



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS- UFAM



FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS- FCA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS
TRÓPICOS- PPG CIPET**

**EFEITO DO MANEJO DO PESQUEIRO SOBRE AS ASSEMBLEIAS
DE PEIXES EM LAGOS SITUADOS NA ILHA DA PACIÊNCIA –
IRANDUBA - AMAZONAS**

WENDELL MELQUIAS MEDEIROS LEAL DA SILVA

MANAUS – AM

2017

WENDELL MELQUIAS MEDEIROS LEAL DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO PESQUEIRO SOBRE AS ASSEMBLEIAS DE
PEIXES EM LAGOS SITUADOS NA ILHA DA PACIÊNCIA –
IRANDUBA - AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET/UFAM, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Orientador: Prof. Dra. Flávia Kelly Siqueira de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Financiamento: CAPES

MANAUS - AM

2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586e Silva, Wendell Melquias Medeiros Leal da
Efeito do manejo pesqueiro sobre as assembleias de peixes em lagos situados na ilha da Paciência - Iranduba - Amazonas / Wendell Melquias Medeiros Leal da Silva. 2017
76 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Flávia Kelly Siqueira de Souza
Orientador: Carlos Edwar de Carvalho Freitas
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. áreas inundáveis. 2. acordos de pesca . 3. gestão de pescarias . 4. diversidade de peixes. 5. comunidade de peixes . I. Souza, Flávia Kelly Siqueira de II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

Aos meus pais, Aurenice e Melquias,
meus maiores incentivadores e minha
amada irmã Gessica. A minha avó
Antônia Laura (*in memorian*) e a amiga
Cintia Santos (*in memorian*)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu Deus (Oxalá) por todas as bênçãos recebidas e por me proteger em todos os momentos, dando-me muita fé e coragem para continuar seguindo nesta grande caminhada.

Aos meus orientadores, Flávia Kelly de Siqueira Souza e Carlos Edwar de Carvalho Freitas, por estimular e conduzir o meu crescimento científico e acadêmico desde a minha chegada a Manaus. A minha enorme gratidão!

A minha família, por todo amor incondicional e incentivo nesta árdua caminhada da pós-graduação ainda mais estando tão distante. Eu amo vocês.

Ao professor Cléber Duarte por todo suporte, paciência e ajuda no desenvolvimento das análises estatísticas e valiosas contribuições com este projeto. Muito obrigado!

Aos amigos de Recife que mesmo distante se fizeram presentes em todo este processo: Marcos, Izabel, Lula, Natália, Kuririm, Manuca, Milena, Marcele e Erika.

À amiga Marcela, que nestes dois anos de mestrado compartilhou junto comigo diariamente todos os momentos de alegrias, tristezas, entusiasmo, etc. Obrigado por toda amizade e lealdade, principalmente pela paciência em meus momentos de abuso e fúria (risos).

O Jonatas Castro que mesmo chegando depois, conquistou um espaço cativo em minha vida e muito contribuiu pessoalmente e durante todo o processo de escrita da dissertação.

Aos professores e aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET, pelos ensinamentos e experiências divididas, essenciais para minha formação, principalmente a professora Maria Gercilia Mota Soares pela amizade conquistada e todo ensinamento compartilhado sobre a Amazônia. Muito obrigado!

A todos os colegas do PIATAM, pelo convívio e colaboração durante esses dois anos que faço parte do grupo.

A minha equipe de coletas Chiara, Gisa, Ivanildo e André por toda força durante todo o trabalho árduo nas idas a campo.

A Sr Manoel e Dona Ivete por me acolherem sua residência durante as atividades em campo.

A todos os manejadores da ilha da Paciência. Meu enorme respeito e consideração pela confiança depositada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de mestrado.

Aos amigos conquistados em Manaus, vocês tornaram tudo mais fácil nestes dois anos: Dona Hostília, Antônia, Sérgio, Diana, Rafael, Camila, Fabi, Lorena, Nanda, Camila Fagundes, Marcela, Andrey, Adriana, Jamerson e Carolzona.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

MUITO OBRIGADO!!!

“Quando eu vim do sertão, seu moço, do meu Bodocó. A malota era um saco e o cadeado era um nó. Só trazia a coragem e a cara. Viajando num pau-de-arara. Eu penei, mas aqui cheguei...”

Luiz Gonzaga

RESUMO

O co-manejo pesqueiro na bacia Amazônica tem se revelado uma ferramenta bastante eficiente, proporcionando uma recuperação surpreendente aos estoques de pirarucu e promovendo o aumento na abundância populacional da espécie nas áreas manejadas. No entanto, pouco se conhece sobre os efeitos que o manejo pode estabelecer sobre a ictiofauna. Em face dessa lacuna, este estudo propôs avaliar as implicações que o manejo do pirarucu pode ocasionar à estrutura das assembleias de peixes de lagos de várzea situados na ilha da Paciência, Iranduba, Amazonas. A partir de um levantamento bibliográfico foi possível observar que o modelo de gestão de pesca baseado no co-manejo e suas ferramentas de manejo, como os acordos de pesca, tem apresentado resultado positivo e promissor para ser replicado. Entretanto, o quantitativo de trabalhos científicos publicados que avaliem a eficiência e os impactos desta modalidade de manejo sobre a biota ainda são reduzidos. Um total de 1088 peixes foi amostrado, pertencente a 64 espécies antes do manejo e 4039 peixes de 93 espécies depois do manejo. Os peixes foram capturados por meio de redes de emalhar durante o período de águas baixas (lagos desconectados) em seis lagos (duas unidades representantes de cada categoria de manejo: uso comercial, manejo e preservação). A composição e estrutura das assembleias de peixes apresentaram diferenças estatísticas quando comparadas no tempo antes e depois do manejo. No entanto quando se comparou a composição das espécies e a estrutura das assembleias de peixes entre os lagos manejados, preservados e de uso comercial, não foram encontradas diferenças, atestando que a ictiofauna destes lagos é estatisticamente similar. Por fim, os resultados apresentados evidenciam a eficiência do acordo de pesca implantado na ilha da Paciência, como estratégia de contribuição para a manutenção da biodiversidade do sistema lacustre.

Palavras chave: áreas inundáveis, acordo de pesca, diversidade de peixes.

ABSTRACT

Fishery co-management in Amazon basin has proved to be a very efficient tool, providing a surprising recovery to the pirarucu stocks and promoting an increase in the population abundance the specie in managed areas. However, little is known about the effects that management can establish on the ichthyofauna. In view this shortcoming, this study proposed to evaluate the implications that the pirarucu management can cause to structure on fish assemblages in floodplain lakes located in the Paciência island, Iranduba citty, Amazonas State. From a bibliographical review as possible to observe that fishery management model based on co-management and its management tools, like as fishing agreements, has presented a positive and promising result to be replicated throughout the Brazilian Amazon. However, the amount of published scientific work that evaluates the efficiency and impacts of this management modality on biota is still limited. A total of 1088 fish were sampling from 64 species before to management and 4039 fish from 93 species after management. The fish were captured using gillnets during the low water period (disconnected lakes) in six lakes (two units representing management category). The composition and structure the fish assemblages presented statistical difference when compared in the time before and after the management. However, when comparing the species composition and the structure on fish assemblages between managed, preserved and commercially used lakes, no difference was found, attesting that the ichthyofauna of these lakes is statistically similar. Finally, the results presented evidence the efficiency of fishing agreement implemented in Paciência island, as a strategy to contribute to the maintenance on the biodiversity in lake system.

Key words: floodplain areas, fishing agreements, fish diversity.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS.....	12
APRESENTAÇÃO.....	13
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.1. Áreas inundáveis/várzea.....	14
1.2. Diversidade de peixes.....	15
1.3. Papel do peixe predador.....	16
1.4. Manejo de recursos pesqueiros na várzea.....	17
2. HIPÓTESES.....	19
3. OBJETIVOS.....	20
3.1. Objetivo geral.....	20
3.2. Objetivos específicos.....	20
REFERÊNCIAS.....	20
Capítulo I	
Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica	
brasileira¹.....	27
Resumo.....	28
Abstract.....	28
1. Introdução.....	29
2. Metodologia.....	30
3. Diversidade de peixes em lagos de várzea.....	31
3.1. Diversidade peixes em lagos manejados.....	32
4. Conclusão.....	34
Referências.....	35

Capítulo II

Efeitos do manejo pesqueiro sobre as assembleias de peixes de lagos de várzea situados em uma ilha da Amazônia Central brasileira.....	39
Resumo.....	40
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	42
Área de estudo.....	42
Coleta de dados.....	44
Análise de dados.....	45
Resultados.....	46
Composição taxonômica das assembleias de peixes.....	46
Descritores de diversidade.....	47
Comparação da composição das assembleias de peixes antes e depois do manejo.....	52
Efeito das variáveis ambientais sobre composição das assembleias de peixes entre as categorias de lagos manejados.....	54
Análise da composição e estrutura das assembleias nas diferentes categorias de manejo (lagos de manejo, preservação e uso comercial).....	55
Discussão.....	57
Conclusões.....	63
Considerações finais.....	63
Referências.....	64
Apêndice.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem e localização geográfica dos lagos de Ilha, localizados na ilha da Paciência, município de Iranduba – AM.....	43
Figura 2. Variação média mensal do nível da água do rio Solimões/Amazonas nos anos de 2005, 2006 e 2016, estação de Manacapuru, Amazonas. Fonte: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/	45
Figura 3. Curvas de rarefação e extrapolação nos lagos da ilha da Paciência AM. Riqueza observada (linhas grossas) e estimada (linhas finas), com base na amostra referência com maior número de exemplares coletados (lago Ressaca, N=314).....	48
Figura 4. Riqueza observada (linhas grossas) e estimada (linhas finas) para os lagos coletados no tempo posterior ao manejo na ilha da Paciência, com base na amostra referência com maior número de indivíduos coletados (lago Manejado 1, N=1690).....	49
Figura 5. . Média e desvio padrão dos atributos ecológicos dos lagos coletados nos tempos antes e depois do manejo do pirarucu na ilha da Paciência. Resultados do teste T pareado.....	52
Figura 6. Análise de dissimilaridade de Raup-Crick para composição de espécies de peixes nos lagos da ilha da Paciência antes e depois do manejo do pirarucu. Correlograma vermelho representa menor dissimilaridade (-1) na composição de espécies entre os lagos, o azul representa maior dissimilaridade (+1).....	53
Figura 7 Análise de Correspondência Canônica entre as categorias de uso dos lagos da ilha da Paciência explicando 65% da variação dos dados, abundância numéricas das espécies de peixes e variáveis físico-químicas da água.....	55
Figura 8. Análise de dissimilaridade de Raup-Crick para composição de espécies de peixes nos lagos de manejo, preservação e uso comercial.....	56

LISTA DE TABELAS

Capítulo I	27
Tabela 1 - Artigos e dissertações relacionadas à temática de revisão.....	30
Tabela 2. Lagos, período do ciclo hidrológico, valores médios de riqueza de espécies (S), índices de diversidade de Shannon (H'), de trabalhos realizados sobre assembleias de peixes em lagos de várzea d Amazônia brasileira. E=enchente, C=cheia, V=vazante, S=seca.....	33
Tabela 3. Resultado apresentado com valores médios e desvio padrão das estimativas de riqueza (S) e diversidade de Shannon (H') de trabalhos realizados com assembleias de peixes em lagos manejados da Amazônia brasileira. E=enchente, C=cheia, V=vazante, S=seca.....	34
Capítulo II	39
Tabela 1. Descritores ecológicos da estrutura das assembleias de peixes capturados nos lagos AM. N= número de indivíduos, S= riqueza, H'= diversidade de Shannon, J= índice de equitabilidade, d= índice de dominância de Berger-Parker, Man 1 e 2= sacambu e preto (manejado); Pr 1 e 2= cacau e baixo (preservação); Uc 1 e 2= caído e piranha (uso comercial).....	50
Tabela 2. Resultado da ANOVA one-way usando como variáveis resposta a Riqueza(S), abundância numérica (N) e Equitabilidade (J). Significância em $p = 0,05$	57

APRESENTAÇÃO

A região Neotropical abriga a maior diversidade de peixes do planeta, sendo que metade das espécies habitam a bacia Amazônica. A elevada riqueza de peixes descrita nesta bacia tem sido associada a fatores ecológicos estruturantes, como o pulso de inundação que alaga parte da planície aluvial adjacente. A dinâmica sazonal contribui para a alta produtividade do ambiente de várzea, que possui elevada biomassa de peixes e suporta uma importante atividade pesqueira que vem explorando alguns estoques de peixes ao longo dos anos, a exemplo do pirarucu (*Arapaima gigas*).

Como forma de proteger estes recursos, os ribeirinhos se organizaram por meio dos acordos de pesca, estratégia criada com o intuito de resguardar e garantir a sustentabilidade dos recursos pesqueiros. Esta ferramenta de co-manejo pesqueiro tem se revelado bastante eficiente e proporcionado uma recuperação surpreendente aos estoques de pirarucu, promovendo o aumento na abundância populacional da espécie nas áreas manejadas. No entanto, pouco se conhece sobre os efeitos que o manejo pode estabelecer sobre a ictiofauna. Em face dessa lacuna, este estudo propôs avaliar as implicações que o manejo do pirarucu pode ocasionar à estrutura das assembleias de peixes de lagos de várzea.

A Dissertação é composta por Introdução Geral e dois capítulos. Na **Introdução Geral** procurou-se contextualizar sobre as áreas inundáveis da Amazônia e toda sua diversidade de peixes, o papel de peixes predadores e o manejo de recursos pesqueiros em área de várzea com enfoque no manejo do pirarucu.

O **Capítulo I** teve como principal objetivo realizar um levantamento bibliográfico dos estudos gerados a partir do uso de estimativas de diversidades de peixes em lagos manejados na Amazônia brasileira.

No **Capítulo II** foi investigado o efeito do manejo pesqueiro, sobre a composição e estrutura das assembleias de peixes, em lagos manejado situados no município de Iranduba - Amazonas.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Áreas inundáveis/Várzea

As áreas inundáveis ou planície de inundação, associadas aos grandes rios de água branca, como o Solimões-Amazonas, recebem periodicamente o aporte lateral dos rios, devido à variação anual de seus níveis. Estas áreas são denominadas de várzea e abrangem aproximadamente 4% da Amazônia brasileira, em cerca de 140.000km² (SIPPEL et al., 1992).

No contexto amazônico as várzeas são constituídas por rios e inúmeros lagos, formados pelo processo de depressões naturais que sofrem variações tanto de área como de profundidade, ocasionadas pela oscilação do nível do rio (MELACK et al., 2009). Os lagos de várzea destoam do conceito clássico de lagos, à medida que permanecem conectados ao rio principal durante o período de cheias ou mesmo permanentemente, e perdendo a conexão, a medida que as águas retrocedem (HENDERSON; CRAMPTON, 1997; MELACK et al., 2009;). A variação no nível do rio, decorrente do pulso de inundação, possui um papel fundamental para os organismos, contribuindo na ciclagem de nutrientes, na cadeia alimentar e sustentando ecossistemas altamente diversos (JUNK et al., 1989; SORRIBAS et al., 2016). Além disso, as modificações nestes ambientes de várzea ocasionadas pelo pulso de inundação proporcionam uma elevada produtividade primária, que por sua vez tornam estes ambientes propícios ao desenvolvimento de estoques pesqueiros abundantes, que são explorados desde os tempos pré-coloniais (SOARES et al, 2007).

No caso dos peixes, a variação do nível da água é determinante no ciclo de vida das espécies, permitindo com que a fase larval ou mesmo indivíduos adultos utilizem as áreas de inundação para alimentação e refúgio contra predadores, tais como as migradoras que saem dos lagos para desovar nos rios e retornam para as áreas inundadas. Essas espécies migradoras, em geral, desenvolvem uma parte do seu ciclo de vida nestes lagos, durante a época de alagação, e outra parte no rio, na seca (FERNANDES, 1997; LOWE-MCCONNELL, 1999; DE LIMA; ARAUJO-LIMA, 2004; FREITAS; GARCEZ, 2004).

1.2.Diversidade de peixes

A ictiofauna da região neotropical é conhecida por sua alta diversidade, com riqueza descrita em torno de 5617 espécies, das quais a metade é endêmica da bacia Amazônica (REIS et al., 2016). A estimativa regional reflete o percentual de cerca de 7% das 28.000 espécies de peixes conhecidas no mundo (HICKMAN et al., 2014). Vários são os fatores responsáveis pela diversidade íctica na bacia Amazônica, como a variação no nível da água, acidez, temperatura, transparência, produtividade aquática, que estão diretamente associados ao tempo geológico da bacia, além de fatores bióticos, a heterogeneidade de habitats (FREITAS et al., 2010a).

Estudos realizados a partir do conhecimento da biodiversidade possuem um papel primordial na ecologia, por fornecerem informações sobre a qualidade ambiental e suas medidas frequentemente aparecem como indicadores de bom funcionamento dos ecossistemas (MAGURRAN, 1988; TOWNSEND et al., 2009; MAGURRAN, 2013). Esses indicadores se transformam em ferramentas para a gestão dos recursos em áreas protegidas ou em áreas de manejo como estratégia para a conservação da biodiversidade. A diversidade de peixes da bacia Amazônica em lagos de várzea vem sendo avaliada por vários pesquisadores entre estes se destacam os trabalhos realizados por: (FREITAS; GARCEZ, 2004; SIQUEIRA-SOUZA; FREITAS, 2004; GARCEZ; FREITAS, 2008; FREITAS et al., 2010a, 2010b; FREITAS et al., 2013a, 2013b; HURD et al., 2016; SIQUEIRA-SOUZA et al., 2016). Em se tratando do eixo Solimões/Amazonas, mas especificamente nas proximidades de Manaus, a fauna de peixes é rica e diversificada, com registro publicado de 226 espécies (JUNK et al., 1983; MERONA e BITTENCOURT, 1993; SAINT-PAUL et al., 2000; SIQUEIRA-SOUZA; FREITAS, 2004; SIQUEIRA-SOUZA et al., 2016).

A gestão das pescarias muitas vezes tem se concentrado em maximizar a captura de uma única espécie alvo e ignorado outros aspectos fundamentais, como a presença de habitats, a relação predador-presas das espécies-alvo e outros componentes do ecossistema e suas interações. A gestão das pescarias baseadas nos ecossistemas (GPBE) surge como um novo rumo para a gestão da pesca, buscando inverter a ordem das prioridades da gestão, começando pelo ecossistema ao invés das espécies alvo (PIKITCH et al., 2004). Vários estudos estão sendo realizados com o GPBE, utilizando a diversidade de peixes como ferramenta de auxílio na gestão, manejo de áreas e

recursos pesqueiros. Em ambiente marinho, principalmente em áreas de recifes de corais, os estudos realizados por MCCLANAHAN et al., 2006; BELMAKER et al., 2008; RODRÍGUEZ-ZARAGOZA et al., 2011 trouxeram informações que contribuíram para a expansão das estratégias de manejos nestes ambientes. Em ambiente de água doce, o uso da diversidade peixes como ferramenta de manejo vem sendo utilizada rotineiramente no continente Asiático (KAR et al., 2006; LAKRA et al., 2010; LIU; WANG, 2010; GALIB et al., 2013) trazendo sugestões e estratégias para a restauração e proteção das assembleias de peixes em rios, áreas alagáveis e lagos, além de estimativas de áreas de proteção.

Na Amazônia, a conservação e o uso sustentável dos recursos aquáticos é definitivamente um grande desafio, visto que o reconhecimento de todo o território é algo impreciso, assim como todas as relações de uso dos organismos com o ambiente (RYLANDS; PINTO, 1998). Logo, estudos que utilizem estimativas ecológicas como instrumento para análise de comunidades de peixes são de extrema relevância, pois podem servir como indicadores para a gestão do recurso na bacia.

