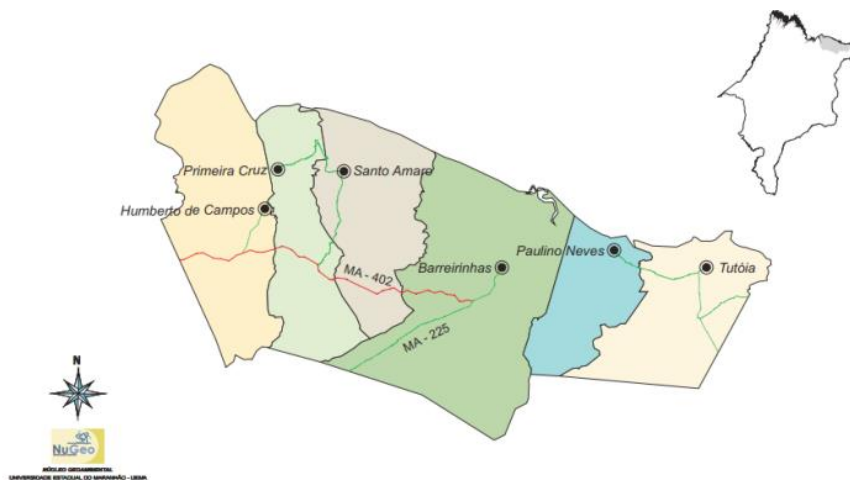
A metodologia de busca foi realizada através da utilização de palavras-chave: National Park; Protected Areas; Managemant plan; Freshwater fishes. Considerando apenas artigos científicos.

Foram avaliados também 48 planos de manejo e, a partir desses planos, utilizados dados como (1) localização, (2) responsáveis técnicos, (3) metodologia de coleta de peixes, (4) lista de espécies, (5) hidrografia, (6) espécies endêmicas, alóctones e translocadas.

### 3.2. Área de Estudo

A microrregião dos Lençóis Maranhenses (Figura 1) compreende os municípios de Barreirinhas, Humberto de campos, Paulino Neves, Primeira Cruz, Santo Amaro e Tutóia.

**Figura 1: Destaque para os municípios da microrregião dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil.**



Fonte: Governo do Estado do Maranhão (2007); IBGE (2001) e Mapa Rodoviário do Maranhão (2006).

Essa região constitui a área de influência do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (MMA, 2003), por abrigarem micro bacias que drenam para o interior do Parque.

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses foi criado através do decreto núm. 86060 (02/06/1981), na região dos Lençóis com uma área de 155.000 ha, localizado entre os municípios de Primeira Cruz e Barreirinhas (IBAMA, 1989), classificado como de uso indireto dos recursos (BRUCK *et al.*, 1995).

De modo geral essa área é banhada por rios que fazem parte das Pequenas Bacias do Norte, estando limitada à oeste, pelo curso do rio Peria e seus contribuintes pela margem direita, principalmente o rio São Bernardo; e, a leste, pelo curso do rio Preguiças e seus contribuintes pela margem esquerda, principalmente o rio Cocal. No conjunto da drenagem natural da região, destaca-se ainda a bacia do rio Grande ou Alegre e a bacia do rio Negro, encontradas aproximadamente no centro da área (MMA, 2003).

A Zona de Amortecimento (ZA) do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) possui uma área de 4.232,31km<sup>2</sup>. E nos seus limites estão incluída parte dos municípios de Humberto de Campos, Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão e Barreirinhas.

Na região de Primeira Cruz a ZA abrange áreas com restinga, planície flúvio-marinha (manguezal, campos inundáveis e apicum), campo de dunas fixas, tabuleiros rebaixados, nascentes e foz dos rios Mirim, Miritibinha, Mananzaro, Velho e do Alegre, os quais convergem para a foz do rio Peria que, por sua vez, atua como limite natural entre essa municipalidade e a de Humberto de Campos. Esta última possui os mesmos ambientes que Primeira Cruz, sendo que no setor sul o limite natural é o rio Ribeira com expressiva mata ciliar. Nesta área, portanto, a ZA é delimitada fisicamente pelos rios Peria, a oeste, e Marciano, a leste; ao norte com o limite do PNLM; e ao sul com a rodovia MA-402.

Nas proximidades de Santo Amaro do Maranhão, o limite a oeste é o rio Queixada e o lago de Santo Amaro enquanto que a leste está o rio Negro, ao norte o PNLM e ao sul a rodovia MA-402 e a nascente do rio Bacabinha. Nessa área predomina campo de dunas moveis e principalmente fixas, tabuleiros rebaixados, restinga e cursos d'água que a drenam em direção ao interior da UC, a exemplo do rio Grande e seus 15 afluentes, além de outros 6 que contribuem para o rio Negro. Verifica-se, ainda, a presença de campos de restinga nas proximidades da sede de Santo Amaro do Maranhão, assim como mata ciliar e áreas de culturas de subsistência.

A região de Barreirinhas é delimitada pelo rio Negro a oeste; o rio Preguiças a leste; a rodovia MA-402 e a nascente do riacho Mirinzal a sul; o limite do Parque e o Oceano Atlântico, ao norte. Nessa área ocorrem praia arenosa, planície de deflação eólica, campo de dunas fixas e tabuleiro rebaixado além de restinga, seguida por campos inundáveis, mata ciliar e áreas destinadas às culturas de subsistência, bem como franjas de manguezais próximas ao povoado de Mandacaru. A referida área tem uma

significativa rede de drenagem representada pelos rios Preguiças, Juçaral, Maçangano, Sucuriju e demais cursos d'água.

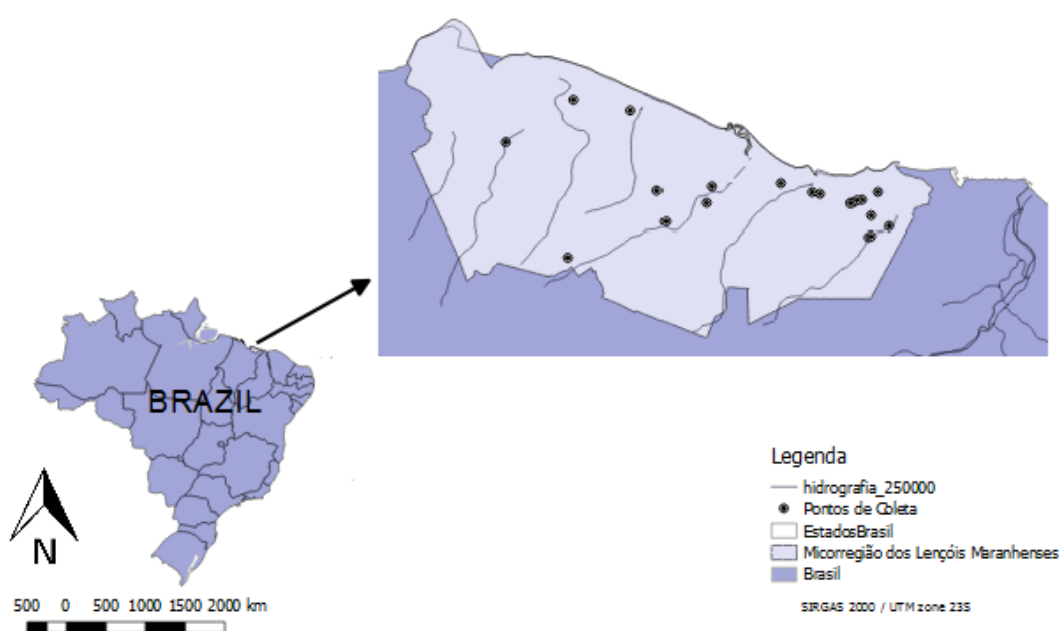
No Oceano Atlântico, a ZA equivale a 10 km a partir do limite do Parque no mar, incluindo o trecho que vai da foz do rio Peria/Barra dos Veados, a oeste, até sua projeção após a localidade de Caburé o que inclui parte da foz do rio Preguiças, a leste. Compreende o setor norte dos municípios de Primeira Cruz, Santo Amaro do Maranhão e Barreirinhas onde são praticadas a pesca artesanal pela população local e a pesca de arrastão por empresas do ramo.

Na região, Bittencourt *et al.* (1990) indica uma pluviosidade de 1.000 a 1.250 mm/ano. A dinâmica da região é muito intensa e o vento age como principal modificador da paisagem. Na desembocadura do sinuoso rio Preguiças a grande variação da maré e contínua erosão/deposição de areia altera a abertura da barra. A região apresenta-se muito pobre com uma agricultura de subsistência incipiente e a pesca é uma importante fonte de renda.

### 3.3. Amostragem

Os espécimes foram coletados em quatro campanhas: Março/2016, Julho/2016, Maio/2017, Agosto/2017 sendo amostrados os corpos d'água como lagos, lagoas, rios e riachos presentes nos municípios de Humberto de Campos, Primeira Cruz, Barreirinhas, Tutóia, Paulino Neves e Santo Amaro (Figura 2).

**Figura 2: Mapa dos locais amostrados na Microrregião dos Lençóis Maranhenses no período de 2016/17. Mapa produzido pelo Qgis 2.18.11.**



Os animais foram embalados em sacos plásticos, etiquetados conforme as informações referentes ao ponto de coleta, e acondicionados em caixas isotérmicas e transportados para o Laboratório de Biodiversidade Molecular da Universidade Estadual do Maranhão.

### **3.4. Identificação**

Os espécimes foram identificados taxonomicamente segundo, Fowler (1954); Mago-Leccia (1994), Reis et al. (1997), Chernoff & Machado-Allison (2005), Piorski et al. (2017) e artigos de revisões taxonômicas. Posteriormente, os *vouchers* identificados foram depositados na Coleção da Fauna Maranhense/COFAuMA/UEMA.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Biodiversity of fish in Brazilian national parks: negligence and consequences**

RIBEIRO, Thércia Gonçalves<sup>1</sup>; CANTANHEDE, Selma Patrícia Diniz<sup>2</sup>; TCHAICKA, Lígia<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: tcgrm@outlook.com

<sup>2</sup> Bolsista de Fixação de Doutor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão.