1.3. O papel do peixe predador

A ictiofauna de lagos de várzea possui elevado número de espécies predadoras, que podem representar mais de 50% de todas as espécies encontradas nestes ambientes (MÉRONA; RANKIN-DE-MÉRONA, 2004; FREITAS et al., 2010a). Na grande maioria dos ecossistemas aquáticos tropicais, a predação é também uma força motriz da estrutura da comunidade, afetando a composição de espécies, abundância e biomassa dos peixes (PETRY et al., 2010; FREITAS et al., 2010a). Peixes considerados predadores de topo, interpretados como os maiores consumidores de outros animais, exercem impacto direto ou indireto sobre a biota e a qualidade da água dos lagos (BRAOUDAKIS; JACKSON, 2016), controlando a produtividade do ambiente (CARPENTER et al., 1985).

O experimento clássico realizado por PAINE (1966) descreveu a influência de um predador de topo sobre a estrutura da comunidade em um costão rochoso na América do Norte, segundo o autor, notou-se que a presença de um predador é responsável por possibilitar a coexistência de espécies de diferentes níveis tróficos, à medida que a retirada deste predador acarretaria na redução no número de espécies existentes nesta comunidade e mudanças na densidade populacional destas espécies.

De acordo com CARPENTER; KITCHELL (1996) dentro da ótica de uma teia alimentar o controle do tipo *top-down* (de cima para baixo) tem sido denominado de cascata trófica, uma vez que níveis tróficos mais altos são os que determinam o tamanho dos níveis tróficos inferiores. Deste modo, a presença de carnívoros (predadores) pode aumentar a produção primária à medida que controlam as populações de herbívoros (DYER; LETOURNEAU, 2003; MOORE et al., 2003), permitindo ao controle *top-down* acarretar grandes mudanças na biomassa dos níveis tróficos mais baixos em ecossistemas lacustres (PAIVA et al., 1994).

De todo modo, a importância básica na manutenção da saúde das comunidades naturais, é realizada pelos predadores uma vez que beneficiam as populações através da remoção dos indivíduos debilitados, menos ágeis e conseqüentemente mais vulneráveis (JENNINGS; WARR), sendo considerados “melhoradores biológicos” (POPOVA, 1978).

Recentemente o trabalho realizado por SÁ-OLIVEIRA et al., (2016) em áreas alagáveis, confirmou o papel da predação na estruturação das assembleias de peixes, a partir de uma forte correlação entre a riqueza de predadores e suas presas, e do desempenho no controle de biomassa de presas. Também em áreas alagáveis PETRY et al., (2010), evidenciou que o predador pode mediar à coexistência de espécies em curto prazo.

Dentro deste grande quantitativo de espécies de peixes predadores que habitam os lagos de várzea, encontra-se o pirarucu (*Arapaima gigas*). Esta espécie tem sido considerada um predador de topo de cadeia trófica, por isso muito provavelmente ele aja regulando a estabilidade do ecossistema que habita o *A. gigas* é prioritariamente piscívoro e suas presas são, geralmente, peixes pequenos e abundantes (QUEIROZ, 2000).

1.4. Manejo dos recursos pesqueiros na várzea

A intensificação da pesca nas áreas de várzea atrelada ao aumento da pressão sobre os recursos explorados é claramente observada nas últimas décadas. Este aumento se deu, principalmente, devido a mudanças ocorridas nas tecnologias dos aparelhos utilizados na pesca (malhadeiras, redes de cerco, gelo e motores), somados ao aumento na demanda regional, justificada pelo crescimento dos centros urbanos regionais assim como também para a exportação (D'ALMEIDA, 2006). Esse cenário despertou a

atenção dos moradores das comunidades ribeirinhas que passaram a se organizar para coibir o uso indiscriminado dos lagos pelos pescadores comerciais (MCGRATH et al., 1993a). Com isto deu-se início aos “acordos de pesca”, um sistema de gestão baseado no co-manejo (MCGRATH, 2012; SIMÕES et al., 2014), que foi criado pelos ribeirinhos, para atuar como ordenamento pesqueiro nas áreas próximas às suas respectivas comunidades (MCGRATH et al., 1993a).

Inicialmente, esses acordos geraram uma série de conflitos, pois os pescadores comerciais não reconheciam a autoridade das comunidades no sentido de regulação da pesca (SIMÕES et al., 2014). Foi necessário os pescadores locais pressionarem o governo para que a legalidade dos acordos fosse reconhecida, fato que ocorreu em 2002 pelos órgãos responsáveis pelo gerenciamento pesqueiro, por meio da Instrução Normativa N°29. Esta lei permitiu que os pescadores regulassem os lagos próximos das comunidades por meio de regras de pesca, delimitando a forma de uso (MCGRATH et al., 1993b; CASTRO; MCGRATH, 2001; VIDAL, 2010).

Neste modelo de manejo também estão inclusas as definições de categorias para os lago manejados, sendo estes: *i*) lagos de preservação, destinados à reprodução e desenvolvimento das espécies, onde as atividades de pesca em todas as modalidades são terminantemente proibidas, com intuito de assegurar a preservação das espécies; *ii*) lagos de manejo que tem por finalidade a pesca de subsistência, além da pesca manejada do pirarucu (*Arapaima gigas*) e de outras espécies, sempre respeitando a legislação vigente; *iii*) lagos de uso comercial, onde a pesca comercial é permitida desde que haja o respeito à legislação vigente, podendo também ser realizado o manejo do pirarucu e de outras espécies (BENATTI et al., 2003; DE OLIVEIRA et al., 2009).

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), sediado em Tefé-AM, foi o pioneiro na experiência com a pesca manejada do pirarucu. A partir dos indicadores de bons resultados para a espécie, o IDSM desenvolveu um plano de manejo da pesca do pirarucu, que foi embasado a partir de uma série de estudos sobre a biologia e ecologia da espécie (QUEIROZ; SARDINHA, 1999; QUEIROZ, 2000). Estes estudos evidenciaram que as populações de pirarucu podem se recuperar rapidamente devido a alguns fatores como o cuidado parental destinado a sua prole, o rápido crescimento, mais de 80 cm de comprimento ao final do primeiro ano de vida e, maturação sexual a partir dos 157 cm, por volta dos três anos de idade (CASTELLO et

al., 2011), além da construção e implantação de um método de levantamento de estoque, a partir da metodologia de contagem desenvolvida por CASTELLO (2004).

A construção deste método possibilitou a realização de estudos posteriores que avaliassem a capacidade do pirarucu em reestabelecer seus estoques mediante a prática da pesca manejada. Segundo ARANTES et al. (2007), cinco populações de pirarucu em estado de sobre-exploração e que passaram a ser exploradas de maneira sustentável, através do manejo, obtiveram aumento em abundância a uma taxa média de 25% ao ano. A partir dos bons resultados obtidos pelo IDSM mediante a criação do plano de manejo do pirarucu e dos trabalhos de várias instituições, o modelo de manejo tem se disseminado rapidamente em todo Estado, a exemplo dos municípios de Fonte Boa, Silves, Cararuari, Iranduba e até mesmo em outros Estados da região Norte do país.

Logo, diante da grande diversidade íctica que a bacia Amazônica possui, estudos relacionados à diversidade ecológica, em áreas onde é realizado o co-manejo dos lagos, se fazem necessário com maior frequência, para se que possa acompanhar possíveis alterações nas comunidades de peixes devido as diferentes formas de uso dos lagos e categorias estabelecidas. Deste modo, de uma perspectiva de conservação, a investigação da influência do manejo pesqueiro sobre as assembleias de peixes é importante, uma vez que os indicadores de diversidade das assembleias nos fornecem informações valiosas que contribuem para a consolidação de estratégias de manejo.

2. HIPÓTESES

As hipóteses a serem testadas são:

- H01: O tempo de manejo nos lagos da Ilha da Paciência não é suficiente para detectar alterações na estrutura da assembleia de peixes.
- H02: A composição e estrutura das assembleias de peixes no sistema lacustre da ilha da Paciência são similares entre as categorias de lagos propostas no manejo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Investigar o efeito do manejo pesqueiro, sobre a composição e estrutura das assembleias de peixes, em lagos na ilha da Paciência, Iranduba – Amazonas.

3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar e comparar a composição e estrutura das assembleias de peixes antes e depois de estabelecido o manejo do pirarucu nos lagos da ilha da Paciência;
- Avaliar o efeito das variáveis físico-químicas sobre a composição de peixes nas três categorias de lagos manejados (preservação, manejo e uso comercial);
- Avaliar o efeito do manejo dos lagos sobre a estrutura das assembleias de peixes nos lagos manejados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. T.; LORENZEN, K.; MCGRATH, D. Fishing agreements in the lower Amazon: for gain and+ restraint. **Fisheries Management and Ecology**,v. 16, n. 1, p. 61-67, 2009.

ANTUNES, A. P.; SHEPARD JUNIOR, G. H.; VENTICINQUE, E. M. The international trade in wild animals skins from the Brazilian Amazon in the 20th Century. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**,v. 9, n. 2, p. 487-518, 2014.

ARANTES, C+. C.; GARCEZ, D. S.; CASTELLO, L. Densidades de pirarucu (*Arapaima gigas*, Teleostei, Osteoglossidae) em lagos das Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã, Amazonas, Brasil. 2007.

BATISTA, V. D. S.; PETRERE, J. M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazonica**,v. 33, n. 1, p. 53-66, 2003.

BELMAKER, J.; ZIV, Y.; SHASHAR, N.; CONNOLLY, S. R. REGIONAL VARIATION IN THE HIERARCHICAL PARTITIONING OF DIVERSITY IN CORAL-DWELLING FISHES. **Ecology**,v. 89, n. 10, p. 2829-2840, 2008.

BENATTI, J. H.; MCGRATH, D. G.; OLIVEIRA, A. C. M. D. Políticas públicas e manejo comunitário de recursos naturais na Amazônia. **Ambiente & sociedade**,v. 6, n. 2, p. 137-154, 2003.

BRAOUDAKIS, G. V.; JACKSON, D. A. Effect of lake size, isolation and top predator presence on nested fish community structure. **Journal of Biogeography**, 2016.

CAMPOS, C.; COSTA SOUSA, R.; CATARINO, M.; ALBUQUERQUE COSTA, G.; FREITAS, C. Population dynamics and stock assessment of *Colossoma macropomum* caught in the Manacapuru Lake system (Amazon Basin, Brazil). **Fisheries Management and Ecology**, v. 22, n. 5, p. 400-406, 2015.

CARPENTER, S. R.; KITCHELL, J. F. **The trophic cascade in lakes**. Cambridge University Press, 1996. v. p.

CARPENTER, S. R.; KITCHELL, J. F.; HODGSON, J. R. Cascading trophic interactions and lake productivity. **BioScience**, v. 35, n. 10, p. 634-639, 1985.

CASTELLO, L. A method to count pirarucu *Arapaima gigas*: fishers, assessment, and management. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 24, n. 2, p. 379-389, 2004.

CASTELLO, L. Nesting habitat of *Arapaima gigas* (Schinz) in Amazonian floodplains. **Journal of fish Biology**, v. 72, n. 6, p. 1520-1528, 2008a.

CASTELLO, L. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. **Ecology of freshwater fish**, v. 17, n. 1, p. 38-46, 2008b.

CASTELLO, L.; ARANTES, C. C.; MCGRATH, D. G.; STEWART, D. J.; SOUSA, F. S. D. Understanding fishing-induced extinctions in the Amazon. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 25, n. 5, p. 587-598, 2014.

CASTELLO, L.; MCGRATH, D. G.; ARANTES, C. C.; ALMEIDA, O. T. Accounting for heterogeneity in small-scale fisheries management: the Amazon case. **Marine Policy**, v. 38, p. 557-565, 2013a.

CASTELLO, L.; MCGRATH, D. G.; HESS, L. L.; COE, M. T.; LEFEBVRE, P. A.; PETRY, P.; MACEDO, M. N.; RENÓ, V. F.; ARANTES, C. C. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. **Conservation Letters**, v. 6, n. 4, p. 217-229, 2013b.

CASTELLO, L.; STEWART, D. J. Assessing CITES non-detriment findings procedures for *Arapaima* in Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, n. 1, p. 49-56, 2010.

CASTELLO, L.; VIANA, J. P.; PINEDO-VASQUEZ, M. Participatory conservation and local knowledge in the Amazon várzea: the pirarucu management scheme in Mamirauá. In: (Eds.). **The Amazon Várzea**: Springer, 2011. p. 259-273.

CASTRO, F. D.; MCGRATH, D. O manejo comunitário de lagos na Amazônia. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 112-126, 2001.

CASTRO, F. D.; MCGRATH, D. O manejo comunitário de lagos na Amazônia. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 112-126, 2010.

CASTRO, F. **Fishing accords: The political ecology of fishing intensification in the Amazon**. Indiana University, 2000. v. p.

CAVALCANTE, D. Crescimento e maturação sexual de aruanãs brancos (*Osteoglossum bicirrhosum*) em Mamirauá. **Biologia, Conservação e Manejo dos Aruanãs na Amazônia Brasileira. Téfé, Brasil, Instituto de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá**, p. 105-117, 2008.

D'ALMEIDA, B. G. Os acordos de pesca na Amazônia: Uma perspectiva diferenciada de gestão das águas. **Encontro Preparatório do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito**, v. 15, 2006.

- DAYAN, T.; SIMBERLOFF, D. Ecological and community-wide character displacement: the next generation. **Ecology Letters**, v. 8, n. 8, p. 875-894, 2005.
- DE LIMA, Á. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. **Freshwater Biology**, v. 49, n. 6, p. 787-800, 2004.
- DE OLIVEIRA, A. C. M.; NEPSTAD, D. C.; MCGRATH, D. G.; DA SILVA, A. F. Impactos ecológicos do manejo comunitário de recursos naturais em comunidades ribeirinhas de várzea e terra firme na região de Tefé, AM. **Novos cadernos NAEA**, v. 11, n. 2, 2009.
- DYER, L. A.; LETOURNEAU, D. Top-down and bottom-up diversity cascades in detrital vs. living food webs. **Ecology Letters**, v. 6, n. 1, p. 60-68, 2003.
- FERNANDES, C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. **Ecology of freshwater fish**, v. 6, n. 1, p. 36-44, 1997.
- FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A.; DOS SANTOS, G. M. Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém, Pará. 1998.
- FREITAS, C. E. D. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; GUIMARÃES, A. R.; SANTOS, F. A.; SANTOS, I. L. Interconnectedness during high water maintains similarity in fish assemblages of island floodplain lakes in the Amazonian Basin. **Zoologia (Curitiba)**, v. 27, n. 6, p. 931-938, 2010a.
- FREITAS, C. E.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FLORENTINO, A. C.; HURD, L. E. The importance of spatial scales to analysis of fish diversity in Amazonian floodplain lakes and implications for conservation. **Ecology of freshwater fish**, v. 23, n. 3, p. 470-477, 2013a.
- FREITAS, C. E.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; HUMSTON, R.; HURD, L. E. An initial assessment of drought sensitivity in Amazonian fish communities. **Hydrobiologia**, v. 705, n. 1, p. 159-171, 2013b.
- FREITAS, C.; GARCEZ, R. Fish communities of natural channels between floodplain lakes and Solimoes-Amazonas River (Amazon-Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 3, p. 273-280, 2004.
- FREITAS, C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.; PRADO, K.; YAMAMOTO, K.; HURD, L. Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes. **Amazon Basin: Plant Life, Wildlife and Environment. Environmental Research and Advances Series, Nova Science Publ., Inc. New York**, p. 43-78, 2010b.
- GALIB, S. M.; NASER, S. A.; MOHSIN, A.; CHAKI, N.; FAHAD, F. H. Fish diversity of the River Choto Jamuna, Bangladesh: Present status and conservation needs. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, v. 5, n. 6, p. 389-395, 2013.
- GARCEZ, R. C. S.; FREITAS, C. E. D. C. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the Middle Solimões River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, p. 249-255, 2008.
- GERY, J. Characoids of the world. 1977.
- HENDERSON, P. A.; CRAMPTON, W. G. R. A comparison of fish diversity and abundance between nutrient-rich and nutrient-poor lakes in the Upper Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 02, p. 175-198, 1997.
- HURD, L. E.; SOUSA, R. G.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; COOPER, G. J.; KAHN, J. R.; FREITAS, C. E. Amazon floodplain fish communities: habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. **Biological Conservation**, v. 195, p. 118-127, 2016.

IRION, G.; JUNK, W. J.; DE MELLO, J. A. The large central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological and geomorphological aspects. In: (Eds.). **The central Amazon floodplain**: Springer, 1997. p. 23-46.

ISAAC, V. J.; DE ALMEIDA, M. C. **El consumo de pescado en la amazonía brasileña**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2011

JENKINS, M. Prospects for biodiversity. **Science**,v. 302, n. 5648, p. 1175-1177, 2003.

JENNINGS, S.; WARR, K. J. Smaller predator-prey body size ratios in longer food chains. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**,v. 270, n. 1522, p. 1413-1417, 2003.

JENNINGS, S.; WARR, K. J. Smaller predator-prey body size ratios in longer food chains. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**,v. 270, n. 1522, p. 1413-1417, 2003.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences**,v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.

JUNK, W.; SOARES, G.; CARVALHO, F. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. **Amazoniana**,v. 7, n. 4, p. 397-431, 1983.

KAR, D.; NAGARATHNA, A.; RAMACHANDRA, T.; DEY, S. Fish diversity and conservation aspects in an aquatic ecosystem in northeastern India. **Zoos' print journal**,v. 21, n. 7, p. 2308-2315, 2006.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. Harper & Row New York. 1989

LAKRA, W. S.; SARKAR, U. K.; KUMAR, R. S.; PANDEY, A.; DUBEY, V. K.; GUSAIN, O. P. Fish diversity, habitat ecology and their conservation and management issues of a tropical River in Ganga basin, India. **The Environmentalist**,v. 30, n. 4, p. 306-319, 2010.

LIU, X.; WANG, H. Estimation of minimum area requirement of river-connected lakes for fish diversity conservation in the Yangtze River floodplain. **Diversity and Distributions**,v. 16, n. 6, p. 932-940, 2010.

LOWE-MCCONNELL, R. Communities of tropical fish Ecological studies. **Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil (in Portuguese)**, 1999.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer in methods and computing**. John Wiley & Sons, 1988. v. 1. p.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. John Wiley & Sons, 2013. v. p.

MAGURRAN, A. E. Why diversity? In: (Eds.). **Ecological diversity and its measurement**: Springer, 1988. p. 1-5.

MCCLANAHAN, T. R.; MARNANE, M. J.; CINNER, J. E.; KIENE, W. E. A comparison of marine protected areas and alternative approaches to coral-reef management. **Current Biology**,v. 16, n. 14, p. 1408-1413, 2006.

MCGRATH, D. Case analyses on experiences of formalization of informal sectors. Development of a formal co-management system for floodplain fisheries in the Lower Amazon Region of Brazil. **CIFOR, Bogor**, 2012.