<sup>3</sup> Professora Doutora do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão

### **Abstract**

Protected areas are essential for the maintenance of biodiversity. Being a megadiverse country, Brazil has fundamental importance for the conservation of biodiversity. The freshwater ichthyofauna is an example of biodiversity in Brazil. There are approximately 3,000 species of freshwater fish described in this country, but it is possible that these data are underestimated. Thus, the importance of protected areas that actually contribute to maintaining this diversity is crucial. In Brazil there are 76 National Parks, protected areas that present the paradigm of economic, tourist and conservationist development. However, the main management tools available for park management are neglected. There is a lack of data collection, endemic and alien species, expected impacts, list of species and specialized professionals, thus contributing to the non-effectiveness of these protected areas. It is necessary to review these studies and supplement the available data with further research. Preferably, such searches should be performed by specialists and these data should be used in the management of these protected areas.

**Keywords: Conservation; Management; Protected areas; Freshwater fishes.**

### **Resumo**

As áreas protegidas são essenciais para a manutenção da biodiversidade e o Brasil, por ser um país megadiverso, tem fundamental importância para a conservação da biodiversidade. Um exemplo do destaque na diversidade registrada para o Brasil é a ictiofauna dulcícola, mesmo com aproximadamente 3.000 espécies descritas acredita-se ainda que estes dados estejam subestimados. Nesse sentido, a importância de áreas protegidas que contribuam de fato para a manutenção dessa diversidade é crucial. No País existem 76 Parques Nacionais, unidades de conservação que apresentam o paradigma do desenvolvimento econômico, turístico e conservacionista. No entanto, os principais instrumentos de gestão disponíveis para o manejo dos parques estão negligenciados. Faltam dados de coleta, de espécies endêmicas e alóctones, impactos esperados, lista de espécies e profissionais especializados, contribuindo assim para a não efetividade dessas unidades de conservação. É necessário rever esses estudos, e complementar os dados disponíveis com novas pesquisas, realizadas preferencialmente por especialistas. Disponibilizando esses dados para serem utilizados, de fato, no manejo e gestão dessas unidades de conservação.

**Palavras-chave: Conservação; Manejo; Áreas protegidas; Peixes dulcícolas.**

### ***Introduction***

Natural protected areas are defined by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) as reserved areas for the protection and preservation of biological diversity and the use of natural and cultural resources managed by legal means (Lea et al. 2006).

Protected areas around the world are important instruments for the in situ conservation of biodiversity, that is, they are fundamental to the maintenance of the integrity of species, populations and ecosystems, including the systems and means traditional of human population survival (Ervin, 2003; Rylands & Brandon, 2005; Lovejoy, 2006). And this fact contributes to the need to maintain the Brazilian biodiversity that has been recognized through actions fomented in environmental legislation *p.e.*: the creation of the National System of Conservation Units (SNUC) to regulate the creation of Protected Areas in Brazil.

The SNUC was established in 2000, through nº law 9.985. And according to Article 2, paragraph I, Protected Areas (PAs) is defined as a territory and its environmental resources, including jurisdictional waters, with relevant natural characteristics, legally established by the public authority, with conservation objectives and defined limits, under a special administration regime, that adequate guarantees of protection (MMA, 2000).

One of the categories of protected areas is the National Parks, which aim to contribute to the maintenance of biological diversity and genetic resources in the national territory (MMA, 2000). It is considered as a refuge for endemic and endangered species (Brunner et al., 2001; Le Saout et al., 2013; Coetzee et al., 2014)

These parks are PAs of integral protection, of public domain and have as basic objective the preservation of natural ecosystems of great ecological relevance and scenic beauty. They make possible the scientific research and the development of activities of environmental education, recreation in contact with nature and ecological tourism (MMA, 2000).

The National Parks are the focus of this work, as it is the category of management with the greatest extension of protected areas in Brazil (WWF, 2010). These parks should contribute to the conservation of biological diversity at all levels, including the economic contribution to the local community through ecotourism (Hirschnitz-Garbers and Stoll-Kleemann 2011).

In addition to socioeconomic importance, visits to National Parks in Brazil, especially those in the marine-coastal areas, have the potential to generate between R \$ 1.6 billion and R \$ 1.8 billion per year, considering the estimates of tourist flows projected for the country (about 13.7 million people, between Brazilians and foreigners) until 2016

(WWF, 2010).

Considering fishes as the animals group most numerous among vertebrates (Cox & Moore 2000; Pough et al., 2008), with a total of 33.000 species (Froesy & Pauly, 2015), the neotropical region stands out for presenting high diversity and a high degree of endemism for this group.

Brazil has 2.587 exclusive species of freshwater fish and has also 43% of the world freshwater fish (Buckup et al., 2007). Therefore, the description of new species of freshwater fish in Brazil and the Neotropical region contribute substantially to the knowledge of the diversity of the global ichthyofauna.

This diversity of freshwater fish in Brazil reflects the number of river basins. And this fact contributes, according to Albert and Reis (2011), so that these biogeographic barriers show different distribution patterns for freshwater organisms.

Thus, the objective of this study is to discuss the state of knowledge of freshwater fish species and the use of standardized methodologies for the inventories of these species in Brazilian National Parks, through the management plan made available by the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. The data for this article were obtained from the databases of the ICMBio and the Ministry of the Environment (MMA) including management plans, decrees and available reports. We evaluated 48 management plans, and from these plans we used data such as (1) location, (2) technical responsible, (3) fish collection methodology, (4) list of species, (5) hydrography, (6) endemic and alien species. For the purposes of this article, the management plans that met the requirements of the Rapid Ecological Assessment (AER) were considered satisfactory: seasonal collections, list of species, expected impacts, invasive and endemic species and professionals trained in fish inventory.



### *Brazilian National Parks*

Brazil has 75% of the total area that has been protected in the world, between 2003 and 2010 (WWF, 2010), and has 73 National Parks (ICMBio, 2017), being the most prominent country in South America (Figure 1).

Figure 1: Percentage of the number of national parks by region in South America, especially Brazil, which has 24% of the total Parks.



Despite the significant increase in the number of protected areas, according to Hockings & Phillips (1999) the concern with the effectiveness of management in protected areas has been the focus of managers at the global level (WWF BRASIL, 2010). Brazil has also generated publications that validate this concern (*p.e.*: Faria 1997; Pires, 2000; Primo & Pellens, 2000, Tocantins & Almeida 2000; Brito 2000; Lima 2003; Lima *et al.*, 2005; Rinaldi, 2005; Cunha, 2010; Moura, 2014; Silva, 2014; Santos, 2016; Brandão & , 2017).

Leverington et al. (2010) recognized that only 24% of PAs in the world have satisfactory management effectiveness, and in Brazil only 22.6% of protected areas are highly effective (ICMBio-WWF, 2012).

This shows that, following the publication of "Effectiveness of management of federal conservation units in Brazil: 2010 Outcomes", together with the confirmation that the wishes of the Convention on Biological Diversity (CBD) have not been met, new strategies need to be developed.

According to WWF (2010), the National Parks presented a 50.40% effectiveness in management, however the Marine-Coastal zone presented the lowest effectiveness among the biogeographic domains, with 49.3%. The climax of the issue is that the information available to evaluate the effectiveness of conservation units is incipient, such as the inventory of fish species in national parks (Savage, 1995).

It is notable the importance and concentration of National Parks in the Atlantic Forest (30%) and Amazon (28%) biomes, with 58% of the total parks. This fact reflects the need to maintain the remnant of the Atlantic Forest and the international interest of the Amazon, which includes the most extensive drainage in the world (Golding, 1999).

The Cerrado, for example, is a biodiversity hotspot known worldwide, adding to the need to maintain these species, which are largely endemic. According to the MMA (2006), the Cerrado has a high conservation priority, with 16 areas that were chosen as priorities for the conservation of the ichthyofauna of this biome.

This information are listed in the ICMBio database, in the management plans of the National Parks of this area, for example, 76.9% of management plans present ichthyofauna studies in their official documents. However, in updating the study of priority areas in 2016 (MMA) this area was expanded and many regions with high priority were not included in conservation areas.

### ***Management Plans: Rapid Ecological Assessment?***

The management plan is the primary technical instrument for the management of national parks, establishing norms of use, zoning, objectives and a detailed view of the status of local biodiversity (MMA, 2000). And despite the concept above mentioned, there is proportionally lack in the instruments of management.

This fact is a worldwide trend, Ervin et al. (2010) estimated that less than 30% of protected areas in the world present a management plan.

The available management plans for Brazilian Parks were published an average of 16 years after the decree creating the parks. However, Law n°. 9.985/2000 establishes that all PAs must have a management plan (Article 27), to be elaborated within five years after its creation.

This lack is the existence of management plans provided by the executing agency and administrator of the National Parks, which account for only 66% of created parks, and according to the Ministry of the Environment (2011) the lack of management plans is a clear limitation for the effective implementation of conservation units. In addition to the

absence of management plans, Kohl (2003) suggests that even involuntarily and unconsciously, incorrect assumptions and decisions during planning are limitations to the implementation of these plans.

The guiding document for the elaboration of the management plans of the National Parks is the Methodological Roadmap for Planning for National Parks, Ecological Stations and Biological Reserves (IBAMA, 2002) this document provides the basis for the elaboration of plans for these management categories, being a national reference both in structure and methodology.

According to the methodological manual for the plan, the indicated is a rapid ecological evaluation (Sobrevila & Bath, 1992). And this methodology is used in a preliminary way, requiring training of the professionals involved and good planning (Sayre, 2003).

This refers to the data analyzed in the available management plans of the Brazilian national parks, such as lists of insufficient fauna and flora species and neglect of continental aquatic environments. A contradiction, since one of the main objectives of SNUC, included in Law 9985/00, is to protect and recover edaphic water resources. And in Latin America, most of the parks and protected areas were created with the objective of protecting the water sources that supply the populations (Echavarría, 2005).

Zeller (2008) evaluating eight national parks indicated that management plans are ineffective because they present irrelevant information and confusing objectives. There is a lack of information and a lack of appropriation of these plans by managers (Pereira, 2009). This demonstrates the causes for the low effectiveness of protected areas as observed in the management plans of Brazilian National Parks.

### ***Ichthyofauna of the National Parks: What do we have?***

All National Parks that had a management plan harbored hydrographic networks,

however the survey of the ichthyofauna was limited to some parks.

The lack of data for the ichthyofauna in National Parks reflects the lack of specialized professionals and infrastructure for the research, since the parks that presented data related to the fish fauna had the work of specialized professionals, corresponding to 35% of the parks. Bringing questions about the real functions of protected area, such as "Paper parks" (Brito, 1998). Since the basic and primordial function of species conservation is neglected.

The methodological script for the elaboration of National Park management plans indicates the need for at least two phases of collection (following a periodicity) and consultation of the population. However, this is not enough to conduct an adequate survey in a biodiversity study. Studies carried out in Brazilian freshwater environments have a standardized methodology (p.e.: the time of fishing nets to catch fish is at least 12 hours) (Couto & Aquino, 2011; Mattox & Iglesias, 2010; Novaes et al. 2014), However, the research results have shown that the methodology used is insufficient. Consequently, the justification used is that future studies contribute more fully.

This fact is already known by conservationists in protected areas. Many management plans are inadequate, outdated and disintegrated from the daily management (Leverington et al., 2010) and this is one reason for the failure of protected area effectiveness (Kohl, 2003).

On subsequent studies, the information produced by authorized scientific research has not been incorporated into the management plans. An example of this is that the National Parks were the conservation units that had the most granted research permits (ICMBio, 2015). One of the possible explanations is the lack of updates in the management plans. We observed in our study that of the total management plans of the evaluated parks, only 2.08% were updated.

The ichthyofauna also stands out with regard to the occurrence of species in conservation units. Fish were the second group with the highest occurrence record between 2007 and 2015 (ICMBio, 2015) in management plans. Normally, management plans present data on mammals and flora and fish information is neglected.

The management plan for the Amazon National Park (Tapajós), published in 1978, can be cited as an example. Although the drainage of the Tapajós and Jamanxim rivers was used, the methodology for collecting the ichthyofauna data was restricted to ethnoichthyology. The diversity of fish in this national park was underestimated because the management plan only cites two species (Arraia and Piranha) and does not provide the list of species. However, in the studies conducted with the National Center for Research and Conservation of Continental Fish, 160 species of fish were identified in 2011 (ICMBio, 2011). Already by Ferreira et al. (2011) identified 271 species of freshwater fish in the region.

The neglect of information has also been observed in relation to the freshwater ichthyofauna of the National Parks of coastal environments. The Cabo Orange National Park has drainage, the Oiapoque and Cassiporé rivers. However the ichthyofauna reported in the management plan concerns only marine fish. This fact is recurrent in these environments, even if they have continental waters. For example, 57.14% of the National Parks of these environments present only marine ichthyofauna data.

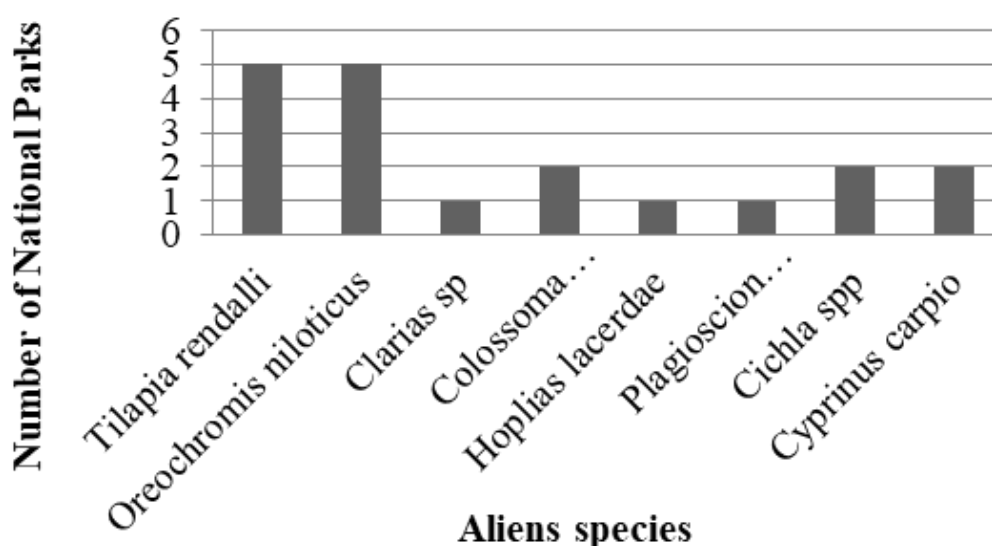
On the other hand, some parks show that it is possible to build consistent management plans, especially when surveying is done by specialized teams. The partnership with universities has resulted in positive experiences, as can be highlighted for the Pantanal Matogrossense National Park. This management plan includes, in addition to the secondary data, a methodological detail of collection and obtaining data. Studies related to food, reproduction, wealth and abundance have increased the document. The survey

was carried out by specialists in the area, professionals linked to the University. This demonstrates the importance of the relationship between the knowledge produced in research institutions and the bodies responsible for the structuring of protected areas. As well as the management plan of Viruá which presents an initial management plan and its update, containing wealth data.

There is one aspect that should be highlighted by the direct implication in the conservation and maintenance of biodiversity are the alien species. Sampaio & Schmidt (2014) collected data on invasive alien species in conservation units listing eleven species of fish, the Atlantic Forest being the most impacted biome.

The national parks stand out among the ten conservation units with the highest number of registered alien species (Sampaio & Shimitd, 2014). However, only 16.6% of the management plans are cited as alien species (Figure 2 ).

Figure 2: Graphical with number of Brazilian National Parks with a record of the main alien species mentioned in the management plans, with emphasis on tilapia.



Species introduced into the watersheds of national parks can have devastating effects

(Cucherousset & Olden, 2011; Matsuzaki et al. 2013; Moura et al. 2016) (p.e.: *Oreochromis* spp., *Cichla* spp., *Tilapia rendalli*). Reis (2013) states that one of the major threats to fish biodiversity is the introduction of species. In Brazil there are about 13 species introductions from other continents and transposition of tucunaré and tambaqui (Reis, 2013). Although the information is present in the management plan, there is no update or monitoring of the local biodiversity in order to verify the impacts caused by these introductions. But what is the need for so many details and a requirement for the ichthyofauna? Why are freshwater fish so neglected? Are there reasons that explain the incipient study of this taxon? The need for studies on ichthyofauna is beyond the economic value these organisms may have. According to the study by Silveira et al. (2010), aquatic ecosystems are fragile and these studies are important because they lack knowledge of diversity and anthropic impacts.

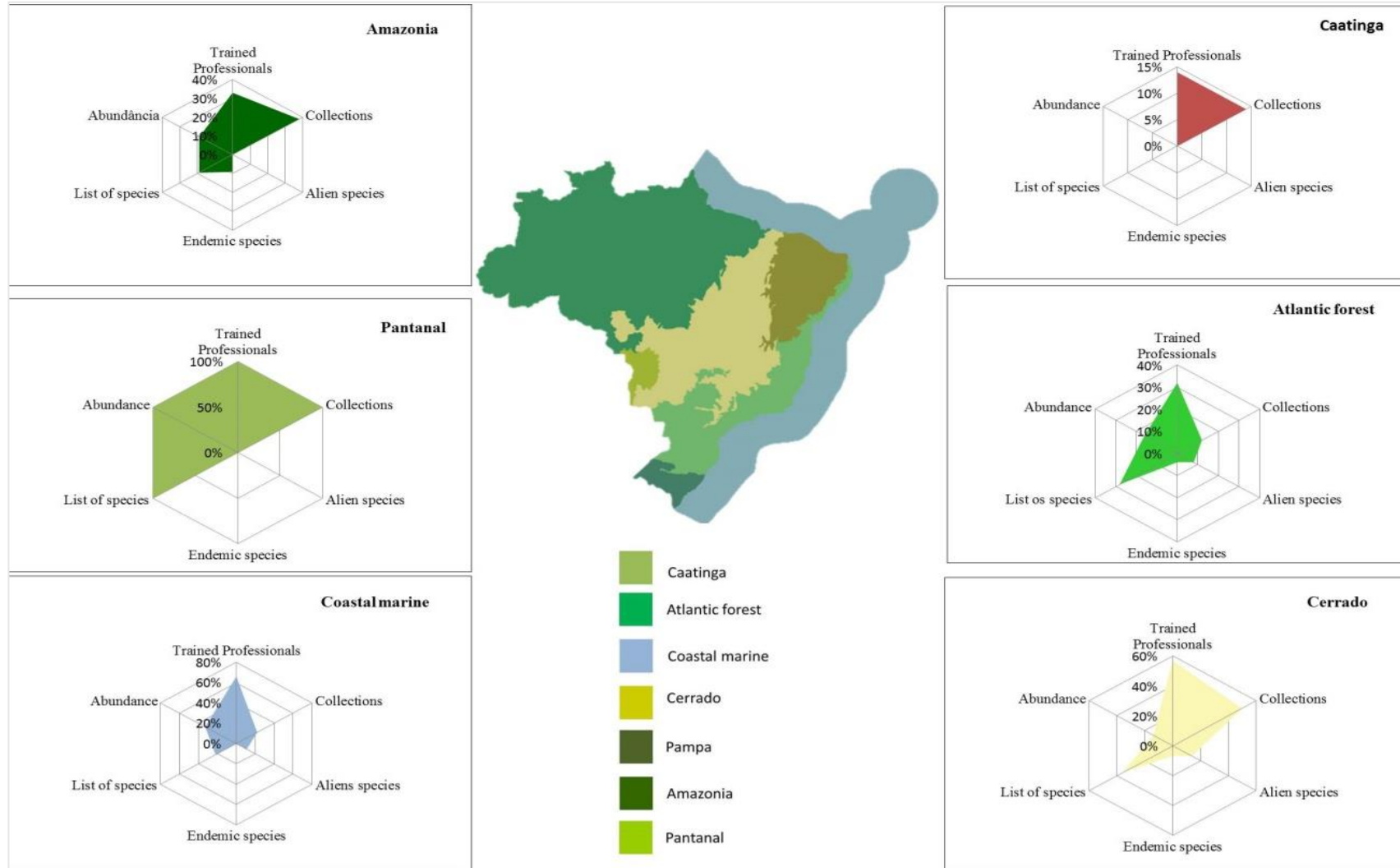
Among the reasons for the lack of this research is the absence of specialized professionals to identification of fish, and according to Hopkins & Freckleton (2002), few professionals are trained to use the morphological identification technique. Although not mentioned explicitly, it is the technique used in the elaboration of management plans.