- MCGRATH, D. G.; DE CASTRO, F.; FUTEMMA, C.; DE AMARAL, B. D.; CALABRIA, J. Fisheries and the evolution of resource management on the lower Amazon floodplain. **Human Ecology**, v. 21, n. 2, p. 167-195, 1993a.
- MCGRATH, D. Políticas e instituições: uma abordagem ecossistêmica de manejo da várzea do Baixo Amazonas. **Papers do NAEA**, n. 243,
- MCGRATH, D.; CASTRO, F. D.; FUTEMMA, C. R.; AMARAL, B. D.; CALABRIA, J. D. A. Manejo comunitário da pesca nos lagos de várzea do Baixo Amazonas. **Povos das águas**, p. 213-230, 1993b.
- MELACK, J. M.; NOVO, E. M.; FORSBERG, B. R.; PIEDADE, M. T.; MAURICE, L. Floodplain ecosystem processes. **Amazonia and global change**, p. 525-541, 2009.
- MERONA, B. D.; BITTENCOURT, M. M. Les peuplements de poissons du 'Lago do Rei', un lac d'inondation d'Amazonie centrale: description générale. **Amazoniana**, v. 12, n. 3/4, p. 415-441, 1993.
- MÉRONA, B. D.; RANKIN-DE-MÉRONA, J. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. **Neotropical Ichthyology**, v. 2, n. 2, p. 75-84, 2004.
- MOORE, J. C.; MCCANN, K.; SETÄLÄ, H.; DE RUITER, P. C. TOP-DOWN IS BOTTOM-UP: DOES PREDATION IN THE RHIZOSPHERE REGULATE ABOVEGROUND DYNAMICS? **Ecology**, v. 84, n. 4, p. 846-857, 2003.
- NOLAN, K.; N FABRÉ, N.; BATISTA, V. Landscape variables affecting fishery yield in lake systems of the Central Amazon region, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, n. 3, p. 294-298, 2009.
- PAINE, R. T. Food web complexity and species diversity. **American Naturalist**, p. 65-75, 1966.
- PAIVA, M.; PETRERE JR, M.; PETENATE, A.; NEPOMUCENO, F.; VASCONCELOS, E. Relationship between the number of predatory fish species and fish yield in large northeastern Brazilian reservoirs. **Rehabilitation of Freshwater Fisheries. Fishing News Books, Oxford**, p. 120-130, 1994.
- PELICICE, F.; AKAMA, A.; OLIVEIRA, R.; SILVA, D. Padrões espaciais e temporais na distribuição da ictiofauna, antes e após a formação do reservatório de Peixe Angical. **Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna. São Carlos, Rima, 179p**, p. 29-39, 2009.
- PETRY, A. C.; GOMES, L. C.; PIANA, P. A.; AGOSTINHO, A. A. The role of the predatory trahira (Pisces: Erythrinidae) in structuring fish assemblages in lakes of a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, v. 651, n. 1, p. 115-126, 2010.
- PIKITCH, E.; SANTORA, C.; BABCOCK, E.; BAKUN, A.; BONFIL, R.; CONOVER, D.; DAYTON, P.; ET AL.; DOUKAKIS, P.; FLUHARTY, D.; HENEMAN, B. Ecosystem-based fishery management. **Science**, v. 305, n. 5682, p. 346-347, 2004.
- POPOVA, O. The role of predaceous fish in ecosystems. **Ecology of freshwater fish production**, p. 215-249, 1978.
- QUEIROZ, H. L. D. **Natural history and conservation of pirarucu, *Arapaima gigas*, at the Amazonian Várzea: red giants in muddy waters**. 2000. p. University of St Andrews.
- QUEIROZ, H.; SARDINHA, A. A preservação eo uso sustentado dos pirarucus (*Arapaima gigas*, Osteoglossidae). **Estratégias de Manejo para Recursos Pesqueiros na Reserva de**

Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. MCT-CNPq/Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, 1999.

REIS, R.; ALBERT, J.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M.; PETRY, P.; ROCHA, L. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

RODRÍGUEZ-ZARAGOZA, F. A.; CUPUL-MAGAÑA, A. L.; GALVÁN-VILLA, C. M.; RÍOS-JARA, E.; ORTIZ, M.; ROBLES-JARERO, E. G.; LÓPEZ-URIARTE, E.; ARIAS-GONZÁLEZ, J. E. Additive partitioning of reef fish diversity variation: a promising marine biodiversity management tool. **Biodiversity and conservation**, v. 20, n. 8, p. 1655-1675, 2011.

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A. V.; GARCÍA, M.; FABRÉ, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W. J. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, n. 3, p. 235-250, 2000.

SANTOS, G.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. Peixes comerciais de Manaus. **Pr-Vrzea, Ibama, Manaus**, 2006.

SÁ-OLIVEIRA, J. C.; ISAAC, V. J.; ARAÚJO, A. S.; FERRARI, S. F. Factors structuring the fish community in the area of the Coaracy Nunes hydroelectric reservoir in Amapá, northern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 9, n. 1, p. 16-33, 2016.

SÁ-OLIVEIRA, J. C.; ISAAC, V. J.; FERRARI, S. F. Fish community structure as an indicator of the long-term effects of the damming of an Amazonian river. **Environmental Biology of Fishes**, v. 98, n. 1, p. 273-286, 2015.

SILVANO, R. A.; RAMIRES, M.; ZUANON, J. Effects of fisheries management on fish communities in the floodplain lakes of a Brazilian Amazonian Reserve. **Ecology of freshwater fish**, v. 18, n. 1, p. 156-166, 2008.

SIMÕES, A.; DIAS, S. C.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S. GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS NA REGIÃO DO BAIXO TOCANTINS ATRAVÉS DE ACORDOS DE PESCA. **Amazônica-Revista de Antropologia**, v. 6, n. 1, p. 50-65, 2014.

SIPPEL, S.; HAMILTON, S.; MELACK, J. Inundation area and morphometry of lakes on the Amazon River floodplain, Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 123, n. 4, p. 385-400, 1992.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FREITAS, C. E.; HURD, L. E.; PETRERE JR, M. Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter? **Hydrobiologia**, p. 1-12, 2016.

SIQUEIRA-SOUZA, F.; FREITAS, C. Fish diversity of floodplain lakes on the lower stretch of the Solimões river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3A, p. 501-510, 2004.

SOARES, M. G. M.; FREITAS, C. E. C.; OLIVEIRA, A. C. B. D. Assembleias de peixes associadas aos bancos de macrófitas aquáticas em lagos manejados da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 44, p. 143-152, 2014.

Soares, M.G.M.; Costa, E.L.; Siqueira-Souza, F.K.; Anjos, H.D.B.; Yamamoto, K.C.; Freitas, C.E.C. 2007. **Peixes de lagos do médio rio Solimões**. Manaus. EDUA.176.

SORRIBAS, M. V.; PAIVA, R. C.; MELACK, J. M.; BRAVO, J. M.; JONES, C.; CARVALHO, L.; BEIGHLEY, E.; FORSBURG, B.; COSTA, M. H. Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. **Climatic Change**, p. 1-16, 2016.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; BOZELLI, R. L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, v. 579, n. 1, p. 1-13, 2007.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Artmed Editora, 2009. v. p.

VIDAL, M. D. MANEJO PARTICIPATIVO DA PESCA NA AMAZÔNIA: A EXPERIÊNCIA DO PRÓVÁRZEA. **CIÊNCIA E NATURA, UFSM**, v. 32, n. 2, p. 97-120, 2010.

CAPÍTULO I

**DIVERSIDADE DE PEIXES EM LAGOS MANEJADOS EM ÁREA
DE VÁRZEA AMAZÔNICA BRASILEIRA ¹**

¹Artigo publicado na revista: *Scientia Amazônia*
ISSN versão online: 2238-1910
Frequência: Quadrimestral

Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica brasileira¹

Wendell Melquias Medeiros Leal¹, Carlos Edwar de Carvalho Freitas² e Flávia Kelly Siqueira-Souza³

¹Aluno de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, Amazonas – Brasil. wendellmedeirosleal@gmail.com

²Professor Titular na Universidade Federal do Amazonas - Departamento de Ciências Pesqueiras. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, Amazonas – Brasil.

³Professora Adjunta na Universidade Federal do Amazonas - Departamento de Ciências Pesqueiras. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, Amazonas – Brasil.

Resumo

A região Neotropical abriga a maior diversidade de peixes do planeta, sendo que metade das espécies habitam a bacia Amazônica. A elevada riqueza de espécies de peixes descrita nesta bacia tem sido associada a uma série de fatores ecológicos estruturantes, com destaque para o pulso de inundação que provoca oscilações no nível do rio alagando parte da planície aluvial adjacente. Estas áreas alagáveis são compostas por um grande número lagos essenciais no ciclo de vida de diversas espécies de peixes. A dinâmica sazonal e a presença de diferentes ambientes contribuem para a produtividade do ambiente, que apresenta elevada biomassa de peixes e suporta uma importante atividade pesqueira. Diante da sobre-exploração excessiva dos estoques de peixes por pescadores comerciais, os ribeirinhos passaram a se organizar por meio de acordos de pesca visando garantir a sustentabilidade dos recursos pesqueiros e da pesca nesse ambiente. Esta ferramenta de co-manejo pesqueiro tem se revelado bastante eficaz e vem sendo replicada em diversos locais da Amazônia brasileira. No entanto, pouco se conhece sobre os efeitos do manejo sobre as assembleias de peixes de lagos manejados. Em face dessa lacuna, apresentamos uma revisão dos estudos já realizados a partir do componente ecológico de diversidade de peixes em lagos manejados da Amazônia.

Palavras-Chave: ictiofauna, gestão de pesca, assembleia de peixes.

Abstract

The Neotropical region hosts the highest fish fauna diversity in the Earth, with approximately half of these species living in the Amazon basin. Several structural ecological factors have been proposed to explain the high fish richness already describe for this Basin, especially the flood pulse that causes oscillations in the river level, flooding part of the adjacent alluvial plain. These wetlands are composed of a huge amount of lakes, which are essential for the life cycle of many fish species. Seasonal dynamics and the presence of different environments contribute to the environment productivity, which host high fish biomasses that sustain important fishery.

Challenged by the over-exploitation of the natural fish stock by commercial fishers, the riverine communities began to organize through fishing agreements in order to ensure the fish stock and fishing sustainability. This co-management strategy has proved to be quite effective and has been replicated in several locations of the Brazilian Amazon. However, very little is known about the effects of management on the fish assemblages in the managed lakes. Therefore, this study presents a review about carried studies from the ecological component of fish diversity in managed lakes.

Key-words: Ichthyofauna, fishery management, fish assemblages

1. Introdução

A ictiofauna da região neotropical é conhecida pela sua diversidade e elevada riqueza, com estimativas em torno de 3.000 a 8.000 espécies descritas das quais aproximadamente a metade é endêmica da bacia Amazônica (SCHAFER, 1998; REIS et al., 2016). O grande número de espécies presentes na bacia corresponde a cerca de 7% das mais de 28.000 espécies de peixes conhecidas no planeta (HICKMAN et al., 2014).

A riqueza e diversidade ictíica presente na bacia Amazônica esta correlacionada a uma série de aspectos ambientais como a variação do nível da água (VANNOTE et al., 1980; JUNK et al., 1989) a complexidade de biótopos (lagos, rios e igarapés) e habitats (bancos de macrófitas aquáticas, região de floresta alagada), bem como a condição de acidez, temperatura, transparência, produtividade aquática, entre outros aspectos que estão diretamente associados à geologia da bacia (FREITAS et al., 2010).

Áreas inundáveis da bacia Amazônica, associadas a grandes rios de água branca, como o Solimões-Amazonas, são denominadas “várzea”. Essas áreas recebem periodicamente o aporte lateral destes rios, conforme a variação do nível das águas em decorrência do pulso de inundação (JUNK et al., 1989). Esta ampla área de inundação é considerada determinante para o ciclo de vida de inúmeras espécies de peixes, uma vez que larvas e indivíduos adultos usam o ambiente como forma de garantir refúgio contra predadores e alimentação (FERNANDES, 1997; LOWEMCCONNEL, 1999; DE LIMA; ARAUJOLIMA, 2004). Cerca de 226 espécies já foram registradas em áreas de várzea (JUNK et al., 1983; MERONA; BITTENCOURT, 1993;

SAINTPAUL et al., 2000; SIQUEIRA-SOUZA et al., 2016).

A dinâmica fluvial com a alternância de períodos de águas altas e baixas cria um fluxo de nutrientes que enriquecem a oferta de alimentos nestes ecossistemas lóticos, (WINEMILLER; JEPSEN, 1998) abrigando estoques pesqueiros abundantes, capazes de sustentar grandes pescarias realizadas desde os tempos pré-coloniais (ISAAC; DE ALMEIDA, 2011). Dentre as espécies-alvo com maior histórico de exploração nas pescarias comerciais, destacam-se o pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) e o tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816).

Entretanto em um contexto atual, o tambaqui apresenta redução nos números de desembarque e tamanho de captura, devido ao aumento no esforço de pesca com claros indícios de sobrepesca. Esta condição sugere que ações de manejo são emergenciais para garantir a recuperação dos estoques (BATISTA; PETRERE, 2003; CAMPOS et al., 2015). De forma ainda mais acentuada, o pirarucu apresenta o histórico de exploração mais antigo na bacia Amazônica, com níveis acentuados de sobrepesca que fizeram a espécie ser inserida no apêndice II da Convenção sobre comércio de espécies ameaçadas de fauna e flora selvagem. Desta forma sua pesca foi proibida no Estado do Amazonas a partir da década de 90, com permissão de captura apenas em áreas de manejo (CASTELLO; STEWART, 2010; ANTUNES et al., 2014).

A elevada intensidade da pesca em áreas de várzea colaborou com o cenário de aumento da pressão sobre os recursos explorados nas últimas décadas. De forma a minimizar tais efeitos, alguns moradores de comunidades ribeirinhas passaram a se organizar através da criação de acordos informais como forma de controle à entrada de pescadores externos aos lagos usados pelas

comunidades. Esta atitude deu início a realização do ordenamento pesqueiro em áreas de várzea amazônica (MCGRATH et al., 1993a; D'ALMEIDA, 2006).

Como consequência, a criação destes acordos ocasionou a uma série de conflitos, entre pescadores comerciais e comunitários quanto à forma de uso dos lagos, culminando em seu reconhecimento legal, pelos órgãos de gerenciamento da Pesca, através da Instrução Normativa N°29 de 2002. Foram estabelecidas então as regras de pesca e o limite de acesso aos lagos, com intuito de assegurar e garantir a manutenção dos recursos aquáticos (MCGRATH et al., 1993b; CASTRO; MCGRATH, 2001; VIDAL, 2010). O regime de manejo dos lagos foi definido através de categorias que garantissem a preservação, manejo e uso comercial das espécies ali existentes (BENATTI, 2003; DE OLIVEIRA, 2009).

No entanto, a gestão das pescarias por muitas vezes tem se concentrado em maximizar a captura de espécies alvo, ignorando aspectos fundamentais como o habitat, a relação predador-presa das espécies-alvo e outros componentes do ecossistema e suas interações. A gestão de pescarias baseada em ecossistemas (GPBE) surge como uma nova estratégia para gestão das pescarias, invertendo as ordens de prioridades, começando pelo ecossistema ao invés das espécies alvo (PIKITCH et al., 2004). Como exemplo, estudos gerados a partir da abordagem GPBE, no continente asiático, reconhecem a variável diversidade de peixes como opção para avaliar a restauração das assembleias de peixes, assim como estimar áreas que possam atuar como instrumento de proteção (KAR et al., 2006; LAKRA et al., 2010; LIU; WANG, 2010).

A estimativa de diversidade ecológica pode ser considerada um tema central em estudos ecológicos, uma vez que suas medidas podem contribuir com indicadores de qualidade ambiental nos ecossistemas avaliados, além de possuírem aplicação prática nos trabalhos de monitoramento e manejo ambiental (MAGURRAN, 2004). Na Amazônia, a conservação e o uso sustentável dos recursos aquáticos é definitivamente um grande desafio, visto que o reconhecimento de todo o território é algo impreciso, assim como todas as relações de uso dos organismos com o ambiente (RYLANDS; PINTO, 1998). Logo, estudos que utilizem estimativas ecológicas como instrumento para análise de comunidades de peixes são de extrema relevância, pois podem servir como indicadores para a gestão do recurso na bacia. Sendo assim,

este trabalho teve como principal objetivo realizar levantamento bibliográfico dos estudos gerados a partir do uso de estimativas de diversidades de peixes em lagos manejados na Amazônia brasileira.

2. Metodologia

Para a elaboração do manuscrito, foi realizado levantamento bibliográfico nos principais portais de indexação de revistas científicas: SciELO (www.scielo.org), Google Acadêmico (www.scholar.google.com.br), conjunto de base de dados do portal de periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) e o ScienceDirect (www.sciencedirect.com). O levantamento de dados foi realizado no período compreendido entre outubro de 2015 a junho de 2016. Para a realização da consulta e filtragem dos resultados foram utilizados os seguintes termos como palavras chave, “lagos manejados”, “assembleias de peixes”, “lagos de várzea” e “diversidade de peixes”, tanto em português como em inglês, sendo considerado como referencia o material produzido de 1983 a 2016.

É importante salientar que os trabalhos consultados deveriam atender dois pressupostos: (i) serem estudos sobre a diversidade de peixes em lagos de várzea da Amazônia brasileira e (ii) a área de estudo compreender localidades onde existissem acordos de pesca ou que tivessem algum plano de manejo de pesca implementado, ou seja, dentro dos moldes do sistema de gestão de base comunitária. Durante as buscas nos portais de indexação 06 artigos publicados foram considerados na explanação sobre diversidade de peixes em lagos de várzea. Para a área temática envolvendo lagos manejados, foram encontrados apenas 02 artigos publicados, sendo também usado material cinza oriundos de dissertações de mestrado acadêmico (Tabela 1).

Tabela 1 - Artigos e dissertações relacionadas à temática de revisão.

Fonte	Título	Autor/ano
Dissertação de Mestrado	A estrutura da comunidade de peixes em lagos manejados na Amazônia Central	Yamamoto, 2004
Dissertação de Mestrado	Diversidade e densidade ictiofaunística em lagos de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá,	Chaves, 2006

Amazonas, Brasil		
Dissertação de Mestrado	Estrutura de assembleias ictíficas em sistema lacustre manejado na Amazônia Central.	Anjos, 2007
Artigo Científico / Ecology of freshwater fish	Effects of fisheries management on fish communities in the floodplain lakes of a Brazilian Amazonian Reserve.	Silvano et al., 2008
Dissertação de Mestrado	Composição, abundância e pesca da ictiofauna como indicadores do estado de conservação de dois lagos de várzea no baixo rio Amazonas (Brasil).	Almeida, 2010
Artigo Científico / Acta Amazônica	Assembleias de peixes associadas aos bancos de macrófitas aquáticas em lagos manejados na Amazônia Central, Amazonas, Brasil.	Soares et al., 2014

3. Diversidade de peixes em lagos de várzea

Estudos sobre diversidade de peixes em lagos de várzea da Amazônia brasileira vêm sendo realizados com maior frequência desde a década de 80, a exemplo de JUNK et al. (1983) e BAYLEY (1983). Na década de 90 MERONA; BITTENCOURT (1993) investigaram como a variabilidade temporal e espacial poderia influenciar a comunidade de peixes. De acordo com os autores, a comunidade de peixes é caracterizada por altos valores de riqueza e diversidade específica podendo variar de forma sazonal e interanual quando relacionados à hidrologia do sistema. Além disso, estando a comunidade distribuída entre os ambientes de forma heterogênea, com variações anuais principalmente nos habitats mais marginais. Ainda de acordo com os autores, a principal fonte de variabilidade é interanual e interessa aos ambientes mais marginais, enquanto que a variabilidade sazonal pode ser relacionada ao nível da água no sistema.