Our results demonstrate that the Biomes Cerrado and Atlantic Forest were the ones who had management plans satisfactory, considering the criteria selected in this article. It is also possible to conclude that despite concentrating 50% of Brazilian National Parks, the amount of management plans of the Amazon biome reaches only 40% of satisfactory.

The figure 3 represents the level of satisfaction of the management plans according to the criteria adopted in the methodology, also compiling the data referring to each Brazilian Biome.



Figure 3: Graphical representation of the percentage of satisfactory Management Plans of National Parks by biomes, according to the criteria adopted.



It is necessary that there is a revision of the management plans of all the national parks and that the ichthyofauna is in fact investigated. That the results of researches that have a license to investigate in these environments be incorporated into the official documents. In this way, the correct management of freshwater fish species in these conservation units and contributing to their real objective: to conserve biodiversity.

### ***References***

Albert JS, Petry P, Reis RE (2011): Major biogeographic and phylogenetic patterns. In Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes: 21–58. Albert, J. S. & Reis, R. E. (Eds). Berkeley, CA: University of California Press.

Aquino PDP de, Schneider M, Silva MJM, et al (2009) Ictiofauna dos córregos do Parque Nacional de Brasília, bacia do Alto Rio Paraná, Distrito Federal, Brasil Central. Biota Neotrop 9:0. doi: 10.1590/S1676-06032009000100021

Brito MCW (2000) Unidades de conservação: intenções e resultados. FAPESP. São Paulo. 230p.

Bruner AG, Gullison RE, Rice RE, da Fonseca GAB (2001) Effectiveness of Parks in Protecting Tropical Biodiversity. Science (80- ) 291:125–128. doi: 10.1126/science.291.5501.125

Buckup PA, Menezes NA, Ghazzi MS (2007) Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil.

CDB (2004) Programme of Work on Protected Areas. Disponível em <<http://www.cbd.int/protected/pow/learnmore/intro/>>. Acesso em 19/07/2017.

Coetzee BWT, Gaston KJ, Chown SL (2014) Local Scale Comparisons of Biodiversity

as a Test for Global Protected Area Ecological Performance: A Meta-Analysis. PLoS One 9:e105824. doi: 10.1371/journal.pone.0105824

Couto TB d A, de Aquino P de PU (2011) Structure and integrity of fish assemblages in streams associated to conservation units in Central Brazil. Neotrop Ichthyol 9:445–454. doi: 10.1590/S1679-62252011000200023

Cucherousset J, Olden JD (2011) Feature : INTRODUCED FISH AND ECOLOGY Ecological Impacts of Non-native Freshwater Fishes. Fish Bethesda 36:215–230. doi: 10.1080/03632415.2011.574578

Cunha BB (2010) Avaliação da Efetividade de Gestão do Parque Nacional de Ubajara – CE.

Echavarría, M (2005) O financiamento para a conservação das bacias hidrográficas: o Fundo da Água de Quito, Equador. In: Pagiola, S., Bishop, J.; Landell-Mills, N. Mercados para serviços ecossistêmicos: instrumentos econômicos para conservação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Rebraf

Ervin J (2003) WWF- Metodologia para Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM). 70.

Ervin J, Sekran N, Dinu A, et al (2010) Protected Areas for the 21st Century : Lessons from UNDP/GEF's Portfolio. United Nations Development Programme and the Convention on Biological Diversity, New York, USA and Montreal, Canada

Faria HH (1997) Avaliação da efetividade do manejo de unidades de conservação: como proceder? In: Congresso Brasileiro de Unidade de Conservação. Curitiba, Anais, p.478-499.

Ferreira E, Zuanon J, Santos G Dos, Amadio S (2011) A ictiofauna do Parque Estadual do Cantão, Estado do Tocantins, Brasil. *Biota Neotrop* 11:277–284. doi: 10.1590/S1676-06032011000200028

Hirschnitz-Garbers M, Stoll-Kleemann S (2011) Opportunities and barriers in the implementation of protected area management: A qualitative meta-analysis of case studies from European protected areas. *Geogr J* 177:321–334. doi: 10.1111/j.1475-4959.2010.00391.x

Hockings M, Phillips A (1999) How Well Are We Doing? - Some Thoughts on the Effectiveness of Protected Areas. *Parks* 9:5–14.

IBAMA (2002) Roteiro metodológico de planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica e Estação Ecológica. 136. doi: 10.1590/S1516-73132007000100008

ICMBio, WWF (2011) Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO. Avaliação comparada das aplicações do método Rappam nas unidades de conservação federais, nos ciclos 2005-2006 e 2010. Brasília: WWF-Brasil.

ICMBio, WWF (2012) Efetividade de Gestão das unidades de conservação federais. 137.

Kohl J (2003) Converting unseen and unexpected barriers to park plan implementation into manageable and expected challenges. *Parks* 15:45–57

Lea, M.S (2006) As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza? Oportunidades e limitações. IUCN, Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido, 60p.

Leverington F, Costa KL, Courrau J, et al (2010) Management effectiveness evaluation in protected areas – a global study, 2nd Edition. The University of Queensland,

Brisbane, Australia

Leverington F, Costa KL, Pavese H, et al (2010) A Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness. *Environ Manage* 46:685–698. doi: 10.1007/s00267-010-9564-5

Lima GS, Ribeiro GA, Gonçalves W (2005) Avaliação da efetividade de manejo das unidades de conservação de proteção integral em Minas Gerais. *Rev Árvore* 29:647–653. doi: 10.1590/S0100-67622005000400017

Lima GS (2003) Criação, implantação e manejo de unidades de conservação no Brasil: Estudo de caso em Minas Gerais. Viçosa-MG: UFV, 2003, 85p.

Lovejoy TE (2006) Protected areas: a prism for a changing world. *Trends in ecology and evolution*, vol21, nº3, 329-333

Matsuzaki S ichiro S, Sasaki T, Akasaka M (2013) Consequences of the introduction of exotic and translocated species and future extirpations on the functional diversity of freshwater fish assemblages. *Glob Ecol Biogeogr* 22:1071–1082. doi: 10.1111/geb.12067

Mattox GMT, Iglesias JMP (2010) Ichthyofauna of Rio Jurubatuba, Santos, São Paulo: a high diversity refuge in impacted lands. *Biota Neotrop* 10:107–114. doi: 10.1590/S1676-06032010000100010

Medeiros R, Araújo FFDS (2011) Dez anos do sistema nacional de unidades de conservação da natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro.

MMA (2000) Sistema Nacional De Unidades De ConservaçãO Da Natureza – SNUC.

Lei n. 9985, de 18 de julho de 2000.

MMA (2007) Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007.

MMA (2010) Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p.

MMA (2010) Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos do Brasil. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Brasília, MMA/SBF/GBA.

MMA (2011) Dez anos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: lições do passado, realizações presentes e perspectivas para o futuro / Rodrigo Medeiros, Fábio França Silva Araújo; Organizadores. – Brasília: MMA, 2011. 220 p.

Novaes J, Moreira S, Freire C, et al (2014) Fish assemblage in a semi-arid Neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance. *Brazilian J Biol* 74:290–301. doi: 10.1590/1519-6984.14712

Pires AMZCR, Santos JE, Pires JSR (2000) Conservação da biodiversidade: Análise da situação de Unidades de Conservação de Proteção Integral (Parques Estaduais e Estações Ecológicas) do estado de São Paulo. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Campo Grande, Anais..., Vol. II – Trabalhos Técnicos, Campo Grande, 2000, p.618-627.

Pough FH, Janis CM, Heiser JB (2008) A vida dos vertebrados. São Paulo: Editora

Atheneu.

Reis RE (2013) Conserving the freshwater fishes of South America. *Int Zoo Yearb* 47:65–70. doi: 10.1111/izy.12000

Primo PBS, Pellens R (2000) Situação Atual das Unidades do Rio de Janeiro. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Campo Grande, Anais..., Vol. II – Trabalhos Técnicos, Campo Grande, 2000, p.528-637.

Rylands A, Brandon K (2005) Brazilian protected areas. *Conserv. Biol.* 19:612–18

Saout S Le, Hoffmann M, Shi Y, Hughes A (2013) Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. *Science* (80- ) 342:803–805. doi: 10.1126/science.1239268

Sampaio AB, Schmidt IB (2014) Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodiversidade Bras* 32–49.

Santos NB (2016) Efetividade dos planos de manejo na gestão de parques estaduais de Minas Gerais. Dissertação: Belo Horizonte.

Sayre R, Roca E, Sedaghatkish G, et al (2000) *Natureza em Foco: Avaliação Ecológica Rápida.*

Silveira LF, Beisiegel B de M, Curcio FF, et al (2010) Para que servem os inventários de fauna? *Estud Avançados* 24:173–207. doi: 10.1590/S0103-40142010000100015

Silveira LG, Chaves VN, Oliveira ISR, Cabral NRAJ (2006) Análise De Efetividade De Manejo Do Parque. 1–15. Sobrevila, C. e P. Bath. 1992. *Evaluación Ecológica Rápida: Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe.* Arlington, VA: The Nature Conservancy.

Tocantins M, Almeida AF (2000) As unidades de conservação federais: uma análise da realidade matogrossense. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Campo Grande, Anais..., Vol. II – Trabalhos Técnicos, Campo Grande, 2000. P. 638-644.

Zeller RH (2008) Aplicabilidade dos Planos de Manejo de oito Parques Nacionais do Sul e Sudeste do Brasil. MSc. Dissertation, Universidade Federal do Paraná 58

#### **4.2. Biodiversidade ictiodulcícola no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil: Subsídios para atualização do Plano de Manejo**

RIBEIRO, Thércia Gonçalves<sup>1</sup>, TCHAICKA, Lígia<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: tcgrm@outlook.com

<sup>2</sup> Professora Doutora do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão.

#### **Resumo**

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses é conhecido pela beleza de suas lagoas naturais formadas entre dunas exuberantes, e contribui para a economia do estado do Maranhão no setor turístico. O objetivo desse artigo foi identificar morfologicamente as espécies de peixes coletadas nas zonas de amortecimento e influência do Parque, atualizando os dados contidos no plano de manejo. Para isso, foram realizadas quatro coletas nos municípios de Santo Amaro, Paulino Neves, Tutóia, Barreirinhas, Primeira Cruz e Humberto de Campos, capturando 1000 exemplares com auxílio de redes de espera e arrasto. Foram identificadas com auxílio de bibliografia especializada 26 espécies, distribuídas em oito ordens, dezessete famílias e vinte e seis gêneros. Foram identificadas ainda duas espécies alóctones: *Oreochromis niloticus*, já citada no plano de manejo, mas com ocorrência ampliada e *Cichla* sp., com o primeiro registro na região. Nesse sentido recomenda-se o monitoramento dessas espécies alóctones e prioridade para o estudo das espécies ícticas nas drenagens da região, a fim de manter o equilíbrio ecológico e a biodiversidade.

**Palavras-chave:** Área protegida; Maranhão; Ictiofauna; Dulcícola

#### **Abstract**

The National Park of Lençóis Maranhenses is known for the beauty of its natural lagoons formed between lush dunes, and contributions to an economy of the state of Maranhão in the tourist sector. The objective of the article was to identify



morphologically as fish species collected in the buffer zones and influence of the Park, updating the data contained without a management plan. For this, four collections were carried out in the municipalities of Santo Amaro, Paulino Neves, Tutóia, Barreirinhas, Primeira Cruz and Humberto de Campos, capturing 1000 specimens with the aid of waiting and trawling nets. Twenty - six species, distributed in eight orders, seventeen families and twenty - six genera were identified with the aid of specialized bibliography. Two allochthonous species were identified: *Oreochromis niloticus*, already mentioned without management plan, but with extended occurrence and *Cichla* sp., With the first record in the region. In this sense it is recommended the monitoring of the species for the study of the existences of the born ones of the region, an end to maintain the ecological balance and a biodiversity.

**Keywords: Protected área; Maranhão, Ichthyofauna; Freshwater**

#### **4.2.1. Introdução**

Áreas protegidas são fundamentais para a manutenção e conservação da biodiversidade (Scherl et al., 2006). E a preocupação com a perda da diversidade biológica tem sido o centro da atenção dos conservacionistas (BUTCHART *et al.*, 2010).

A Região neotropical se destaca na concentração de espécies de peixes dulcícolas, abrigando aproximadamente 43% do total de táxons descritos, e embora seja um número subestimado, pouco se conhece a respeito da diversidade íctica das drenagens brasileiras.

O Brasil tem sido alvo de avaliações no quesito conservação, incluindo desafios (UNEP/CBD/COP, 2010). Um exemplo foi o estudo de Oliveira *et al.*, (2017) que avaliaram o status de diversos táxons nas áreas protegidas no País. No entanto os peixes não foram avaliados, revelando assim a necessidade de conhecer as espécies que ocorrem em áreas protegidas do Brasil, incluindo seus respectivos status de conservação.

Os Parques Nacionais são uma categoria de áreas protegidas que carecem de dados, os planos de manejo são publicados em média 16 anos após a criação dos parques (ICMBio, 2016).

Nesse contexto, destacamos o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, criado através do decreto Nº 86060 (02/06/1981), na região dos Lençóis com uma área de 155.000 ha, localizado entre os municípios de Primeira Cruz e Barreirinhas (IBAMA, 1989), classificado como de uso indireto dos recursos (BRUCK et al., 1995).

Esse Parque se destaca pelo turismo, sendo a fonte primária da economia local. A atividade pesqueira também é um destaque econômico, no entanto os peixes dulcícolas são pouco valorizados e comercializados (IBAMA, 2003).

O Plano de Manejo, que é o documento técnico indispensável para a efetividade dos PN, apresenta dados da ictiofauna dulcícola. No entanto, esses dados são referentes a estudos realizados no ano de 1999 e desde então não houve nenhum estudo adicional, além da ausência do monitoramento indicado no plano.

Diante disso, o objetivo desse artigo é identificar as espécies ícticas presentes nas drenagens do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, contribuindo para a atualização do registro de espécies nativas e alóctones, subsidiando ações para o manejo e conservação das espécies na região.

#### 4.2.2. Materiais e Métodos

##### *Amostragem*

As coletas foram realizadas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e autorizadas pelo SISBio (Nº 53224-1). No método para coleta de peixes foram utilizadas técnicas de captura passiva (rede de espera) e de captura ativa (redes de arrasto e rede de arremesso), conforme a tabela 1.

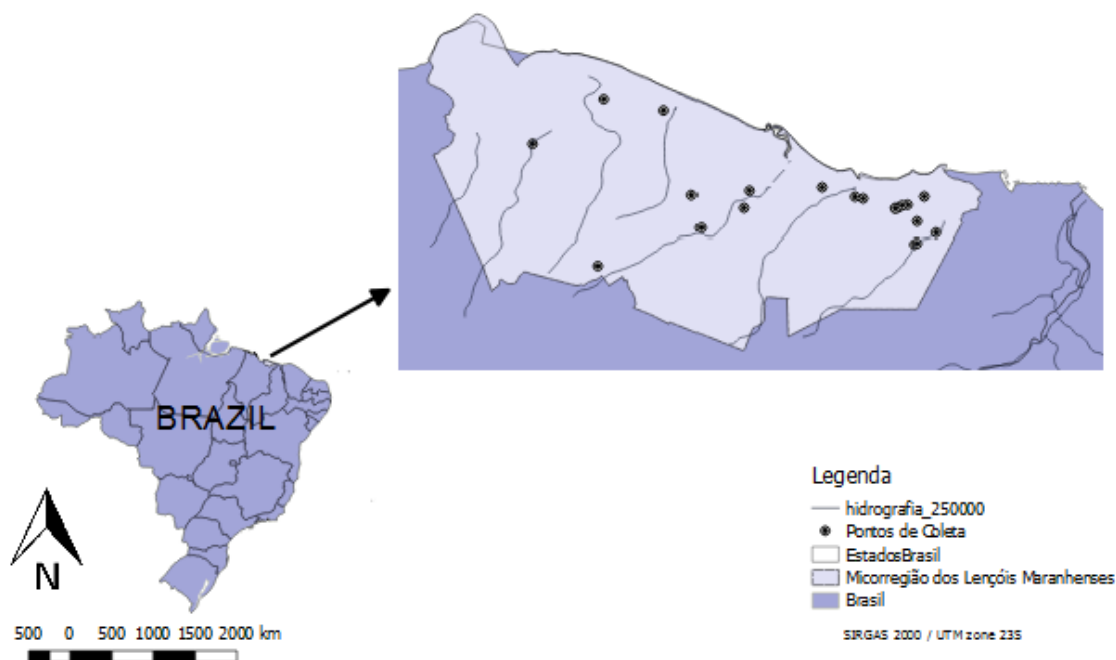
**Tabela 1: Tabela referente aos métodos de coleta utilizados no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e suas respectivas descrições.**

TÉCNICA	DESCRIÇÃO	VANTAGENS	EQUIPAMENTOS
<b>Puçá</b>	Imersão da rede em um pequeno curso d'água para a captura de peixes.	Captura espécies pequenas que habitam pequenos corpos d'água.	Redes, baldes.
<b>Arrasto</b>	Caminhar na água com a rede de cerco e trazer a rede à tona para examinar os peixes capturados.	Método eficiente para a captura de espécies de pequeno a médio porte, que habitam águas rasas.	Rede de cerco, baldes, proteção para os pés.
<b>Tarrafa</b>	A rede é lançada na água e recolhida em seguida para examinar os peixes capturados.	Permite que se amostram os peixes de águas profundas.	Redes, baldes, barcos, se necessário
<b>Rede de espera</b>	É colocada na água uma rede vertical, linear, durante um período de tempo; retira-se a rede para examinar os peixes capturados.	Amostra espécies de águas abertas; pode amostrar espécies grandes.	Rede, flutuadores, barco.

Fonte: Adaptado de Young, Sedaghatkish e Roca (2003)

Os espécimes foram coletados em quatro campanhas: Março/2016, Julho/2016, Maio/2017, Agosto/2017 sendo amostrados os corpos d'água presentes nos municípios de Humberto de Campos, Primeira Cruz, Barreirinhas, Tutóia, Paulino Neves e Santo Amaro (Figura 3).

**Figura 3: Mapa dos locais amostrados na Microrregião dos Lençóis Maranhenses no período de 2016/17. Mapa produzido pelo Qgis 2.18.11.**



### ***Triagem***

Os animais foram embalados em sacos plásticos, etiquetados conforme as informações referentes ao ponto de coleta, e acondicionados em caixas isotérmicas e transportados para o Laboratório de Biodiversidade Molecular da Universidade Estadual do Maranhão.

### ***Identificação***

Os espécimes foram identificados taxonomicamente segundo, Fowler (1954); Mago-Leccia (1994), Reis et al., (1997), Chernoff & Machado-Allison (2005), Piorski et al.,

(2017) e artigos de revisões taxonômicas. Posteriormente, os *vouchers* identificados foram depositados na Coleção da Fauna Maranhense/COFAuMA/UEMA.

#### **4.2.3. Resultados**

Foram coletados 1000 espécimes distribuídos em oito ordens, dezessete famílias e vinte e seis gêneros, de acordo com a classificação de Nelson *et al.*, (2016), que constam na tabela 2.

Tabela 2: Distribuição taxonômica das espécies coletadas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, no período de 2016 a 2017, segundo Nelson *et al.*, 2016).