O trabalho realizado por SAINT-PAUL et al. (2000) verificou possíveis diferenças na estrutura da comunidade de peixes em lagos de água branca e preta da Amazônia Central, frente a mudanças sazonais. Em relação à diversidade de peixes, lagos de água branca apresentaram maior estimativa no período de enchente, assim como a estrutura de peixes em ambiente de floresta alagada apresentou certas distinções em comparação às áreas abertas. Os autores perceberam que a inundação aparenta ser o fator sazonal mais importante, sendo responsável pelas flutuações na estrutura da comunidade de peixes, tanto ao longo do ano quanto interanualmente. Contudo, o estudo apresentou resultados contundentes apenas para os dois lagos de água branca e preta avaliados, não sendo possível generalizar o padrão para lagos da Amazônia Central, pois novas pesquisas devem ser aplicadas.

Em outro estudo PETRY et al., (2003) testaram os efeitos das macrófitas aquáticas e de fatores abióticos na distribuição da riqueza de espécies e organização das assembleias de peixes durante o período de águas altas na planície de inundação. Foi evidenciado que a organização das assembleias de peixes é explicada por fatores como influência de variáveis físicas, cobertura de macrófitas e complexidade do habitat, sugerindo que as assembleias de peixes na planície de inundação da Amazônia não são associações aleatórias de espécies.

SIQUEIRA-SOUZA; FREITAS (2004) caracterizaram as comunidades de peixes em quatro lagos localizados no trecho inferior do rio Solimões e identificaram uma média de 46 espécies por lago e valor médio de diversidade $H' = 4,4$. Fatores como predação e uso de habitats, podem influenciar a composição e diversidade das espécies em lagos de várzea da Amazônia.

O trabalho realizado por FREITAS et al. (2013) estimou a diversidade de peixes em lagos localizados nas margens do rio Solimões (lagos de costa) e inseridos dentro de ilhas (lagos de ilha). A diversidade foi estimada em três escalas α : dentro de cada lago; $\beta 1$: entre os lagos do mesmo tipo

(costa ou ilha); β_2 : entre os dois tipos de lagos (costa e ilha) e por fim comparou suas contribuições relativas a diversidade regional (γ). Segundo os autores, os lagos costeiros e insulares se diferenciaram quanto a composição de espécies, bem como na contribuição relativa da diversidade beta para a diversidade regional. Sendo enfatizado que uma diversidade por si só não representa suficientemente a diversidade de peixes, uma vez que pelo menos a metade da diversidade regional para ambos os tipos de lagos é contribuída pela diversidade beta. Os autores afirmaram que as diferenças encontradas entre a riqueza de espécies nestes lagos ocorreu devido à morfologia dos lagos (área e profundidade), assim como pela presença de conexões que ligam os lagos e o canal do rio principal, e a presença de pequenos igarapés em lagos de costa.

Recentemente BEVILAQUA; SOARES (2015) caracterizaram a estrutura das assembleias de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central e testaram a hipótese da ocorrência de mudanças na composição da ictiofauna de acordo com a variação sazonal (cheia e seca). Segundo os autores pode ser observada uma sucessão de espécies entre os períodos investigados, uma vez que alterações no nível do rio (cheia) acarretar a mudanças na disponibilidade de alimento e locais de refúgio para os peixes, associada às interações intrínsecas das assembleias de peixes.

Os estudos realizados nestes lagos de várzea evidenciaram que a principal força que rege a diversidade de peixes nestes ambientes esta diretamente ligada a fatores sazonais, a partir da dinâmica do ciclo hidrológico, além da disponibilidade de habitat e morfometria dos lagos. Os resultados obtidos pelos autores mencionados acima estão listados na Tabela 2.

3.1 Diversidades de peixes em lagos manejados

Os lagos inseridos nos acordos de pesca são compreendidos em três categorias que diferem entre si quanto a forma de uso e regras de pesca adotadas, sendo estes: i) lagos de manejo, que tem por finalidade a pesca de subsistência, além da

pesca manejada do pirarucu (*Arapaima gigas*) e de outras espécies, sempre respeitando a legislação vigente; ii) lagos preservados, destinados a garantia da preservação da espécie manejada. Esta categoria apresenta ainda a estratégia de proteção das diversas espécies de peixes que habitam o local, visto que é proibida a pesca de qualquer modalidade; e iii) lagos de uso comercial, com permissão da pesca comercial desde que ocorra em respeito à legislação vigente, podendo também, se necessário, ser realizado o manejo do pirarucu e de outras espécies.

Considerando que a estrutura das assembleias de peixes vem sendo utilizada rotineiramente como indicadora de condições ambientais em diferentes sistemas, o estudo realizado por Yamamoto (2004), buscou avaliar os impactos da pratica do co-manejo de lagos nas duas categorias de manejo e preservação. Não foram evidenciadas diferenças entre a estrutura das assembleias de peixes nas categorias de lagos avaliadas, representando um resultado positivo, como indicativo de que as assembleias estão se restabelecendo nos lagos regulados pelo acordo de pesca, principalmente pela ausência de pesca comercial. Para a autora, um aspecto a ser considerado é que o tempo em que os lagos haviam sido manejados talvez não seja o suficiente para resultar em diferenças detectáveis na estrutura das assembleias.

Em estudos realizados em lagos da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), CHAVES (2006) investigou a estrutura das assembleias de peixes ao longo de um ciclo sazonal. Segundo a autora é provável que a cada ciclo sazonal a estrutura das comunidades de peixes seja restabelecida, uma vez que os altos valores de riqueza e índice de diversidade apresentados, sejam reflexos do Plano de Manejo de Pesca (PMP) vigente na RDSM. Além disso, a presença de inúmeros outros lagos com potencial pesqueiro na reserva contribui para que os estoques pesqueiros da RDSM não sejam superexplorados.

O estudo realizado por Almeida (2010), em dois lagos de várzea com acordos de pesca

vigentes, na região do baixo rio Amazonas (Santarém-PA), também avaliou os impactos do co-manejo sobre a diversidade e riqueza das espécies de peixes, ao longo de um ciclo sazonal completo. A diferença na riqueza encontrada entre os lagos, segundo a autora, estaria relacionada à

pressão da pesca, uma vez que em um destes lagos as regras do acordo de pesca não estavam sendo muito respeitadas pelos usuários da comunidade, o que acarretava em uma exploração mais intensificada pelos usuários da pesca comercial.

Tabela 2. Lagos, período do ciclo hidrológico, valores médios de riqueza de espécies (S), índices de diversidade de Shannon (H'), de trabalhos realizados sobre assembleias de peixes em lagos de várzea da Amazônia brasileira. E=enchente, C=cheia, V=vazante, S=seca.

Lagos	Período	S	H'	Autor/ano
Rei	C/S	155	4,21	Merona; Bittencourt, 1993
Inácio	C/S	88	2,90	Saint-Paul et al., 2000
Maracá	E/C/V/S	41	3,68	Siqueira-Souza; Freitas, 2004
Samaúma	E/C/V/S	50	4,56	Siqueira-Souza; Freitas, 2004
Sumaúma	E/C/V/S	47	4,82	Siqueira-Souza; Freitas, 2004
Sacambú	E/C/V/S	45	4,62	Siqueira-Souza; Freitas, 2004
Preto	E/C/V/S	49	2,97	Freitas et al., 2013
Iauara	E/C/V/S	51	2,93	Freitas et al., 2013
Ananá	E/C/V/S	60	3,05	Freitas et al., 2013
Araçá	E/C/V/S	52	2,85	Freitas et al., 2013
Maracá	E/C/V/S	63	3,2	Freitas et al., 2013
Ressaca	E/C/V/S	55	2,95	Freitas et al., 2013
Sacambú	E/C/V/S	43	2,87	Freitas et al., 2013
Preto	E/C/V/S	47	3,34	Freitas et al., 2013
Cacau	E/C/V/S	34	3,08	Freitas et al., 2013
Piranha	E/C/V/S	36	2,85	Freitas et al., 2013
Pucu-purupuru	C	51	4,7	Bevilaqua; Soares, 2015
Pucu-purupuru	S	48	4,67	Bevilaqua; Soares, 2015

Também na RDSM, SILVANO et al., (2008) analisaram a eficiência da reserva quanto a proteção das diversas espécies de peixes e, as consequências ecológicas da gestão de base comunitária baseada na pesca. Foram selecionados quatorze lagos, no setor Jarauá, durante o período da seca, dos quais em sete ocorriam à pesca manejada e os outros sete eram destinados à preservação. Para surpresa dos autores, o resultado de diversidade e riqueza de peixes não diferiram entre os lagos destinados a pesca manejada e lagos de preservação. Ainda de acordo com os mesmos, os resultados deste estudo devem ser vistos como uma base de dados ecológicos úteis que poderiam ser utilizados como protocolo de avaliação e monitoramento das ações do co-manejo da pesca na RDSM e destacam que a abordagem de rápida avaliação deste estudo possui potencial aplicabilidade a outros locais que possuam ou necessitem do sistema de co-manejo.

Com o objetivo de incorporar os indicadores das assembleias de peixes como ferramenta avaliativa das ações do co-manejo, ANJOS (2007) realizou uma análise comparativa entre lagos manejados quanto a sua forma de uso (manejo e preservação), localizados no sistema lacustre do Cururu, município de Manacapuru-AM. De acordo com a autora, não houve diferença na diversidade de peixes entre os lagos com (preservados) e sem (manejados) restrições a pesca, como resultado provável do acordo de pesca ser recente e possíveis mudanças ocasionadas pelo manejo ainda não estivessem perceptíveis em um cenário geral. Contudo, a ausência de efeito do manejo sobre as assembleias de peixes, não invalidaria a prática, visto que os acordos de co-manejo podem ser uma boa alternativa para a manutenção e conservação da diversidade de peixes.

Em estudo mais recente, SOARES et al., (2014) levando em consideração a importância

das macrófitas aquáticas nos estágios iniciais de peixes, investigaram a influência do tipo de uso de lagos (manejo e preservação) e sua distância com o rio na estruturação das assembleias de peixes associadas ao hábitat. As coletas ocorreram no período de cheia em seis lagos de várzea localizados no complexo lacustre do rio Arari (Itacoatiara/AM). Não foi observado efeito do tipo de uso e da distância do lago em relação ao rio na riqueza e diversidade das assembleias de peixes. Fato este que pode ser explicado por vários fatores, como o pouco tempo de manejo efetivo (cerca de 5 anos); o baixo número de pessoas que exploram a ictiofauna nos lagos de subsistência; e

a inexistência de pescarias em larga escala que ocasionassem alterações ambientais significativas.

Assim exposto, os estudos realizados nestes lagos de várzea envolvidos na prática de manejo mostraram principalmente que a atividade tem contribuído para a manutenção e conservação da diversidade de peixes. No entanto vale salientar que a avaliação e o monitoramento destas áreas devem ser sempre realizados de modo a garantir sua eficiência e continuidade. Os resultados encontrados para as estimativas ecológicas nos estudos mencionados estão detalhados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado apresentado com valores médios e desvio padrão das estimativas de riqueza (S) e diversidade de Shannon (H') de trabalhos realizados com assembleias de peixes em lagos manejados da Amazônia brasileira. E=enchente, C=cheia, V=vazante, S=seca.

Categoria	Período	S	H'	Autor/ano
Manejo	C	35±7	3,95±0,14	Yamamoto, 2004
Manejo	S	52±9,5	4,04±0,44	Yamamoto, 2004
Preservação	C	36±5,5	3,93±0,83	Yamamoto, 2004
Preservação	S	21±5,3	2,61±0,44	Yamamoto, 2004
Manejo	C	12±7,95	1,75±0,68	Chaves, 2006
Manejo	V	39±9,34	2,62±0,24	Chaves, 2006
Manejo	S	33±7,98	2,6±0,16	Chaves, 2006
Manejo	E	32±11,71	2,35±0,18	Chaves, 2006
Manejo	E	37±6	2,81±0,29	Anjos, 2007
Manejo	V	42±2	2,53±0,045	Anjos, 2007
Preservação	E	19±0,5	2,5±0,01	Anjos, 2007
Preservação	V	36±1	2,62±0,07	Anjos, 2007
Manejo	S	65	4,2	Silvano et al., 2008
Preservação	S	42	3,8	Silvano et al., 2008
Manejo	C	59±6,5	2,91±0,085	Almeida, 2009
Manejo	E	49±0,5	2,95±0,065	Almeida, 2009
Manejo	S	65±10	2,7±0,37	Almeida, 2009
Manejo	V	66±1	3,15±0,15	Almeida, 2009
Manejo	C	21±5,3	3,61±0,44	Soares et al., 2014
Preservação	C	16±5,31	2,75±0,29	Soares et al., 2014

4. Conclusão

A partir deste levantamento foi possível observar que o modelo de gestão de pesca baseado no co-manejo e suas ferramentas de manejo, como os acordos de pesca, tem apresentado resultado positivo e promissor para ser replicado em toda a Amazônia brasileira. Entretanto, o quantitativo de

trabalhos científicos publicados que avaliem a eficiência e os impactos desta modalidade de manejo sobre a biota ainda são reduzidos.

Agradecimentos

A Universidade Federal do Amazonas e seu Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos pelo apoio institucional

aos autores; A CAPES pela bolsa de pós-graduação concedida ao primeiro autor.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista ScientiaAmazonia detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ALMEIDA, M. C. D. **Composição, abundância e pesca da ictiofauna como indicadores do estado de conservação de dois lagos de várzea no baixo Rio Amazonas (Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. 94pp. 2010.
- ANJOS, C. R. D. **Estrutura de assembléias ictíficas em sistema lacustre manejado da Amazônia Central**. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 82pp. 2007.
- ANTUNES, A. P.; SHEPARD JUNIOR, G. H.; VENTICINQUE, E. M. The international trade in wild animals skins from the Brazilian Amazon in the 20th Century. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 9, n. 2, p. 487-518, 2014.
- BATISTA, V. D. S.; PETRERE, J. M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 1, p. 53-66, 2003.
- BELMAKER, J.; ZIV, Y.; SHASHAR, N.; CONNOLLY, S. R. REGIONAL VARIATION IN THE HIERARCHICAL PARTITIONING OF DIVERSITY IN CORAL-DWELLING FISHES. **Ecology**, v. 89, n. 10, p. 2829-2840, 2008.
- BENATTI, J. H.; MCGRATH, D. G.; OLIVEIRA, A. C. M. D. **Políticas públicas e manejo comunitário de recursos naturais na Amazônia**. Ambiente & sociedade, v. 6, n. 2, p. 137-154, 2003.
- BEVILAQUA, Dannel Rocha; SOARES, Maria Gercilia Mota. **VARIAÇÃO TEMPORAL DA COMPOSIÇÃO ÍCTICA EM LAGOS DE VÁRZEA, ILHA DO RISCO, ITACOATIARA, AMAZONAS, BRASIL**. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 2, n. 2, 2015.
- CAMPOS, C.; COSTA SOUSA, R.; CATARINO, M.; ALBUQUERQUE COSTA, G.; FREITAS, C. Population dynamics and stock assessment of *Colossoma macropomum* caught in the Manacapuru Lake system (Amazon Basin, Brazil). **Fisheries Management and Ecology**, v. 22, n. 5, p. 400-406, 2015.
- CASTELLO, L.; STEWART, D. J. Assessing CITES non-detriment findings procedures for Arapaima in Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, n. 1, p. 49-56, 2010.
- CASTRO, F. D.; MCGRATH, D. **O manejo comunitário de lagos na Amazônia**. Parcerias estratégicas, v. 6, n. 12, p. 112-126, 2001.
- CASTRO, F. D.; MCGRATH, D. G. **Moving toward sustainability in the local management of floodplain lake fisheries in the Brazilian Amazon**. Human Organization, v. 62, n. 2, p. 123-133, 2003.
- CHAVES, R. C. Q. **Diversidade e densidade ictiofaunística em lagos de várzea da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil**. 2006.
- COX-FERNANDES, C.; PETRY, P. A **importância da várzea no ciclo de vida dos peixes migradores na Amazônia Central**. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas, v. 1, p. 315-319, 1991.
- D'ALMEIDA, B. G. Os acordos de pesca na Amazônia: Uma perspectiva diferenciada de gestão das águas. **Encontro Preparatório do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito**, v. 15, 2006.
- DE LIMA, Álvaro Carvalho; ARAUJO-LIMA, Carlos ARM. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. **Freshwater Biology**, v. 49, n. 6, p. 787-800, 2004.

- DE OLIVEIRA, A. C. M.; NEPSTAD, D. C.; MCGRATH, D. G.; DA SILVA, A. F. **Impactos ecológicos do manejo comunitário de recursos naturais em comunidades ribeirinhas de várzea e terra firme na região de Tefé, AM.** Novos cadernos NAEA, v. 11, n. 2, 2009.
- FERNANDES, C. C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. **Ecology of freshwater fish**, v. 6, n. 1, p. 36-44, 1997.
- FREITAS, C.; GARCEZ, R. **Fish communities of natural channels between floodplain lakes and Solimoes-Amazonas River (Amazon-Brazil).** Acta Limnologica Brasiliensia, v. 16, n. 3, p. 273-280, 2004.
- FREITAS, C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.; PRADO, K.; YAMAMOTO, K.; HURD, L. **Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes.** Amazon Basin: Plant Life, Wildlife and Environment. Environmental Research and Advances Series, Nova Science Publ., Inc. New York, p. 43-78, 2010.
- FREITAS, C. E.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FLORENTINO, A. C.; HURD, L. E. The importance of spatial scales to analysis of fish diversity in Amazonian floodplain lakes and implications for conservation. **Ecology of freshwater fish**, v. 23, n. 3, p. 470-477, 2013.
- HICKMAN, C. P., ROBERTS, L. S., LARSON, A., L'ANSON, H., & DAVID, J. EISENHOUR. (2014). **Integrated principles of zoology** (Vol. 16). New York, NY: McGraw-Hill.
- ISAAC, V. J.; DE ALMEIDA, M. C. **El consumo de pescado en la amazonía brasileña.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2011
- JUNK, W.; SOARES, G.; CARVALHO, F. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. **Amazoniana**, v. 7, n. 4, p. 397-431, 1983.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. **The flood pulse concept in river-floodplain systems.** Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.
- KAR, D.; NAGARATHNA, A.; RAMACHANDRA, T.; DEY, S. Fish diversity and conservation aspects in an aquatic ecosystem in northeastern India. **Zoos' print journal**, v. 21, n. 7, p. 2308-2315, 2006.
- LIMA, D. D. M.; PADOCH, C.; AYRES, J.; PINEDO-VASQUEZ, M.; HENDERSON, A. **Equity, sustainable development, and biodiversity preservation: some questions about ecological partnerships in the Brazilian Amazon.** Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonia's whitewater floodplains., p. 247-263, 1999.
- LAKRA, W. S.; SARKAR, U. K.; KUMAR, R. S.; PANDEY, A.; DUBEY, V. K.; GUSAIN, O. P. Fish diversity, habitat ecology and their conservation and management issues of a tropical River in Ganga basin, India. **The Environmentalist**, v. 30, n. 4, p. 306-319, 2010.
- LIU, X.; WANG, H. Estimation of minimum area requirement of river-connected lakes for fish diversity conservation in the Yangtze River floodplain. **Diversity and Distributions**, v. 16, n. 6, p. 932-940, 2010.
- LOWE-MCCONNELL, R. **Communities of tropical fish Ecological studies.** Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil (in Portuguese), 1999.
- MAGURRAN, A. E. **Why diversity?** In: (Ed.). Ecological diversity and its measurement: Springer, 1988. p.1-5.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity.** John Wiley & Sons, 2004.
- MELACK, J. M.; NOVO, E. M.; FORSBERG, B. R.; PIEDADE, M. T.; MAURICE, L. Floodplain ecosystem processes. **Amazonia and global change**, p. 525-541, 2009.
- MERONA, B. D.; BITTENCOURT, M. M. Les peuplements de poissons du 'Lago do Rei', un lac d'inondation d'Amazonie centrale: description générale. **Amazoniana**, v. 12, n. 3/4, p. 415-441, 1993.
- MCGRATH, D. **Case analyses on experiences of formalization of informal sectors. Development of a formal co-management system for floodplain fisheries in the Lower Amazon Region of Brazil.** CIFOR, Bogor, 2012.