---

**Filo Chordata**

**Classe Osteichthyes**

**Subclasse Actinopterygii**

**Ordem ELOPIFORMES**

**Família Megalopidae**

**Gênero *Megalops***

**Espécie *Megalops atlanticus* Valenciennes, 1847**

**Ordem CHARACIFORMES**

**Família ERYTHRINIDAE**

**Gênero *Hoplias* Gill, 1903**

**Espécie *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)**

**Gênero *Hoplerythrinus* Gill, 1896**

**Espécie *Hopleruthrinus unitaeniatus* (Spix & Agassiz, 1829)**

**Família SERRASALMIDAE**

**Gênero *Serrasalmus* Lacepède, 1803**

**Espécie *Serrasalmus rhombeus* (Linnaeus, 1766)**

**Gênero *Metynnis* Cope, 1878**

**Espécie *Metynnis maculatus* (Kner, 1858)**

**Família ANOSTOMIDAE**

---

---

Gênero *Leporinus* Agassiz, 1829

Espécie *Leporinus* cf. *friderici*

Família CURIMATIDAE

Gênero *Curimatopsis* Steindachner, 1876

Espécie *Curimatopsis* sp.

Família LEBIASINIDAE

Gênero *Nannostomus* Günther, 1872

Espécie *Nannostomus* sp.

Família ACESTRORHYNCHIDAE

Gênero *Acestrorhynchus* Eigenmann & Kennedy, 1903

Espécie *Acestrorhynchus falcatus* (Bloch, 1794)

Família CHARACIDAE

Gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854

Espécie *Astyanax* cf. *bimaculatus*

Gênero *Moenkhausia* Eigenmann, 1903

Espécie *Moenkhausia* sp.

Gênero *Poptella* Eigenmann, 1908

Espécie *Poptella compressa* (Günther, 1864)

Ordem SILURIFORMES

Família LORICARIIDAE

---

---

**Gênero *Hypostomus* Lacepède, 1803**

**Espécie *Hypostomus* sp.**

**Família AUCHENIPTERIDAE**

**Gênero *Trachelyopterus* Valenciennes, 1840**

**Espécie *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766)**

**Família HEPTAPTERIDAE**

**Gênero *Pimelodella* Eigenmann & Eigenmann, 1888**

**Espécie *Pimelodella parnahybae* Fowler, 1941**

**Ordem GYMNOTIFORMES**

**Família GYMNOTIDAE**

**Gênero *Gymnotus* Linnaeus, 1758**

**Espécie *Gymnotus carapo* Linnaeus, 1758**

**Família STERNOPTYGIDAE**

**Gênero *Sternopygus* Müller & Troschel, 1846**

**Espécie *Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801)**

**Gênero *Eigenmannia* Jordan & Evermann, 1896**

**Espécie *Eigenmannia trilineata* López & Castello, 1966**

**Ordem CICHLIFORMES**

**Família CICHLIDAE**

**Gênero *Cichlasoma* Swainson, 1839**

---

---

<b>Gênero <i>Satanoperca</i> Günther, 1862</b>	<b>Espécie <i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983</b>
<b>Gênero <i>Oreochromis</i> Günther, 1889</b>	<b>Espécie <i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)</b>
<b>Gênero <i>Crenicichla</i> Heckel, 1840</b>	<b>Espécie <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)</b>
<b>Gênero <i>Cichla</i></b>	<b>Espécie <i>Crenicichla menezesi</i> (Linnaeus, 1758)</b>
	<b>Espécie <i>Cichla</i> sp.</b>
<b>Ordem SYNBRANCHIFORMES</b>	
<b>Família SYNBRANCHIDAE</b>	
<b>Gênero <i>Synbranchus</i> Bloch, 1795</b>	<b>Espécie <i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795</b>
<b>Ordem PLEURONECTIFORMES</b>	
<b>Família ACHIRIDAE</b>	
<b>Gênero <i>Achirus</i> Lacepède, 1802</b>	<b>Espécie <i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)</b>
<b>Ordem PERCIFORMES</b>	
<b>Família CENTROPOMIDAE</b>	
<b>Gênero <i>Centropomus</i> Lacépède, 1802</b>	

---



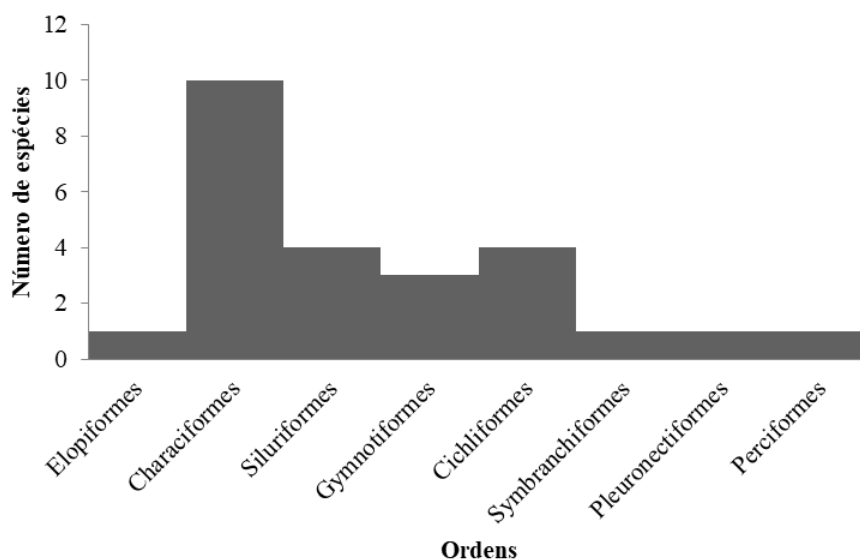
---

**Espécie** *Centropomus* sp.

---

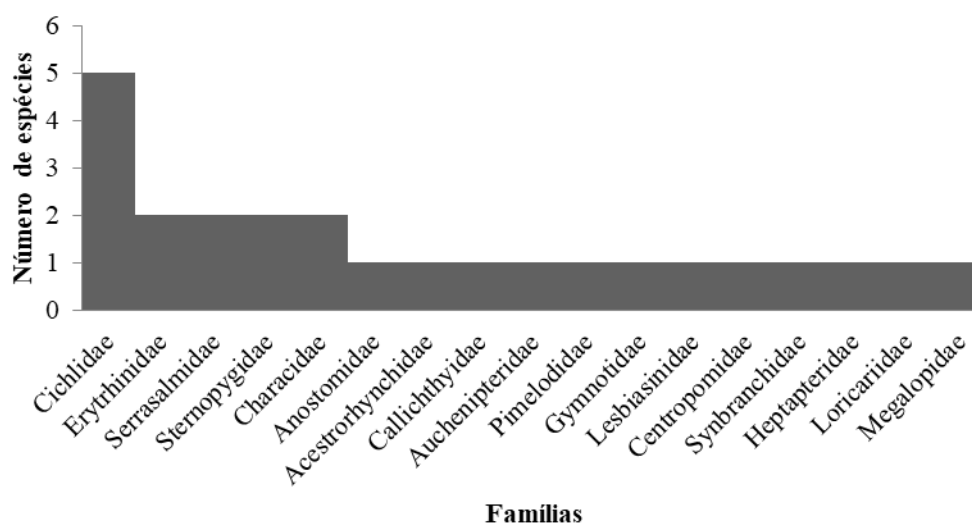
A Figura 2 ilustra as Ordens mais representativas: Characiformes (10 espécies), Siluriformes (4 espécies) e Cichliformes (4 espécies). E os táxons mais abundantes foram *Astyanax* sp. (191), *Hoplias malabaricus* (127), *Bryconops* sp. (40).

**Figura 4:** Gráfico referente à representatividade das Ordens coletadas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses no período de 2016/17, com destaque para os Characiformes.



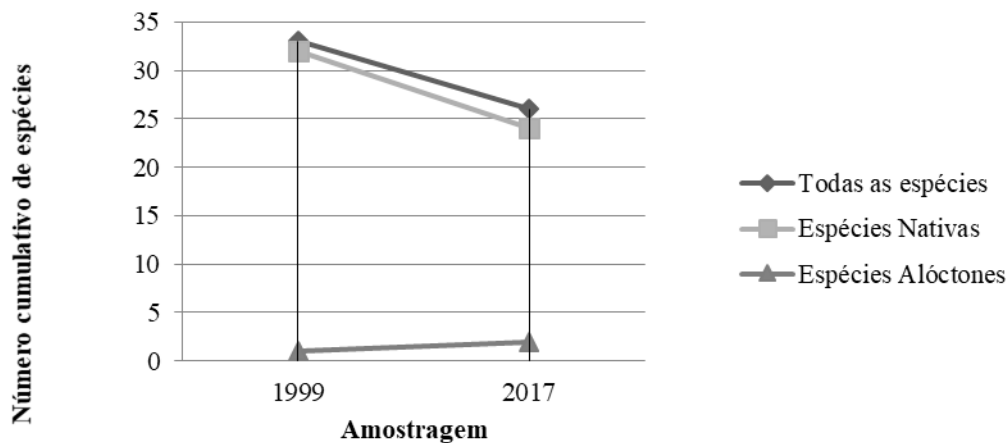
As famílias mais representativas estão dispostas na Figura 3: *Cichlidae*, *Erythrinidae*, *Serrasalminidae*, *Sternopygidae* e *Characidae*.

**Figura 5:** Gráfico referente à representatividade da quantidade de espécies coletadas por Famílias no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, com destaque para os Ciclídeos.