- MCGRATH, D. G.; DE CASTRO, F.; FUTEMMA, C.; DE AMARAL, B. D.; CALABRIA, J. **Fisheries and the evolution of resource management on the lower Amazon floodplain.** *Human Ecology*, v. 21, n. 2, p. 167-195, 1993a.
- MCGRATH, D.; CASTRO, F. D.; FUTEMMA, C. R.; AMARAL, B. D.; CALABRIA, J. D. A. **Manejo comunitário da pesca nos lagos de várzea do Baixo Amazonas.** *Povos das águas*, p. 213-230, 1993b.
- MCGRATH, D.; CASTRO, F. D.; FUTEMMA, C. **Reservas de lago e manejo comunitário da pesca no Baixo Amazonas: uma avaliação preliminar.** *Amazônia e a crise da modernização.* Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, 1994.
- MCGRATH, D. Case analyses on experiences of formalization of informal sectors. Development of a formal co-management system for floodplain fisheries in the Lower Amazon Region of Brazil. **CIFOR, Bogor**, 2012.
- PETRY, PAULO; BAYLEY, PETER B.; MARKLE, DOUGLAS F. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. **Journal of Fish Biology**, v. 63, n. 3, p. 547-579, 2003.
- PINHEIRO, David Teodosio et al. Diversidade e distribuição da ictiofauna associada a bancos de macrófitas aquáticas de um lago de inundação amazônico, estado do Pará, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 59-70, 2016.
- PIKITCH, E.; SANTORA, C.; BABCOCK, E.; BAKUN, A.; BONFIL, R.; CONOVER, D.; DAYTON, P.; ET AL.; DOUKAKIS, P.; FLUHARTY, D.; HENEMAN, B. Ecosystem-based fishery management. **Science**, v. 305, n. 5682, p. 346-347, 2004.
- REIS, R.; ALBERT, J.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M.; PETRY, P.; ROCHA, L. **Fish biodiversity and conservation in South America.** *Journal of fish Biology*, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.
- RYLANDS, A. B., & PINTO, L. P. D. S. (1998). **Conservação da Biodiversidade na Amazônia Brasileira.** Uma análise do Sistema de Unidades de Conservação. Cadernos FBDS (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável). Rio de Janeiro.
- SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A. V.; GARCÍA, M.; FABRÉ, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W. J. Fish communities in central Amazonian white-and blackwater floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, n. 3, p. 235-250, 2000.
- SÁ-OLIVEIRA, J. C.; ISAAC, V. J.; FERRARI, S. F. Fish community structure as an indicator of the long-term effects of the damming of an Amazonian river. **Environmental Biology of Fishes**, v. 98, n. 1, p. 273-286, 2015.
- SILVANO, R. A.; RAMIRES, M.; ZUANON, J. **Effects of fisheries management on fish communities in the floodplain lakes of a Brazilian Amazonian Reserve.** *Ecology of freshwater fish*, v. 18, n. 1, p. 156-166, 2008.
- SIMÕES, A.; DIAS, S. C.; ALMEIDA, O.; RIVERO, S. GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS NA REGIÃO DO BAIXO TOCANTINS ATRAVÉS DE ACORDOS DE PESCA. **Amazônica-Revista de Antropologia**, v. 6, n. 1, p. 50-65, 2014.
- SIPPEL, S.; HAMILTON, S.; MELACK, J. Inundation area and morphometry of lakes on the Amazon River floodplain, Brazil. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 123, n. 4, p. 385-400, 1992.
- SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FREITAS, C. E.; HURD, L. E.; PETREIRE JR, M. Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter? **Hydrobiologia**, p. 1-12, 2016.
- SIQUEIRA-SOUZA, F.; FREITAS, C. **Fish diversity of floodplain lakes on the lower stretch of the Solimões river.** *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 3A, p. 501-510, 2004.
- SOARES, M. G. M.; FREITAS, C. E. C.; OLIVEIRA, A. C. B. D. **Assembleias de peixes associadas aos bancos de macrófitas aquáticas em lagos manejados da Amazônia Central,**

Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, v. 44, p. 143-152, 2014.

SORRIBAS, M. V.; PAIVA, R. C.; MELACK, J. M.; BRAVO, J. M.; JONES, C.; CARVALHO, L.; BEIGHLEY, E.; FORSBERG, B.; COSTA, M. H. Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin. **Climatic Change**, p. 1-16, 2016.

YAMAMOTO, K. **A estrutura de comunidades de peixes em lagos manejados da Amazônia Central.** Manaus, INPA/UFAM, 78p (Master Thesis), 2004.

VIDAL, M. D. MANEJO PARTICIPATIVO DA PESCA NA AMAZÔNIA: A EXPERIÊNCIA DO PRÓVÁRZEA. **CIÊNCIA E NATURA, UFSM**, v. 32, n. 2, p. 97-120, 2010.

WINEMILLER, KIRK O., and DAVID B. JEPSEN. "Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs." **Journal of fish Biology** 53.sA (1998): 267-296.

CAPITULO II
EFEITO DO MANEJO DO MANEJO PESQUEIRO SOBRE AS ASSEMBLEIAS DE
PEIXES DE LAGOS DE VÁRZEA SITUADOS EM UMA ILHA DA AMAZÔNIA
CENTRAL BRASILEIRA

Artigo em preparação para ser submetido à
revista: BiodiversityandConservation
ISSN versão online: 1572-9710
Frequência: Trimestral
Fator de Impacto: 2.265

Efeitos do manejo pesqueiro sobre as assembleias de peixes em lagos de várzea situados em uma ilha da Amazônia Central Brasileira

Wendell Melquias Medeiros Leal¹, Carlos Edwar de Carvalho Freitas¹ e Flávia Kelly Siqueira-Souza¹

¹Departamento de Ciências Pesqueiras, Universidade Federal do Amazonas, Brasil.

Resumo

Foram avaliados os efeitos do manejo do pesqueiro sobre a estrutura das assembleias de peixes em lagos da ilha da Paciência na Amazônia Central Brasileira. Um total de 1088 peixes foi amostrado pertencente a 64 espécies antes do manejo e 4039 peixes de 93 espécies depois do manejo. Os peixes foram capturados por meio de redes de emalhar durante o período de águas baixas (lagos desconectados) em seis lagos (duas unidades representantes de cada categoria de manejo: uso comercial, manejo e preservação). A composição e estrutura das assembleias de peixes apresentaram diferença estatística quando comparadas no tempo antes e depois do manejo. No entanto quando se comparou a composição das espécies e a estrutura das assembleias de peixes entre os lagos manejados, preservados e de uso comercial não foi encontrada diferença, atestando que a ictiofauna destes lagos é estatisticamente similar. Por fim, os resultados apresentados evidenciam a eficiência do acordo de pesca implantado na ilha da Paciência, como estratégia de contribuição para a manutenção da biodiversidade do sistema lacustre.

Palavras chave: áreas inundáveis, acordo de pesca, diversidade de peixes.

Introdução

Áreas inundáveis da bacia amazônica associadas aos grandes rios de água branca, como o Solimões-Amazonas, são constituídas por inúmeros lagos que recebem periodicamente o aporte lateral dos rios, devido à variação anual em seus níveis decorrentes do pulso de inundação (Junk et al., 1989; Sorribas et al., 2016). Estas condições proporcionam uma elevada produtividade primária ao ambiente, contribuindo para o desenvolvimento de estoques pesqueiros abundantes que sustentam grandes pescarias na região (Isaac e De Almeida, 2011).

Como consequência da exploração intensiva dos recursos pesqueiros nos grandes rios amazônicos, os ribeirinhos passaram a se organizar de maneira que pudessem controlar as pescarias em áreas de várzea, especificamente em lagos (McGrath et al., 1993a). Desta forma, uma nova ferramenta de manejo foi estabelecida, os chamados “acordo de pesca”, que trata-se de um sistema de gestão baseado em co-manejo

(McGrath, 2012; Simões et al., 2014). Estes acordos tem por finalidade o ordenamento pesqueiro nas áreas próximas às comunidades, e teve sua legalidade reconhecida pelos órgãos gestores públicos em 2002 por meio da Instrução Normativa N°29 (IBAMA 31 de dezembro de 2002), que estabeleceu a autonomia dos pescadores em regular os lagos próximos as suas comunidades, através de regras de pesca, delimitando a forma de uso (McGrath et al., 1993b; Castro e McGrath, 2001; Vidal, 2010).

As regras locais estabelecidas pelos acordos de pesca tornaram-se mais eficientes na regulação de espécies sedentárias do que para as que realizam grandes migrações anuais (Castro e McGrath, 2010). Na bacia Amazônica, dentre as mais de 100 espécies de peixes exploradas pela pesca, destaca-se o pirarucu (*Arapaima gigas*), uma espécie sedentária e com grande importância comercial que apresenta o histórico de exploração mais antigo da bacia. Os acentuados níveis de sobrepesca da espécie justificaram sua inserção no apêndice II da Convenção sobre comércio de espécies ameaçadas de fauna e flora selvagem (CITES), e contribuíram para a proibição da sua pesca no Estado do Amazonas a partir da década de 90, com posterior permissão de captura apenas em áreas de manejo (Castello e Stewart, 2010; Antunes et al., 2014).

De acordo com Castro (2000) o pirarucu é um exemplo clássico de espécie sedentária que apresentou uma resposta positiva ao sistema de co-manejo, onde em uma análise mais recente realizada por Castello et al. (2011), conclui-se que este modelo de manejo é efetivo para a conservação da espécie, uma vez que as populações apresentam indícios de sobre-exploração em toda bacia Amazônica, excetuando-se as áreas de manejo (Castello et al., 2013).

A partir dos bons indicadores de recuperação dos estoques e aumento da população, a partir do sistema de manejo, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá desenvolveu um plano de manejo da pesca do pirarucu, promovido a partir de estudos sobre a biologia e ecologia da espécie (Queiroz e Sardinha, 1999; Queiroz, 2000). Atualmente este plano de manejo tem se disseminado em todo Estado do Amazonas, por meio dos acordos de pesca, e até mesmo em outras regiões amazônicas.

Vale ressaltar que os modelos de gestão baseados apenas na espécie alvo e que ignoram outros aspectos determinantes, como as relações predador-presas da espécie alvo, habitat e interações dos componentes do ecossistema, geralmente tendem a resultados indesejáveis (Pikitch et al., 2004). Logo, o reconhecimento dos atributos

bioecológicos da espécie foi essencial para propiciar estratégias positivas no manejo. Como característica, o pirarucu é considerado um predador de topo de cadeia, com hábito alimentar prioritariamente carnívoro, onde suas presas são, geralmente, peixes pequenos e abundantes (Queiroz, 2000; Carvalho et al., 2017).

Deste modo, diante da grande riqueza e diversidade ictífica que a bacia Amazônica possui (Reis et al., 2016), sendo registrada em média 226 espécies somente em ambiente de várzea (Merona e Bittencourt, 1993; Saint-Paul et al., 2000; Siqueira-Souza et al., 2016), estudos relacionados à diversidade ecológica em áreas onde é realizado o co-manejo de lagos, com foco no manejo do pirarucu, se faz necessário em uma escala de continuidade. Ressalta-se a importância em reconhecer fatores que possam comprometer a estrutura das assembleias de peixes em ambientes manejados, a exemplo das diferentes formas de uso dos lagos a partir das categorias propostas nos acordos de co-manejo.

Tendo em vista esta necessidade, o presente estudo visa testar duas hipóteses *i)* de que o tempo de manejo em lagos localizados na ilha da Paciência, município de Iranduba, é insuficiente para detectar alterações na estrutura das assembleias de peixes; e *ii)* se a composição e estrutura das assembleias de peixes neste sistema lacustre são distintas entre as categorias de lagos propostas no manejo.

Material e métodos

Área de Estudo

A Ilha da Paciência está localizada no município de Iranduba, Estado do Amazonas, sendo banhada pelo rio Solimões e distante de Manaus cerca de 42 km, conforma-se como uma ilha fluvial que abriga um complexo de lagos (Figura 1). A pesca nos lagos da ilha é manejada desde 2011 por um acordo de pesca estabelecido pela Instrução Normativa N° 02/2011 (SDS, 2011), que abrange trinta e dois lagos. Seis lagos foram selecionados como representantes das três categorias, definidas segundo o tipo de restrição a pesca:

Lagos de preservação – Cacau (03°18'32.9''S e 60°12'54.1''W) e Baixo (03°18'09.0''S e 60°13'35.4''W) destinados à reprodução e desenvolvimento das

espécies, onde as atividades de pesca em todas as modalidades são proibidas, com intuito de assegurar a preservação das espécies;

Lagos de manejo – Sacambu ($03^{\circ}18'46.0''S$ e $60^{\circ}13'19.0''W$) e Preto ($03^{\circ}18'33.0''S$ e $60^{\circ}13'09.5''W$), tem por finalidade a pesca de subsistência, além da pesca manejada do pirarucu (*Arapaima gigas*) e de outras espécies, sempre respeitando a legislação vigente;

Lagos de uso comercial – Caído ($03^{\circ}17'35.1''S$ e $60^{\circ}12'35.0''W$) e Piranha ($03^{\circ}17'57.3''S$ e $60^{\circ}13'20.0''W$) onde a pesca comercial é permitida desde que se aja o respeito à legislação vigente, podendo também ser realizado o manejo do pirarucu e de outras espécies (Benatti et al., 2003; De Oliveira et al., 2009) (Figura 1).

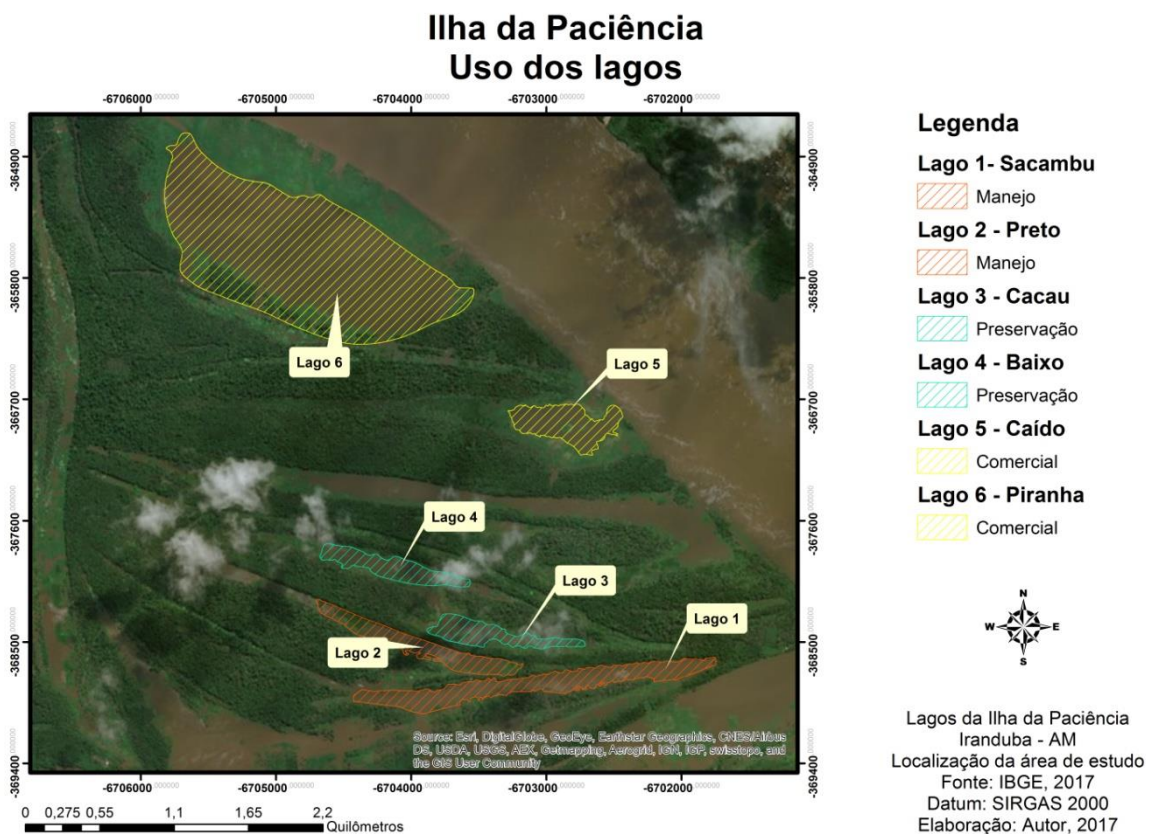


Figura 1. Imagem e localização geográfica dos lagos na ilha da Paciência, município de Iranduba – AM.

Coleta de dados

As coletas dos peixes foram realizadas durante o período de águas baixas em 2016, nos meses de março e setembro. Foi assumido que a estação de águas baixas correspondeu à ausência de conexão entre os lagos. Este critério é consistente com o proposto por Bittencourt e Amadio (2007) para definir as estações do ciclo hidrológico na Amazônia Central. A escolha deste critério foi baseada mediante consulta ao banco de dados pertencentes ao grupo de pesquisa do Projeto PIATAM, que utilizou esta mesma abordagem em coletas antes da implantação do manejo. Sendo utilizados os dados referentes aos anos de 2005 no mês de agosto e 2006 em janeiro para representar o período anterior ao manejo (Fig. 2).

As coletas foram realizadas com esforço padronizado, com uso de redes de emalhar de 15 m de comprimento x 2 m de altura e tamanhos de malhas de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 mm entre nós opostos, o que definia uma bateria com dez redes. Foram utilizadas duas baterias em cada lago amostrado, uma disposta na região de bancos de macrófitas e outra na área aberta, com a finalidade de capturar o maior número de espécies. O tempo de amostragem foi de oito horas, divididos em quatro no início da manhã (04:00 as 08:00 hrs) e quatro no final da tarde (16:00 as 20:00 hrs), de modo a reduzir os danos causados por predadores atraídos aos peixes emalhados.

Os peixes foram identificados com o auxílio de chaves sistemáticas, em seguida aferidos os dados biométricos dos exemplares capturados, peso (gr.) e comprimento (cm). Os exemplares que apresentaram dificuldades na identificação foram preservados (formol 10%) e levados para o Laboratório de Ecologia Pesqueira da Universidade Federal do Amazonas, para posterior processo de identificação com auxílio de profissionais especializados.

Paralelo à captura dos peixes foi mensurado as seguintes variáveis físico-químicas da água com auxílio de aparelh multiparâmetro digital, modelo Hanna HI 9828: oxigênio dissolvido (mg/L), pH, temperatura (°C) e condutividade. Com auxílio de disco de secchi foram tomados os valores de transparência (cm) e profundidade (cm), no horário de maior incidência solar.