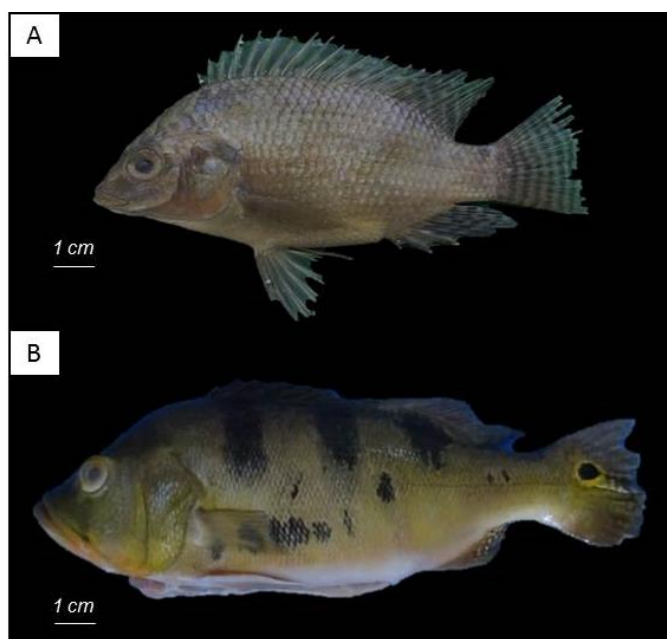
O número cumulativo das espécies coletadas também demonstrou alterações, as espécies alóctones apresentaram uma crescente enquanto o número geral de espécies foi decrescente, apesar de manter o padrão. (Fig. 4).

Figura 6: Comparação do número cumulativo de espécies coletadas em 1999 e em 2016/17 no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, com destaque para o aumento do número de espécies alóctones.



Foram identificadas duas espécies alóctones: *Oreochromis* sp. e *Cichla* sp. (Fig.5) coletadas dentro do Parque, na zona de influência e zona de amortecimento: nos municípios de Santo Amaro, Barreirinhas, Tutóia, Paulino Neves e Primeira Cruz (Fig.6).

Figura 5: Fotografia das espécies alóctones coletadas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: *Oreochromis niloticus* (A) e *Cichla* sp. (B), no período de 2016/17.





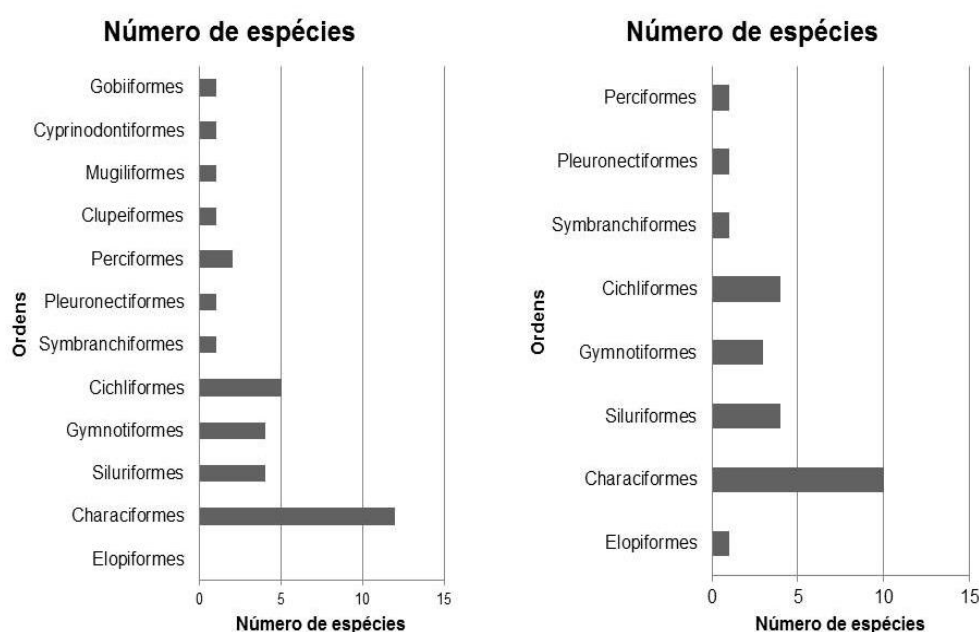
demonstrando assim a fragilidade da efetividade dessa área protegida.

Esse dado demonstra que mesmo após o registro dessa introdução no plano de manejo, atribuído por Piorski *et al.*, (2017) ao uso das lagoas naturais como criatórios, nenhuma medida de manejo para controlar a expansão dessa introdução foi efetivada. Demonstrando a fragilidade da efetividade dessa áreas protegidas, avaliada por

Outra espécie alóctone registrada foi o tucunaré (*Cichla* sp.), que não foi citada no plano de manejo, mas foi coletada no rio Preguiça. Os tucunarés são originários da região amazônica e foram introduzidos em diversas bacias do Nordeste para o cultivo (Leão *et al.*, 2011). Fragoso-Moura *et al.*, (2016) atribuem o desaparecimento de algumas espécies e a diminuição na abundância da maioria das espécies nativas deve-se à introdução de duas espécies alóctones, inclusive o tucunaré.

A representatividade dos táxons encontrados na região apresenta um padrão semelhante aos estudos de Sant'Anna (2006); Sánchez-Botero (2009); Artioli (2009, 2012); Guimarães (2013) e Rocha (2014), revelando que em ambientes costeiros os Characiformes representam a maioria das espécies coletadas, refletindo os ambientes que compõe o Parque, como lagoas e riachos. Algumas espécies registradas no plano de manejo não foram coletadas no período deste trabalho (Fig. 7).

**Figura 7: Representatividade taxonômica das Ordens dos peixes coletados em 1999 (A) e em 2017 (B), no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.**



As mudanças em uma comunidade biótica podem ocorrer devido à alteração em alguns fatores como assoreamento, poluição, desmatamento da mata ciliar entre outros (Menezes et al., 2007; Barbosa e Soares, 2009), como exemplo de *Awaous tajacica* (Lichteinstein, 1822), que tem ocorrência do sudeste do Piauí até Santa Catarina (Oyakawa et al., 2006) e foi registrada apenas no Plano de Manejo do PNLM (1999).

Apesar da diminuição de espécies registradas, foram coletados táxons como *Poptella compressa*, *Centropomus* sp., *Hoplosternum litoralle* e *Cichla* sp. que não foram registrados em 1999, portanto essa diminuição não pode ser atribuída à falhas na amostragem, e sim às mudanças ocorridas durante esse período no ambiente. Bittencourt *et al.* (1999), por exemplo, define a dinâmica da região como intensa, além dos impactos causados pela introdução de espécies não nativas como o tucunaré e a tilápia.

Os planos de manejo devem ser atualizados, segundo Milano (1997), corroborado por Dourojeanni (2003) os planos de manejo das áreas protegidas brasileiras carecem das informações primordiais para o manejo efetivo e nesse sentido, esse trabalho contribui para diminuir a lacuna temporal do monitoramento da biodiversidade ictiodulcícola.

#### **4.2.5. Conclusão**

Os resultados encontrados nesse artigo demonstram que devido à dinâmica natural dos ambientes do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, é necessário que o monitoramento recomendado nos planos de manejo ocorra de fato. Evitando extensas lacunas temporais, a fim de facilitar o diagnóstico das causas e consequências das mudanças na biota.

Além de atualizar a lista das espécies ícticas no Parque, esse trabalho demonstra que a ampliação da ocorrência de espécies alóctones pode contribuir para a perda da biodiversidade local, sendo uma consequência da negligência do manejo realizado no Parque.

## Referências

- Abell, R., Thieme, M.L., Revenga, C., et al., 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *Bioscience*, 58, 403.
- Artioli, L. G. S., Vieira, J. P., Garcia, A. M., et al., 2009. Distribuição, dominância e estrutura de tamanhos da assembleia de peixes da lagoa Mangueira, sul do Brasil. *Série Zool.*, 99, 409–418.
- Azevedo-Santos, V. M., Fearnside, P. M., Oliveira, C. S., et al., 2017. Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil. *Biodivers. Conserv.*, 26, 1745–1752.
- Barbosa, J. M., Soares, E. C. S., 2009. Perfil da Ictiofauna da Bacia do São Francisco: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 4, 155-169.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., et al., 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 80, 1164.
- CBD, UNEP, 2010. CBD Aichi Targets, COP 10, Decision X/31. Policy Rev. 1–7.
- Fowler, H. W. 1954. Os peixes de água doce do Brasil. *Arq. Zool. Estado São Paulo*, quarta ed, São Paulo.
- Fragoso-Moura, E. N., Oporto, L. T., Maia-Barbosa, P. M., et al., 2016. Loss of biodiversity in a conservation unit of the Brazilian Atlantic Forest: the effect of introducing non-native fish species. *Brazilian J. Biol.*, 76, 18–27.
- Françoso, R. D., Brandão, R., Nogueira, C. C., et al, 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Natureza & Conservação*, 13, 35–40.
- Leão, T. C. C.; Almeida, W. R.; Dechoum, M., et al., 2011. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas, Cepan, Recife.
- Mago-Leccia F., 1994. Electric fishes of the continental waters of America. *Fundacion para el Desarrollo de las Ciências Físicas, Matemáticas y Naturales*, Caracas.
- Matsuzaki, S. S., Sasaki, T., Akasaka, M., 2013. Consequences of the introduction of exotic and translocated species and future extirpations on the functional diversity of freshwater fish assemblages. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 22, 1071–1082.
- Menezes, N. A., Weitzman, S. H., Oyakawa, O. T., et al, 2007. Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre a conservação de peixes de água doce neotropicais, Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oyakawa, O. T.; Akama, A.; Mautari, K. C., et al, 2006. Peixes de riachos da Mata

Atlântica nas Unidades de Conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape, primeira ed., Editora Neotrópica, São Paulo.

Oliveira, U., Soares-Filho, B. S., Paglia, A. P., et al., 2017. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected áreas, 7, 1–9.

Pelicice, F.M., Vitule, J.R.S., Lima-Junior, D.P., Orsi, M.L. et al., 2013. A serious new threat to Brazilian freshwater ecosystems: the naturalization of non- native fish by decree. *Conservation Letters*. 1, 55-60.

Reis, R. E. 1997. Revision of the Neotropical genus *Hoplosternum* (Ostariophysi: Siluriformes: Callichthyidae) with the description of two new genera and three new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 7, 299-326.

Rocha, E.A., 2014. Diversidade funcional em comunidades de peixes lagunares no sul do Brasil. 67.