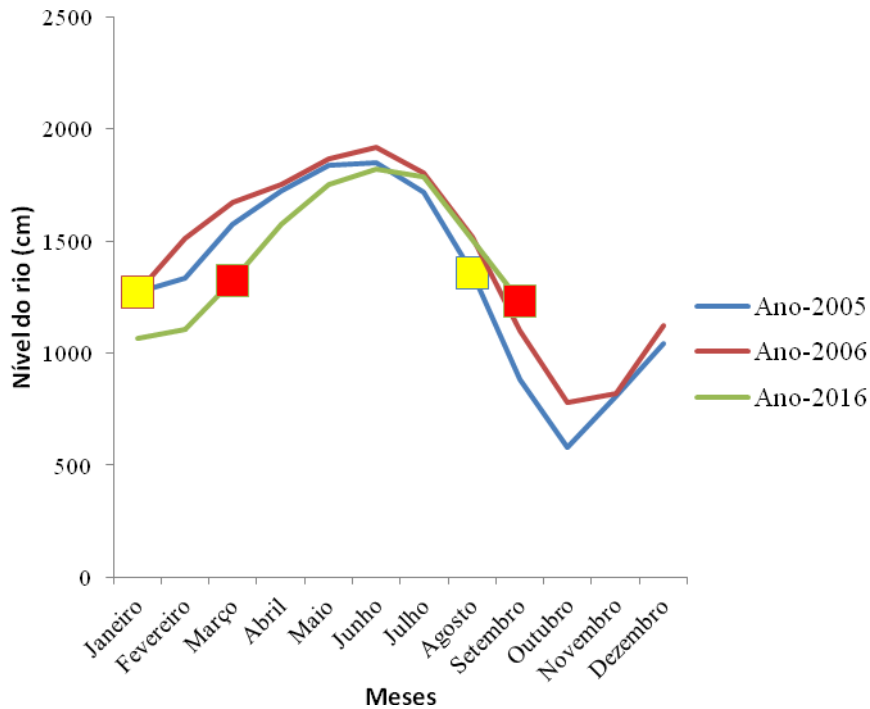


Figura 2. Variação média mensal do nível da água do rio Solimões/Amazonas nos anos de 2005, 2006 e 2016, na estação de Manacapuru, Amazonas. Fonte: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Análise de dados

A composição e a estrutura das assembleias de peixes foi investigada através das estimativas de riqueza (S), abundância numérica (N) de indivíduos e dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Shannon-Wiener, 1949), dominância de Berger-Parker (d) (Berger-Parker, 1970) e equitabilidade de Pielou (J) (Pielou, 1966). Todos estimados a partir do pacote Vegan (Oksanen et al., 2007) do programa R (R Development Core Team 2016).

A riqueza potencial das espécies foi estimada através das curvas de rarefação e extrapolação (Colwell et al., 2012), usando o software Estimate S 9.1.0 (Colwell, 2013). Esta estimativa também permite comparar a riqueza de espécies entre os diferentes lagos, tendo como referência a amostra com maior número de exemplares coletados. Este método apresenta vantagens sobre os outros que usavam como referência a amostra de menor tamanho, o que levava a perda de informações.

Para verificar se existiam diferenças em relação a abundância numérica, riqueza, diversidade de Shannon e equitabilidade entre os tempos antes e depois do manejo do pirarucu nos lagos da ilha da Paciência, foi realizado o teste t de student ($p < 0,05$).

A relação entre o padrão de composição das assembleias de peixes e as variáveis ambientais, em cada categoria de lago manejado, foi realizada através de Análise de Correlação Canônica (CCA), com dados de abundância numérica. Espécies raras com $n < 5$ foram excluídas da análise devido a seu potencial efeito sobre análises multivariadas (Jackson e Harvey 1989). Com a finalidade de verificar se existe diferença na composição das assembleias de peixes antes e depois do manejo e entre as categorias de lagos avaliadas, foi realizada uma análise multivariada de variância permutacional (PERMANOVA) tendo como base uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis (Anderson et al., 2008).

Análises de Variância one-way foram realizadas para testar as hipóteses de que não há efeito do sistema de manejo, estabelecendo diferentes níveis de restrição a pesca representados pelas categorias de manejo, preservação e uso comercial, sobre a abundância numérica, a riqueza de espécies e a equitabilidade. A variável índice de Shannon não atendeu as premissas de modelos lineares e foi testada usando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Todas as análises estatísticas mencionadas foram realizadas com o pacote Vegan (Oksanen et al., 2007) do programa R (R Development Core Team 2016).

Por fim, foi realizada uma análise de dissimilaridade de Raup-Crick (1979), seguida da elaboração de correlogramas no programa R, pacote 'Corrgram' (Wright, 2015). Os correlogramas gerados nesta análise foram usados para comparar a dissimilaridade entre os lagos coletados antes e depois do manejo e, entre as categorias de uso (diversidade alfa). Segundo Chase et al. (2011), a análise de dissimilaridade de Raup-Crick faz uso de uma escala métrica de probabilidade que varia de -1 a +1, indicando se as comunidades locais são mais dissimilares (próximo de +1) ou menos dissimilares (próximo de -1), ou tão dissimilares quanto seria o esperado ao acaso (próximo de 0).

Resultados

Composição taxonômica das assembleias

Nos lagos Sacambu, Preto, Cacau, Canarana, Ressaca e Piranha, antes do manejo (AM), foram capturados um total de 1088 exemplares de peixes distribuídos em 64 espécies. Characiformes foi a ordem dominante com 11 famílias e 38 espécies, seguido

por Siluriformes com 6 famílias e 13 espécies; e Perciformes com 2 famílias e 9 espécies. (Apêndice 1) .

Antes do manejo ser implantado, as espécies mais abundantes, correspondendo a 58%, foram: *Triportheus angulatus* (11,9%), *Psectrogaster rutiloides* (9,6%), *Pellona flavippinis* (5,8%), *Serrasalmus rhombeus* (5,4%), *Potamorhina altamazonica* (4,8%), *Chalcheus erythrurus* (3,8%), *Mylossoma duriventri* (3,6%), *Serrasalmus maculatus* (3,5%), *Acestrohrynychus falcirostris* (3,2%), *Triportheus albus* (3,1%) e *Rhytiodus microlepis* (2,9%) (Apêndice 1). Os lagos mais abundantes foram Ressaca, Sacambu, Cacau e Piranha, enquanto o oposto foi observado no Preto e Canarana (Tabela 1).

Depois do manejo ser implantado, nos lagos Sacambu e Preto (manejados), Cacau e Baixo (preservação), Caído e Piranha (uso comercial), foi capturado um total de 4039 exemplares, distribuídos em 93 espécies. Characiformes foi à ordem dominante com 11 famílias e 50 espécies, seguida por Siluriformes com 6 famílias e 25 espécies; e Perciformes com 2 famílias e 10 espécies. (Apêndice 1).

As espécies mais abundantes depois do manejo (DM), correspondendo a 64,2% do total de exemplares foram: *Triportheus albus* (20,7%), *Triportheus angulatus* (11,3%), *Potamorhina altamazonica* (6,6%), *Serrasalmus maculatus* (5,2%), *Mylossoma duriventri* (3,5%), *Serrasalmus altispinis* (3,5%), *Pristigaster cayana* (3,4%), *Pygocentrus nattereri* (2,8%), *Semaprochilodus taeniurus* (2,6%), *Acestrohrynychus falcirostris* e *Pterodoras lentiginosus* cada uma com 2,5% (Apêndice 1). Os lagos com maior abundância de peixes foram Sacambu (manejado), Baixo (preservação), Caído e Piranha (uso comercial), enquanto que os menores valores ocorreram no Preto (manejado) e Cacau (Preservação) (Tabela 1).

Descritores de diversidade

Nos lagos AM a riqueza total foi de 64 espécies, com alta variação entre os lagos, com o maior valor registrado no Ressaca (42 spp) e o menor no lago Canarana (9 spp) (Tabela 1). As curvas de rarefação e extrapolação apontam em quase todos os lagos AM e DM a tendências de estabilidade. Isso indica que o esforço amostral empregado nesses lagos, possivelmente foi suficiente para retratar a riqueza de espécies, com exceção dos lagos Ressaca (AM) (Fig. 3) e, preservado 2 (Baixo) e manejado 2 (Preto)

(Fig. 4) que apresentaram curvas ascendentes. Já nos lagos DM a riqueza foi de 93 espécies, com amplitude entre 63 e 38 espécies, respectivamente unidades representativas da categoria de manejo (Sacambu) e preservação (Cacau) (Tabela 1).

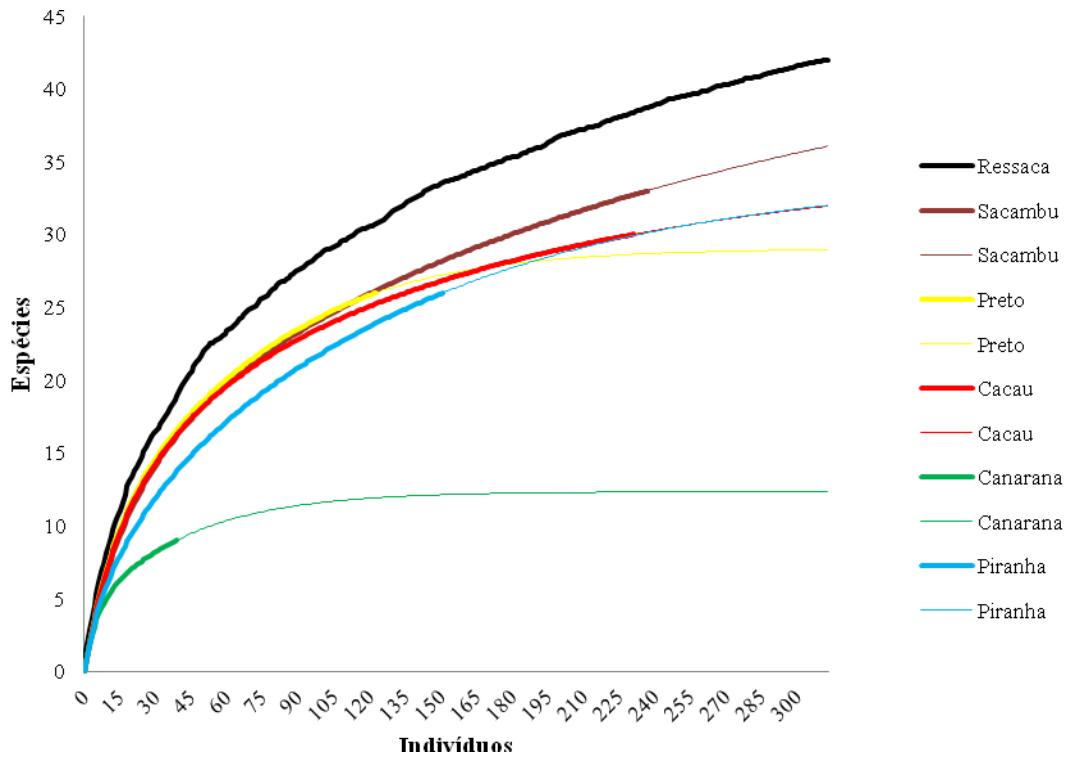


Figura 3. Curvas de rarefação e extrapolação nos lagos da ilha da Paciência AM. Riqueza observada (linhas grossas) e estimada (linhas finas), com base na amostra referência com maior número de exemplares coletados (lago Ressaca, N=314).

A estimativa de diversidade de Shannon-Weaver foi de $H' = 3,57$ para os lagos AM. Ressaca apresentou o maior valor $H' = 3,17$, enquanto o lago Canarana a estimativa mais baixa $H' = 1,81$ (Tabela 1). O padrão observado para equitabilidade foi muito similar entre os lagos avaliados, com estimativa em torno de $J = 0,8$. A exceção ocorreu no lago Canarana com equitabilidade de $J = 0,74$. Porém, este valor mais baixo é reflexo da elevada dominância ($d = 0,55$) que o lago apresenta quando comparado às demais unidades avaliadas.

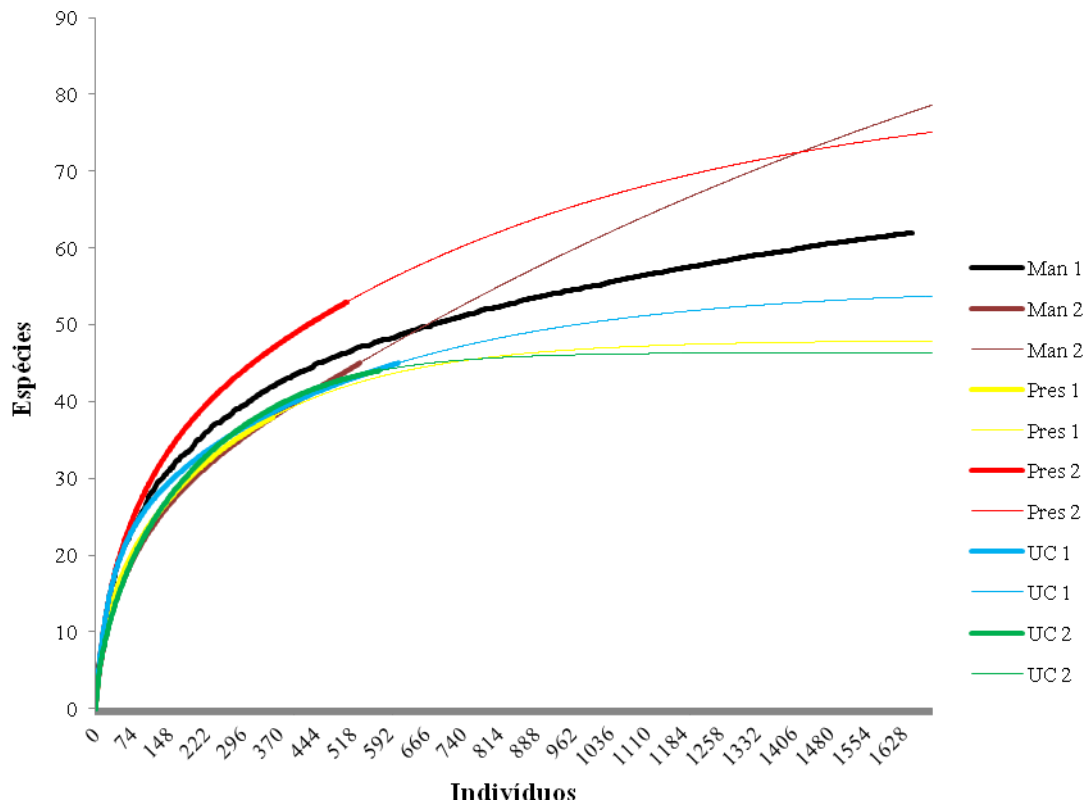


Figura 4. Riqueza observada (linhas grossas) e estimada (linhas finas) para os lagos coletados no tempo posterior ao manejo na ilha da Paciência, com base na amostra referência com maior número de indivíduos coletados (lago Manejado 1, N=1688). Man (Manejado) 1= Sacambu e 2 =Preto; Pres (Preservação) 1=Cacau e 2 Baixo; Uc(Usos comerciais) 1=Caído e 2= Piranha

Já para os lagos DM a estimativa de diversidade de Shannon-Weaver foi de $H' = 3,31$. Os lagos preservado 2 (Baixo) e uso comercial 1 (Caído) apresentaram os maiores valores $H' = 3,08$, enquanto o lago manejado 2 (Preto) a estimativa mais baixa $H' = 2,52$ (Tabela 1). A equitabilidade não apresentou um padrão similar entre os lagos avaliados, com estimativas variando de $J = 0,66$ a $0,81$. O menor valor de equitabilidade ($J = 0,66$) foi estimado no lago manejado 2 (Preto), podendo ser o reflexo da elevada dominância ($d = 0,42$) que o lago apresenta quando comparado às demais unidades avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Descritores ecológicos das assembleias de peixes capturados nos lagos AM. N= número de indivíduos, S= riqueza, H'= diversidade de Shannon, J= índice de equitabilidade, d= índice de dominância de Berger-Parker; Man (Manejado) 1= Sacambu e 2 =Preto; Pres (Preservação) 1=Cacau e 2 Baixo; Uc(Uso comercial) 1=Caído e 2= Piranha.

Atributos ecológicos	Lagos coletados antes do manejo (AM)						Lagos coletados depois do manejo (DM)					
	Sacambu	Ressaca	Preto	Cacau	Canarana	Piranha	Man. 1	Man. 2	Pres. 1	Pres. 2	Uc 1	Uc 2
Número de indivíduos (N)	242	314	127	233	22	151	1688	463	383	596	522	505
Riqueza (S)	33	42	26	30	9	26	63	45	38	53	45	44
Índice de Shannon (H')	2,82	3,17	2,82	2,84	1,81	2,43	3,03	2,52	2,69	3,08	3,08	2,55
Equitabilidade (J)	0,8	0,84	0,86	0,83	0,82	0,74	0,73	0,66	0,74	0,77	0,81	0,67
Dominância de Berger-Parker (d)	0,23	0,13	0,14	0,18	0,55	0,28	0,23	0,42	0,22	0,15	0,18	0,25
	N	S	H'	J	d							
Lagos AM	1088	64	3,57	0,51	0,11							
Lagos DM	4019	93	3,31	0,39	0,21							

Comparação da composição das assembleias de peixes antes e depois do manejo

O teste t, indicou diferenças significativas ($p < 0,05$) para os valores de riqueza ($p = 0,0089$), abundância numérica ($p = 0,014$) e equitabilidade ($p = 0,015$) na composição das espécies nos dois momentos (AM e DM). Não sendo significativo o valor encontrado para o índice de Shannon ($p = 0,52$) (Fig. 7). Deste modo, rejeita-se a hipótese nula de que o tempo de manejo nos lagos da ilha da Paciência foi insuficiente para provocar diferenças na estrutura das assembleias de peixes.

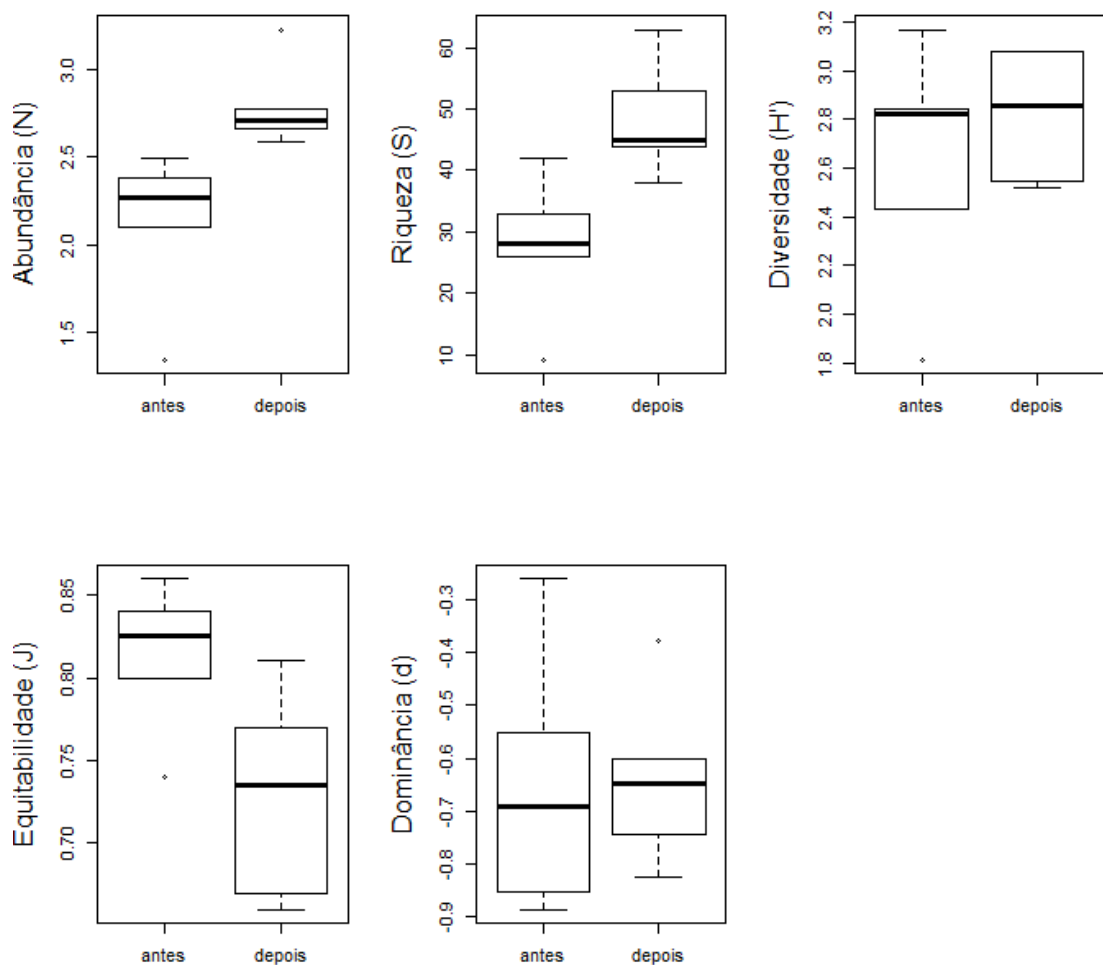


Figura 5. Box plot dos atributos ecológicos dos peixes capturados antes e depois do manejo do pirarucu na ilha da Paciência.

Em geral, a análise de Raup-Crick indicou baixa dissimilaridade (quadrados vermelhos) entre os mesmos lagos comparando as amostragens antes e depois da

instalação do sistema de manejo, em especial o lago Cacau (-0.86, Fig. 5). O lago Cacau, após a implantação do manejo, mostrou composição de espécies similar aos lagos Sacambu e Preto (Fig. 5). O Lago Sacambu, após a implantação do manejo, mostrou composição de espécies mais similar aquela observada nos lagos Preto e Cacau antes do manejo (Fig. 5). O lago Piranha apresentou baixa dissimilaridade na composição de espécies antes e depois do manejo e alta dissimilaridade (quadrados azuis) com os demais lagos, independente do sistema de manejo (Fig. 5).

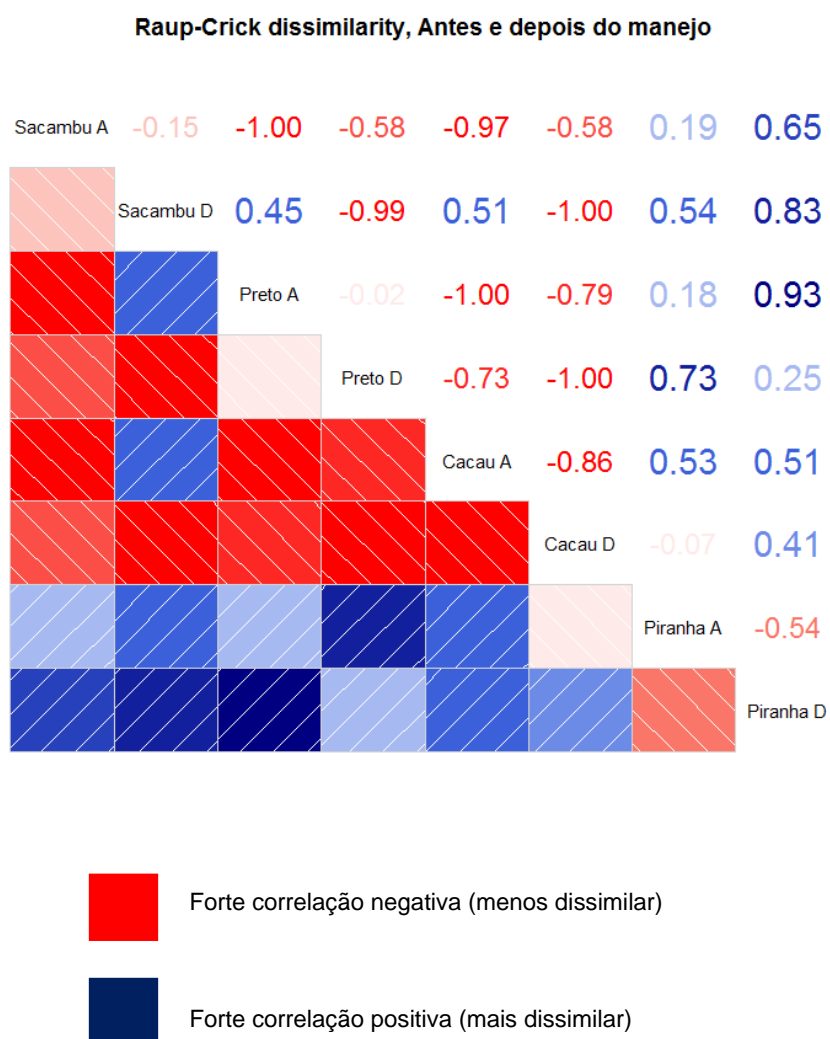


Figura 6. Análise de dissimilaridade de Raup-Crick da composição de espécies de peixes nos lagos da ilha da Paciência antes e depois do manejo do pirarucu. Correlograma vermelho representa menor dissimilaridade (-1) e azul maior dissimilaridade (+1).

A análise multivariada de variância permutacional (PERMANOVA) revelou diferenças significativas sobre a composição das assembleias de peixes presente nos

dois momentos (AM e DM) (PERMANOVA: $p = 0,005^{**}$; $gl = 11$; $R^2 = 0,1932$; 999 permutações). Deste modo, rejeitando a hipótese nula de que o tempo de manejo nos lagos da ilha da Paciência foi insuficiente para se detectar diferenças na composição das assembleias de peixes.

Efeito das variáveis ambientais sobre composição das assembleias de peixes entre as categorias de lagos manejados

Os dois eixos da análise de correlação canônica (CCA) entre as categorias de lagos explicaram 65% do efeito das variáveis ambientais sobre a composição de espécies (Fig. 8). O eixo 1 explicado por 46% da variação, revelou que não houve associação entre as variáveis físicas e químicas e a composição de peixes do lago UC1, estando mais relacionado a categoria de uso, em associação com as espécies *Prochilodus nigricans* (Pnig), *Mylossoma aureum* (Maur), *Hoplosternum littorale* (Hlitt) e *Pterodoras lentiginosus* (Plent). O segundo eixo, explicado por 19% da variação, separa os lagos de preservação (Pr1 e Pr2) de um lago de uso comercial (UC2) e manejo (Man2) (Fig. 8). A composição de lagos preservados é representada principalmente por piranhas (*Serrasalmus serrulatus* (Sserr), *Serrasalmus maculatus* (Smacu), *Serrasalmus altispinis* (Salt)) e *Schizodon fasciatus* (Sfasc), associados as variáveis temperatura e transparência da água. Por outro lado, a CCA relacionou o lago manejado 2 com as variáveis oxigênio dissolvido e pH junto as sardinhas (*Triportheus albus* (Talb), *Triportheus angulatus* (Tang), clupeiformes (*Pristigaster cayana* (Pcay) e *Pellona flavipinis* (Pfla)) e *Curimata vittata* (Cvitt). Os valores médios das variáveis ambientais mensuradas estão disponíveis no apêndice 2.

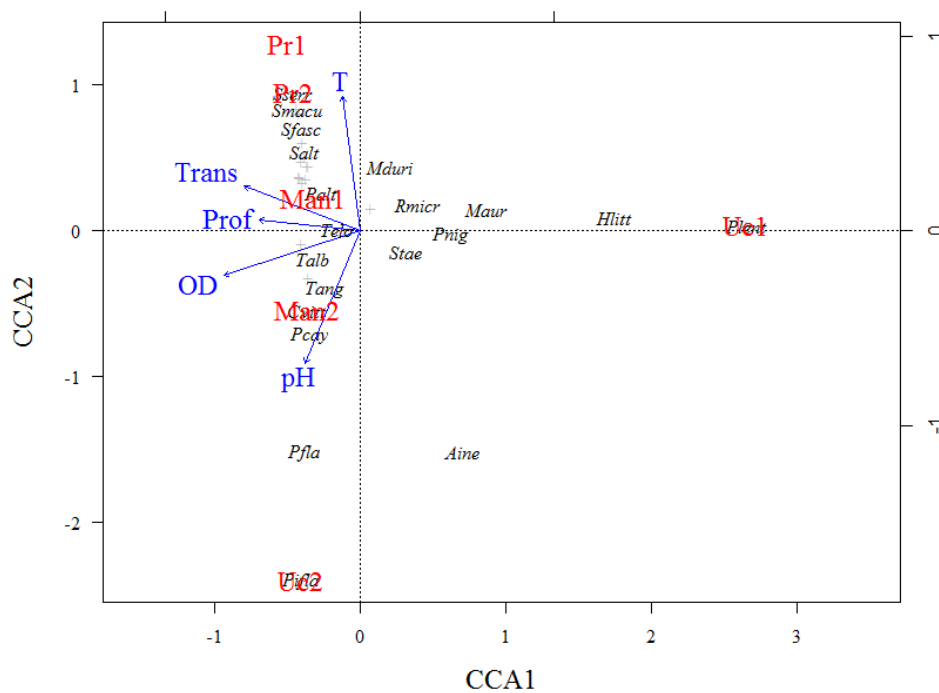


Figura 7. Análise de Correlação Canônica explicada por 65% de variação da composição da ictiofauna em função das categorias de uso dos lagos da ilha da Paciência, e das variáveis físico-químicas da água.

Análise da composição e estrutura das assembleias nas diferentes categorias de manejo (lagos de manejo, preservação e uso comercial).

O correlograma gerado a partir das categorias de lagos, revelou menor dissimilaridade (quadrados vermelhos, média = -0,89), entre os lagos de manejo (Man) e preservação (Pr) (Fig. 9). E estas duas categorias juntas apresentam composição de peixes distintas (quadrados azuis, média = 0,80) aos lagos de uso comercial (Uc).

Raup-Crick dissimilarity, Categorias dos lagos

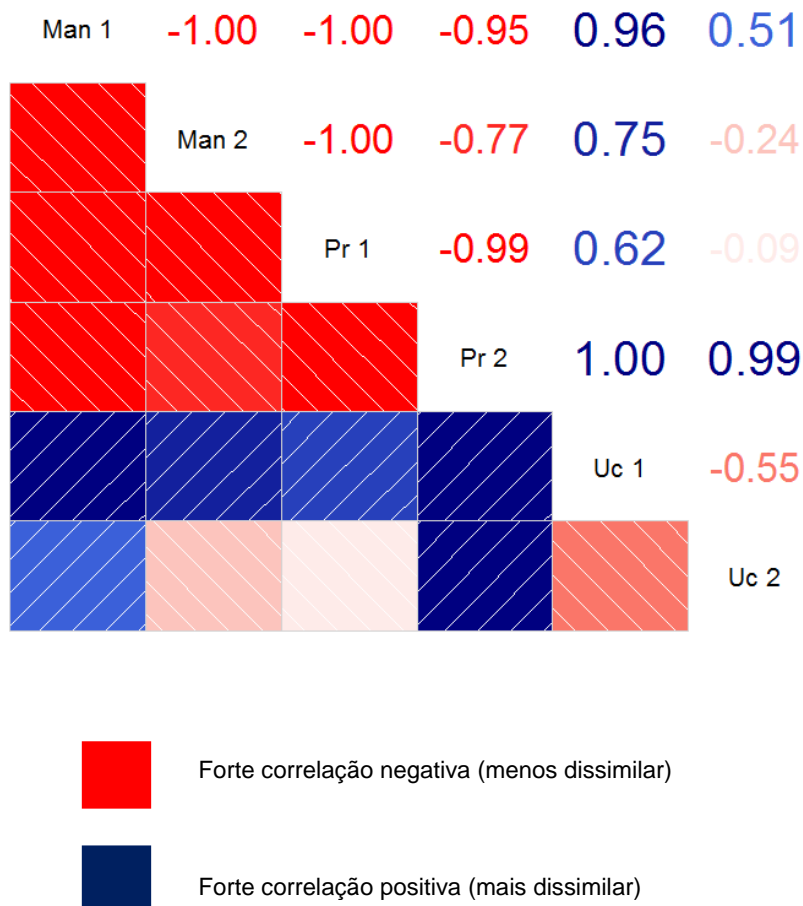


Figura 8. Análise de dissimilaridade de Raup-Crick da composição de peixes nos lagos de manejo (Man), preservação (Pr) e uso comercial (Uc). Correlograma vermelho representa menor dissimilaridade (-1) e azul maior dissimilaridade (+1).

A análise multivariada de variância permutacional (PERMANOVA) não revelou diferenças significativas sobre a composição das assembleias de peixes presente nas três categorias de lagos (PERMANOVA: $p = 0,4667$; $gl = 5$; $R^2 = 0,2200$; 719 permutações). Aceitando a hipótese nula de que a composição dos lagos manejados, preservados e uso comercial são semelhantes entre as categorias.

A análise de variância não revelou diferenças significativas na estrutura das assembleias de peixes entre os lagos manejados, preservados e de uso comercial, para as variáveis resposta abundância numérica, riqueza e equitabilidade (Tabela 2). A variável diversidade de Shannon não atendeu as premissas da ANOVA, sendo realizado para esta variável o teste de Kruskal-Wallis ($p=0,62$), revelando que não há diferença na

diversidade entre as categorias de lagos. No entanto, a interpretação destes resultados deve feita com bastante cuidado, uma vez que os graus de liberdade apresentaram valores baixos.

Tabela 2. Resultado da ANOVA one-way usando como variáveis resposta a Riqueza(S), abundância numérica (N) e Equitabilidade (J). Significância em $p = 0,05$.

Atributos Ecológicos	gl	F	p
Riqueza (S)	2, 3	0,595	0,606
Abundância (N)	2, 3	0,853	0,509
Equitabilidade (J)	2, 3	0,461	0,669

Discussão

A dominância por parte da ordem Characiformes na composição das assembleias de peixes nos lagos AM e DM na ilha da Paciência, também é relatada por vários autores em diferentes áreas da região neotropical (Saint-Paul et al., 2000; Freitas et al., 2010; Soares et al., 2014; Siqueira-Souza et al., 2016). Contudo, deve-se salientar que no estudo em questão as proporções dos Characiformes em termos de famílias, espécies e abundância são diferentes, onde *A. falcistrostris*, *P. flavipinnis*, *P. rutiloides*, *P. nattereri*, *A. falcistrostris*, *T. angulatus*, *T. albus*, *S. maculatus* foram às espécies mais abundantes. À medida que o nível da água diminui, espécies como as detritívoras e as carnívoras são predominantes, e fazem parte da ictiofauna capturada com frequência nos lagos de várzea durante o período de águas baixas (Queiroz e Crampton, 1999; Saint Paul et al., 2000; Siqueira-Souza e Freitas, 2004; Bevilaqua e Soares, 2015; Röpke et al., 2016), deste modo, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

A composição de espécies de peixes capturados antes e depois da implantação do manejo revelou um padrão de semelhança entre os lagos Sacambu, Preto e Cacau, localizados na porção central da ilha da Paciência. A aproximação entre os lagos provavelmente contribuiu para a elevada similaridade, uma vez que a distância e a conectividade entre os habitats, no período de águas altas, pode influenciar a comunidade de peixes (Granado-Lourenço et al., 2005; Hurd et al., 2016). Assim como o reabastecimento anual de peixes aos lagos de várzea durante a estação de inundação, o que permite a estes lagos uma composição de espécie persistentes e a ausência de

igarapés na bacia de drenagem destes lagos é o fator principal para explicar uma possível homogeneidade na composição (Freitas et al., 2010). Porém, a tendência a uma menor similaridade na composição de espécies quando observadas às comparações AM e DM dos lagos Sacambu, Preto e Cacao individualmente, pode estar ligada ao atual regime de co-manejo exercido nos lagos da ilha da Paciência através do acordo de pesca firmado, propiciando melhores condições ambientais e conservação dos recursos inseridos nos lagos manejados. Já a distinção na composição de espécies do lago Piranha em relação aos demais lagos, pode estar relacionada à maior área (1817 km²) e a proximidade deste com o canal do rio (410 km) que pode receber espécies mais temporárias, como já observado em outros estudos realizados em áreas inundáveis (Súarez et al., 2004; Granado-Lorenço et al., 2005; Florentino et al., 2016).

As estimativas de riqueza obtidas pelas curvas de rarefação e extrapolação mostraram que a maioria dos lagos AM e DM apresentaram tendências ascendentes, indicando que o emprego de um maior esforço amostral resultaria em uma maior riqueza de espécies. No entanto, esses valores são difíceis de serem comparados com outros estudos realizados em lagos de várzea, uma vez que são influenciados principalmente pelo método de coleta, apetrecho de pesca utilizado e esforço de pesca, variando desde tempo de permanência do apetrecho na água até o número de coletas.

A primeira hipótese de trabalho foi refutada, pois o tempo AM e DM revelou diferenças significativas na composição de espécies e em abundância numérica, riqueza e equitabilidade, atestando que as assembleias de peixes estão estruturadas de forma diferente no período antes e depois de implantação do manejo. A prática do manejo nos lagos da ilha da Paciência permitiu colonização de novas espécies, tais como o jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*), as branquinhas (*Potamorhina latior* e *Potamorhina pristigaster*), sardinha (*Triportheus elongatus*), pacus (*Metynnis argenteus* e *Myleus asterias*) e cará-açu (*Astronotus crassispinis*), incidindo nos maiores valores de riqueza.

Estes maiores valores de riqueza refletem conseqüentemente no aumento da abundância da ictiofauna, principalmente para algumas espécies vistas como de importância comercial, dentre elas as sardinhas (*Triportheus albus* e *Triportheus angulatus*), branquinha (*Potamorhina altamazonica*), pacu (*Mylossoma duriventri*) e curimatã (*Prochilodus nigricans*), com isso ficando evidentes os benefícios proporcionados pelos acordos de co-manejo na conservação e proteção dos peixes nos lagos da ilha da Paciência. Segundo Almeida et al. (2009), os acordos de co-manejo

possibilitam situações de maior controle local sobre os recursos, trazendo benefícios significativos à produtividade e conservação, uma vez que estes lagos são habitats-chaves para a ictiofauna e muitas das espécies exploradas comercialmente, desta forma refletindo no aumento da abundância dos recursos. Recentemente, Arantes e Freitas (2016) verificaram que as ações de co-manejo contribuíram significativamente para o aumento na abundância do tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie de alto valor comercial na bacia Amazônica. Esta ferramenta de gestão também tem sido útil na proteção de peixes marinhos, sendo relatado por Lubchenco et al. (2003) que a abundância e a diversidade de peixes foram maiores em áreas marinhas protegidas em comparação com as áreas sujeitas a atividade de pesca.

No entanto, quando comparado os valores do índice de diversidade de Shannon não foi evidenciada diferença AM e DM. Comparando os valores deste índice com outros trabalhos realizados em lagos de várzea da Amazônia Central no período de águas baixas, como por exemplo, os lagos: Rei $H' = 4,75$ (Merona e Bittencourt, 1993); baixo Solimões $H' = 4,42$ (Siqueira-Souza e Freitas, 2004); lagos da RDS Mamirauá $H' = 3,8$ (Silvano et al., 2008) e coma classificação proposta por Magurran (1996), onde quanto maior o valor do índice H' (3-4 bits.indivíduos), mais heterogênea é a comunidade, ou seja, maior a sua diversidade, os lagos AM e DM podem ser considerados ambientes com alta diversidade. No lago Tanganica na África, Sweke et al. (2013) também não evidenciaram diferença estatística na diversidade comparada entre áreas com e sem proteção/manejo no lago. Segundo os autores as razões que podem ter afetado os ambientes foram o baixo número de espécies registradas nas duas áreas durante a pesquisa, a predação humana (pesca) e as propriedades físico-químicas da água. Já os valores de equitabilidade mais baixos encontrados nos lagos DM, revelam a grande dominância por espécies formadoras de cardumes, tanto as migradoras *T. albus*, *T. elongatus* e *P. altamazonica*, como as residentes *S. maculatus*, *P. nattereri* e *S. altispinis*.