Scherl, L. M., Wilson, A., Wild, R., et al., 2006. As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza? Oportunidades e limitações, IUCN Unidade Serviços de Publicação, Reino Unido.



## REFERÊNCIAS

- ABELL, R. et al. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience*, v. 58, n. 5, p. 403, 2008.
- BRANDÃO, C. dos S; SCHIAVETTI, A. Efetividade da Gestão do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil: uma avaliação temporal. *Revista Gaia Scientia*, v. 11, n. 1, 2017.
- BRITO, M. C. W. Unidades de conservação: intenções e resultados. FAPESP. São Paulo, 2000.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. Catálogo das Espécies de Peixes de Água Doce do Brasil. Rio de Janeiro, Museu Nacional. 2007.
- CASTRO R. M. C. (1999). Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E. P. R. MAZZONI, R.; PERESNETO, P. R. Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro v. 6: 139-155.
- CUNHA B. B. Avaliação da Efetividade de Gestão do Parque Nacional de Ubajara – CE (2010). 72 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- ERVIN, J. (2003) WWF- Metodologia para Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM). p. 70.
- ERVIN, J. et al (2010) Protected Areas for the 21st Century : Lessons from UNDP/GEF's Portfolio. United Nations Development Programme and the Convention on Biological Diversity, New York, USA and Montreal, Canada.
- FARIA, H. H. (1997). Avaliação da efetividade do manejo de unidades de conservação: como proceder? In: Congresso Brasileiro de Unidade de Conservação. Curitiba, Anais, p. 478- 499.
- FINK, S.V.; FINK, W. L. (1981) Interrelationships of the ostariophysan fishes (Teleostei). *Zool. J. Linn. Soc. Lond.*, n. 72, p. 297-353.
- FITTKAU, E. J. et al. (Ed.) Biogeography and ecology in South America. The Hague: Dr. W. Junk, 1969. v.II: Monographiae Biologicae 19, p.828-8.
- GERY, J. (1969)"The fresh-water fishes of South America" In E. J. Fitkau (Ed.). Biogeography and Ecology in South America. (pp. 828-848) The Hague: Dr. W. Junk.
- GOLDANI, Â (2013) Biogeografia histórica da região neotropical: Análise de Parcimônia de Endemismo com dados distribucionais de peixes. *Revista Eletrônica de*

Biologia, v. 5, n. 3, p. 12–41.

LEA, M.S (2006) As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza? Oportunidades e limitações. IUCN, Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido, 60p.

LIMA, G.S (2003) Criação, implantação e manejo de unidades de conservação no Brasil: Estudo de caso em Minas Gerais. Viçosa-MG: UFV, 2003, 85p.

LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; GONÇALVES, W (2005). Avaliação da efetividade de manejo das unidades de conservação de proteção integral em Minas Gerais. Revista *Árvore*, v. 29, n. 4, p. 647–653.

LOVEJOY, T. E. (2006) Protected areas: a prism for a changing world. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 21, n. 3, p. 329-333.

MALABARBA LR (1998). Monophyly of the Cheirodontinae, characters and major clades (Ostariophysi: Characidae). p. 192-233. In: Malabarba LR, Reis RE, Vari RP, Lucena ZM, Lucena CAS Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes. EDIPUCRS, Porto Alegre, RS. 603 p

MMA (2000) Sistema Nacional De Unidades De Conservação Da Natureza – SNUC. Lei n. 9985, de 18 de julho de 2000.

MMA (2007) Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, MMA.

MORRONE, J. J. (1994) On the identification of areas of endemism. *System. Biol.*, Washington, v. 43, p. 438-441.

MORRONE, J.J.; ESCALANTE, T. (2002) Parsimony analysis of endemism (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography*, 29, 1095–1104.

NELSON, J. S. *Fishes of the World*, 5 ed, New York: Wiley, 2016. 624p.

PIRES, A.M.Z.C.R, SANTOS, J.E, PIRES, J.S.R (2000) Conservação da biodiversidade: Análise da situação de Unidades de Conservação de Proteção Integral (Parques Estaduais e Estações Ecológicas) do estado de São Paulo. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Campo Grande, Anais..., Vol. II – Trabalhos Técnicos, Campo Grande, 2000, p.618-627.

POUGH, F.H, JANIS, C.M, HEISER, J.B (2008) A vida dos vertebrados. São Paulo: Editora Atheneu.

PRIMO, P.B.S; PELLENS, R (2000) Situação Atual das Unidades do Rio de Janeiro. In: II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Campo Grande, Anais..., Vol.

II – Trabalhos Técnicos, Campo Grande, 2000, p.528-637.

REIS, R. E., KULLANDER, S. O. AND FERRARIS, C. J., JR. (Ed.) (2003). "Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America" Porto Alegre, RS: Edipucrs.

REIS, R.E (2013) Conserving the freshwater fishes of South America. *Int Zoo Yearb* 47:65–70. doi: 10.1111/izy.12000

RINALDI, R. R. P (2005) Avaliação da efetividade de manejo em seis unidades de conservação do município do Rio de Janeiro, RJ. p. 137.

RINGUELET, R (1975) Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2: 1–122.

ROSA, R. S. et al. (2005) Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga. *Ecologia e Conservação da Caatinga*, v. 2 ed, n. 7, p. 135–181, 2005.

RYLANDS, A.; BRANDON, K (2005) Brazilian protected areas. *Conserv. Biol.* 19:612– 18

SANTOS, N.B (2016) Efetividade dos planos de manejo na gestão de parques estaduais de Minas Gerais. Dissertação: Belo Horizonte.

SAVAGE, J.M. (1995). Systematics and the biodiversity crisis. *BioScience*, 45: 673-679.

SCHAEFER, S.A. (1998). Conflict and resolution impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Eds. Malabarba, L.R., Reis, R.E., Vari, R.P., Lucena, Z.M.S., Lucena, C.A.S. Porto Alegre: Edipucrs. Pp. 375-400

TOCANTINS, M.; ALMEIDA, A.F (2000) As unidades de conservação federais: uma análise da realidade matogrossense. In: *II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. Campo Grande, Anais..., Vol. II – Trabalhos Técnicos, Campo Grande, 2000. P. 638-644.

WWF-Brasil (2011) Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Efetividade de gestão das unidades de conservação no Estado do Pará. Brasília: WWF-Brasil, 64 p.

## **ANEXOS**

A) Normas para formatação do Artigo 1 - **Biodiversity of fish in Brazilian national parks: negligence and consequences**

Biodiversity and Conservation

General

Language

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Authors are responsible for ensuring the language quality prior to submission.

Spacing

Please double-space all material, including notes and references.

Nomenclature

This is not a taxonomic journal and does not publish new scientific names of species or other ranks except in exceptional circumstances. The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used, but author citations of names are to be omitted except in exceptional cases where full bibliographic references to the original publication are justified.

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

**Citation**

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

### ***Reference list***

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

#### □ Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

#### □ Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med.* <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

#### □ Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics.* Blackwell, London

#### □ Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics, 3rd edn.* Wiley, New York, pp 230-257

#### □ Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

#### □ Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure.* Dissertation, University of California

B) Normas para formatação do Artigo 2- **Biodiversidade íctiodulcícola do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses: Subsídios para atualização do Plano de Manejo**

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the available from Elsevier's WebShop.

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors are at liberty to suggest the names of up to three potential reviewers (with full contact details). Potential reviewers should not include anyone with whom the authors have collaborated during the research being submitted.

Publishing space in the journal is limited, such that many manuscripts must be rejected. To expedite the processing of manuscripts, the journal has adopted a two-tier review process. During the first stage of review, the handling editor evaluates the manuscript for appropriateness and scientific content, taking advice where appropriate from members of the editorial board. Criteria for rejection at this stage include:

- Please note that research on a rare or endangered species or ecosystem is not sufficient justification to merit publication in *Biological Conservation*. Published research must also advance the science and practice of conservation biology, and thus have broader application for a wide international audience.
- Natural history or biodiversity surveys, including site descriptions, are usually better suited for other outlets, such as a regional or taxon-specific journal. Similarly, manuscripts with a primarily behavioral, genetic or ecological focus are more appropriate for journals in those fields. For example, studies reporting on disturbance effects, species interactions (e.g., predator-prey, competitive, or pollinator-host plant interactions), species-habitat relationships, descriptive genetics (e.g., assays of genetic variation within or between populations), or behavioral responses to disturbance will be referred elsewhere if they lack a clear conservation message. Authors are advised to contact an Editor prior to submission if there are any questions regarding the appropriateness of a manuscript for the journal.
- is international in scope, and thus research published in the journal should have global relevance, in terms of the topics or issues addressed.
- Research lacks spatial or temporal replication, has insufficient sample sizes, or inadequate data analysis. Such obvious indications of poor-quality science will be cause for immediate rejection.
- Poor writing interferes with the effective communication of science. Authors for whom English is not the first language are advised to consult with a technical language editor before submission.

□ Research was unnecessarily destructive, was conducted for the express purpose of causing harm/mortality (e.g., simulation of treatment or disturbance effects on survivorship), or violated ethics in the treatment and handling of animals. Where appropriate, authors must provide a statement and supporting documentation that research was approved by the authors' institutional animal care and use committee(s).

□

□

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

□

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

□

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

□

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

□

Results should be clear and concise.

□

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

□

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

□

Please supply, as a separate list, the definitions of field-specific terms used in your article.

□

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

□

- Concise and informative, yet not overly general. If appropriate, include the species or ecosystem that was the subject of the study, or the location where the study was done. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible

- Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this



clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication.
- If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

□

A concise and factual abstract is required (maximum length of 250 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the methods used, the principal results and major conclusions. Please try to keep each sentence as specific as possible, and avoid such general statements as "The management implications of the results are discussed". An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

□

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of  $531 \times 1328$  pixels (h  $\times$  w) or proportionally more. The image should be readable at a size of  $5 \times 13$  cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view on our information site. Authors can make use of Elsevier's to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

□

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view on our information site.

□

For each important chiral compound you are requested to supply a stereochemistry abstract detailing structure, name, formula and all available stereochemical information for eventual incorporation into a database. An abstract for only one enantiomer per compound is required.

□

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly

established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

□

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

□

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).