Como em outras áreas da Amazônia brasileira onde a prática do co-manejo e manejo do pirarucu (*Arapaima gigas*) foram instaladas, a ilha da Paciência também não tem sofrido fortes alterações ambientais, a exemplo de grandes áreas de desmatamento ou poluição aquática. A pescaria de pequena escala, voltadas à prática da subsistência e renda local, assim como o manejo do pirarucu, são, em princípio, as únicas fontes de impactos gerados sobre as assembleias de peixes dos lagos na ilha. Por outro lado, o sistema de zoneamento proposto pelo manejo do pirarucu delimita a exploração dos

lagos através de categorias de uso e as diferentes formas de uso possibilitam que a composição da ictiofauna se apresente de forma distinta entre as categorias.

Esta prerrogativa foi confirmada quando observados os resultados gerados pela análise de Raup-Crick, entre as categorias de lagos. Os lagos de manejo e preservação estão localizados na região central da ilha da Paciência, distantes relativamente do canal do rio principal, contribuindo para certa similaridade na composição das espécies, enquanto que o oposto é observado para os lagos de uso comercial. Os resultados expressos graficamente através da CCA possibilitam uma melhor compreensão da organização da composição de espécies entre os lagos. O eixo 1 da CCA organizou as espécies Characiformes *P. nigricans* e *M. aureum* juntamente às Siluriformes *A. inermis*, *H. littorale* e *P. lentiginosus* no lago de uso comercial. Este resultado pode refletir a importância das categorias dos lagos quanto à restrição a pesca, onde lagos mais próximos ao rio (este lago foi o mais próximo) geralmente são destinados a categoria de uso comercial. Este fato possibilita uma maior facilidade de acesso por parte dos pescadores externos a estes lagos, uma vez que se encontram mais distantes da comunidade, incidindo em uma maior pressão sobre os recursos (Nolan et al., 2009). Além disso, é sabido que as mudanças no esforço de pesca alteram a estrutura das comunidades de peixes, até mesmo quando se trata de apetrechos seletivos como é o caso da malhadeira (Merona e Bittencourt, 1988; Silvano et al., 2017).

Em outro aspecto, a organização da composição foi privilegiada pela presença de predadores como as piranhas *Serrasalmus altispinis*, *S. maculatus* e *S. serrulatus* nos lagos preservados, sob influência das variáveis transparência, profundidade e temperatura. Ambientes com elevada transparência e mais profundos podem beneficiar espécies pelágicas que se orientam visualmente, como os peixes predadores, que dependem da acuidade visual, para o sucesso durante a predação, onde lagos mais transparentes e profundos parecem ser determinantes na organização dos peixes predadores (Rodriguez-Lewis, 1997; Pouilly e Rodriguez, 2004; Melo et al., 2009). Outros autores também relatam o papel da transparência e da profundidade como fatores que regulam e determinam a organização da comunidade de peixes em outras áreas inundáveis da região neotropical (Súarez et al., 2001; 2004; Florentino et al., 2016).

Já nos lagos manejados, a organização da composição foi favorecida pela presença de espécies formadoras de cardumes como as sardinhas, *Triportheus* spp., e

branquinhas *P. altamazonica* e *C. vittata*, todas sob influência das variáveis oxigênio dissolvido (OD) e pH. Segundo Soares et al. (2006) os triportheideos e curimatideos são espécies que possuem adaptações às baixas concentrações de OD permitindo que estas espécies tolerem condições hipóxicas. Em um lago de inundação na área de confluência dos rios Negro e Solimões, Ropke et al. (2016) relataram a associação das sardinhas *Triportheus* spp, com os baixos valores de OD durante o período de águas baixas. Os valores de pH estiveram dentro do costumeiramente encontrado em lagos de várzea (Carvalho et al., 2001), onde segundo Esteves (1988) o pH em lagos esta associado a quantidade de material orgânico.

Deste modo, a maior similaridade entre lagos manejados e preservados pode ser explicada pela forma de uso do ambiente, onde ambas as categorias visam conservação dos recursos através do respeito às regras estabelecidas a partir do zoneamento dos lagos, previamente proposto nos acordos de pesca para o manejo do pirarucu, distinguindo-se apenas pela proibição da pesca nos lagos preservados. Onde de acordo com a teoria do nicho, locais com condições ambientais semelhantes devem abrigar espécies semelhantes, com o oposto sendo esperado para locais com condições diferentes (Hubbel, 2001; Kong et al., 2017). No entanto a relação entre as condições ambientais e a comunidades de peixes na Amazônia são geralmente complexas (Tejerina-Garro et al., 1998; Petry et al., 2003) e as variáveis ambientais podem variar consideravelmente reflexo do aspecto sazonal (Röpke et al., 2017), e espacial (Siqueira-Souza et al., 2016), bem como mediante as intervenções de gestão (Gerstner et al., 2006).

Outro aspecto importante a ser considerado é a proximidade dos lagos manejados e preservados com a comunidade, o que permite uma maior eficiência no âmbito da vigilância realizada pelos comunitários através da restrição de acesso de pescadores externos e com isso possibilitando melhores condições ambientais a estes lagos. As práticas de co-manejo realizadas em lagos da bacia do rio Tocantins na Amazônia brasileira evidenciaram bem os benefícios no aspecto da proximidade à comunidade de pescadores, onde os lagos mais próximos apresentaram maior abundância de peixes, por serem facilmente protegidos (Silvano et al., 2014), situação semelhante também é mencionada por Campbell et al. (2012) em recifes de corais do Oceano Pacífico.

A segunda hipótese do trabalho não foi refutada, (PERMANOVA, ANOVA e Kruskal-Wallis $p > 0,05$) sinalizando como uma possível situação em que o manejo realizado na ilha da Paciência pode estar sim contribuindo para o reabastecimento e estruturação da assembleia de peixes. Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo foram também observados por Silvano et al. (2008) em lagos da RDS Mamirauá, não havendo diferenças na composição de espécies e na comunidade de peixes em lagos manejados e preservados. Segundo os autores a distância dos lagos em relação ao rio foi fundamental para a redução do acesso dos pescadores aos lagos, com isso aliviando a pressão da pesca. Soares et al. (2014) em lagos onde há acordo de pesca no baixo rio Amazonas, também não encontraram diferenças entre a composição de espécies em lagos manejados e preservados. De acordo com os autores a ausência do efeito do tipo de uso é explicada por alguns fatores, como, pouco tempo de manejo efetivo, cerca de 5 anos, o baixo número de pessoas por família que exploram peixes nos lagos manejados para a subsistência.

O manejo pesqueiro realizado na ilha da Paciência está proporcionando ao sistema uma conformidade na composição e estrutura da ictiofauna em todas as categorias de lagos, fato que pode estar relacionada a fatores como: 1) os lagos preservados estariam cumprindo firmemente a sua função, abastecendo demais lagos, em que alguns são utilizados por pescadores. Os estudos realizados por Russ et al. (2004) e Arantes e Freitas (2016) comprovaram que áreas sem exploração pesqueira auxiliam na proteção da biodiversidade, especificamente com a contribuição de peixes que se dispersam destas áreas de preservação. Este efeito de abastecimento dos estoques de peixes é observado principalmente em áreas marinhas protegidas (Gell e Roberts, 2003), onde as zonas de preservação levam a uma transferência dos indivíduos para as áreas onde a pesca é permitida (Baskett et al., 2005; Gerber et al., 2005); 2) o período anual de conexões entre os lagos e com o rio durante a estação de inundação, permite que os lagos da ilha da Paciência sofram um reabastecimento anual de peixes e uma oportunidade similar de ocorrência para todas as espécies nos lagos, independente do seu isolamento durante a estação de águas baixas, permitindo ao complexo de lagos uma constância na composição de espécies (Freitas et al., 2010); 3) dado os padrões de conectividade do sistema e a reorganização anual destes padrões através do pulso de inundação, fica claro que as forças regionais são importantes para estruturar a comunidade de peixes de lagos de várzea (Hurd et al., 2016).

Conclusões

Estes resultados representam a efetividade do acordo de pesca na ilha da Paciência no que tange a conservação da ictiofauna, indicando que a diferença evidenciada na estrutura das assembleias de peixes antes e depois do manejo se deu de forma positiva, pois permitiu a colonização de novas espécies consequentemente incidindo na riqueza e no aumento da abundância dos recursos.

A ausência de diferenças na composição e estrutura das assembleias de peixes entre os lagos e suas respectivas categorias de uso (manejado, preservação e uso comercial), reforçam a efetividade do manejo e seus efeitos positivos para todo o sistema de lagos. Os resultados permitem a proposição da hipótese de que os lagos preservados estão reabastecendo os demais lagos, inclusive os que são utilizados na pesca, auxiliando na proteção e conservação da biodiversidade. Neste sentido a conectividade desempenha um papel crucial e estratégias de conservação necessitam serem traçadas, a fim de se manter a manutenção da biodiversidade em áreas inundáveis da Amazônia.

Considerações finais

Consideramos então que os resultados aqui apresentados podem ser úteis na melhoria do conhecimento sobre os efeitos do sistema de co-manejo de pesca realizado na Amazônia brasileira e seus possíveis potenciais efeitos sobre a estrutura das assembleias de peixes de lagos de várzea. Atualmente na Amazônia diversos acordos de pesca já foram implementados ou estão em processo de implementação e a grande maioria não possui monitoramento regular a partir de dados científicos. Logo, a efetividade desta ferramenta de co-manejo irá depender diretamente deste conhecimento integrado da biologia das espécies exploradas, das características ambientais dos lagos onde vivem e as interações biológicas entre as demais espécies.

Referências

- Almeida, F.F. & Melo, S. 2009. Considerações limnológicas sobre um lago de planície de inundação amazônica (lago Catalão – Estado do Amazonas, Brasil). *ActaScientiarum. Biological Sciences*. V.31; 387-395.
- Almeida, O. T.; Lorenzen, K.; Mcgrath, D. Fishing Agreements In The Lower Amazon: For Gain And+ Restraint. *Fisheries Management And Ecology*, V. 16, N. 1, P. 61-67, 2009.
- Anderson, M.J. 2008. Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species 478 distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression 479 splines. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366: 16-27.
- Antunes, A. P.; Shepard Junior, G. H.; Venticinque, E. M. The International Trade In Wild Animals Skins From The Brazilian Amazon In The 20th Century. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, V. 9, N. 2, P. 487-518, 2014.
- Arantes, C.C.; Garcez, D. S.; Castello, L. Densidades De Pirarucu (Arapaima Gigas, Teleostei, Osteoglossidae) Em Lagos Das Reservas De Desenvolvimento Sustentável Mamirauá E Amanã, Amazonas, Brasil. 2007.
- Arantes, M. L.; Freitas, C. E. C. Effects Of Fisheries Zoning And Environmental Characteristics On Population Parameters Of The Tambaqui (*ColossomaMacropomum*) In Managed Floodplain Lakes In The Central Amazon. *Fisheries Management And Ecology*, 2016.
- Baskett M.L., Levin S.A., Gaines S.D. & Dushoff J. (2005) Marine reserve design and the evolution of size at maturation in harvested fish. *Ecological Applications* 15, 882–901.
- Benatti, J. H.; Mcgrath, D. G.; Oliveira, A. C. M. D. Políticas Públicas E Manejo Comunitário De Recursos Naturais Na Amazônia. *Ambiente & Sociedade*, V. 6, N. 2, P. 137-154, 2003.
- Bevilaqua, D. R., & Soares, M. G. M. (2015). Variação Temporal Da Composição Íctica Em Lagos De Várzea, Ilha Do Risco, Itacoatiara, Amazonas, Brasil. *Acta Of Fisheries And Aquatic Resources*, 2(2), 17-27.
- Bittencourt, M. M., & Amadio, S. A. (2007). Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazonica*, 37(2), 303-308.
- Braoudakis, G. V.; Jackson, D. A. Effect Of Lake Size, Isolation And Top Predator Presence On Nested Fish Community Structure. *Journal Of Biogeography*, 2016.
- Carvalho, P.; Bini, L.M.; Thomaz, S.M.; Oliveira, L.G.; Robertson, B.; Tavechio, W.L.G.; Darwich, A.J. 2001. Comparative Limnology Of South American Floodplain Lakes And Lagoons. *Maringá*, 23(2):265-273.
- Castello, L.; Arantes, C. C.; Mcgrath, D. G.; Stewart, D. J.; Sousa, F. S. D. Understanding Fishing-Induced Extinctions In The Amazon. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*, V. 25, N. 5, P. 587-598, 2014.
- Castello, L.; Viana, J. P.; Pinedo-Vasquez, M. Participatory Conservation And Local Knowledge In The Amazon Várzea: The Pirarucu Management Scheme In Mamirauá. In: (Eds.). *The Amazon Várzea*: Springer, 2011. P. 259-273.

- Castello, Leandro; Stewart, Donald J. Assessing Cites Non-Detriment Findings Procedures For Arapaima In Brazil. *Journal Of Applied Ichthyology*, V. 26, N. 1, P. 49-56, 2010.
- Castro, Fábio De; Mcgrath, David. O Manejo Comunitário De Lagos Na Amazônia. *ParceriasEstratégicas*, V. 6, N. 12, P. 112-126, 2001.
- Castro, Fabio. *Fishing Accords: The Political Ecology Of Fishing Intensification In The Amazon*. Indiana University, 2000.
- Centofante, E. & Melo, C.E. 2012. Estrutura E Composição Da Ictiofauna Em Um Lago Isolado Na Planície Do Médio Rio Araguaia, Mato Grosso – Brasil. *Biotemas*, 25(3):173-186.
- Chande, A. I. (2013). Fish Diversity And Abundance Of Lake Tanganyika: Comparison Between Protected Area (Mahale Mountains National Park) And Unprotected Areas. *InternationalJournalOfBiodiversity*, 2013.
- D'almeida, Bruna G. Os Acordos De Pesca Na Amazônia: Uma Perspectiva Diferenciada De Gestão Das Águas. Encontro Preparatório Do Conselho Nacional De Pesquisa E Pós-Graduação Em Direito, V. 15, 2006.
- De Oliveira, A. C. M., Nepstad, D. C., Mcgrath, D. G., & Da Silva, A. F. (2009). Impactos Ecológicos Do Manejo Comunitário De Recursos Naturais Em Comunidades Ribeirinhas De Várzea E Terra Firme Na Região De Tefé, Am. *Novos Cadernos Naea*, 11(2).
- Esteves, F. A. 1988. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência/FINEP, Rio de Janeiro, Brasil. 575p.
- Ferreira, E. J. G., Zuanon, J. A., & Dos Santos, G. M. (1998). Peixes Comerciais Do Médio Amazonas: Região De Santarém, Pará.
- Florentino, A. C., Petrere, M., Freitas, C. E. D. C., Toledo, J. J., Mateus, L., Suárez, Y. R., & Penha, J. (2016). Determinants Of Changes In Fish Diversity And Composition In Floodplain Lakes In Two Basins In The Pantanal Wetlands, Brazil. *Environmental Biology Of Fishes*, 99(2-3), 265-274.
- Freitas, C. E. C., & Garcez, R. C. S. (2004). Fish Communities Of Natural Channels Between Floodplain Lakes And Solimoes-Amazonas River (Amazon-Brazil). *Acta LimnologicaBrasiliensia*, 16(3), 273-280.
- Freitas, C. E. D. C., Siqueira-Souza, F. K., Guimarães, A. R., Santos, F. A., & Santos, I. L. (2010). Interconnectedness During High Water Maintains Similarity In Fish Assemblages Of Island Floodplain Lakes In The Amazonian Basin. *Zoologia (Curitiba)*, 27(6), 931-938.
- Freitas, C. E., Siqueira-Souza, F. K., Humston, R., & Hurd, L. E. (2013). An Initial Assessment Of Drought Sensitivity In Amazonian Fish Communities. *Hydrobiologia*, 705(1), 159-171.
- Gell F.R. & Roberts C.M. (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution* 18, 448–455.
- Gerber L.R., Heppell S.S., Ballantyne F. & Sala E. (2005) The role of dispersal and demography in determining the efficacy of marine reserves. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62, 863–871.
- Gerstner, C.L., Ortega, H., Sanchez, H. & Graham, D.L. 2006. Effects Of The Freshwater Aquarium Trade On Wild Fish Populations In Differentially-Fished Areas Of The Peruvian Amazon. *Journal Of Fish Biology* 68: 862–875.
- Gery, J. *Characoids Of The World*. 1977.

Granado-Lorencio, C.; Araújo-Lima, C.R.M.; Lobón-Cerviá, J. 2005. Abundance – Distribution Relationships In Fish Assembly Of The Amazonas Floodplain Lakes. *Ecography*, 28(4):515-520.

Hamilton Rj, Potuku T, Montambault Jr. 2011. Communitybased Conservation Results In The Recovery Of Reef Fish Spawning

Irion, Georg; Junk, Wolfgang J.; De Mello, José Asn. The Large Central Amazonian River Floodplains Near Manaus: Geological, Climatological, Hydrological And Geomorphological Aspects. In: *The Central Amazon Floodplain*. Springer Berlin Heidelberg, 1997. P. 23-46.

Iriondo, M.H. 1982. Geomorfologia Da Planície Amazonica. In: *Ata Do Iv Simpósio Do Quaternário Do Brasil*. P. 323-348.

Isaac, V. J.; De Almeida, M. C. El Consumo De Pescado En La Amazonía Brasileña. *Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación*. 2011

Junk, W. J.; Bayley, P. B.; Sparks, R. E. The Flood Pulse Concept In River-Floodplain Systems. *Canadian Special Publication Of Fisheries And Aquatic Sciences*, V. 106, N. 1, P. 110-127, 1989.

Junk, W.J.; Soares, G.M.; Carvalho, F.M. 1983. Distribution Of Fish Species In A Lake Of The Amazon River Floodplain Near Manaus (LagoCamaleão), With Special Reference To Extreme Oxygen Conditions. *Amazoniana*, 7:397-431.

Kong, H., Chevalier, M., Laffaille, P., & Lek, S. (2017). Spatio-Temporal Variation Of Fish Taxonomic Composition In A South-East Asian Flood-Pulse System. *Plos One*, 12(3), E0174582.

Lubchenco, J., Palumbi, S.R., Gaines, S.D. & Andelman, S. 2003. Plugging A Hole In The Ocean: The Emerging Science Of Marine Reserves. *Ecological Applications* 13(Suppl. 1): S3–S7.

Magoulick, D. D.; Kobza, R. M. 2003. The Role Of Refugia For Fishes During Drought: A Review And Syntheses. *Freshwater Biology*, 48:1186-1198.

Magurran, A.E. 1996. *Ecological Diversity And Its Measurement*. Princeton University, Princeton. 179pp.

Mcgrath, D. Case Analyses On Experiences Of Formalization Of Informal Sectors. Development Of A Formal Co-Management System For Floodplain Fisheries In The Lower Amazon Region Of Brazil. Cifor, Bogor, 2012.

Mcgrath, D. G.; De Castro, F.; Futemma, C.; De Amaral, B. D.; Calabria, J. Fisheries And The Evolution Of Resource Management On The Lower Amazon Floodplain. *Human Ecology*, V. 21, N. 2, P. 167-195, 1993a.

Mcgrath, D. Políticas E Instituições: Uma Abordagem Ecosistêmica De Manejo Da Várzea Do Baixo Amazonas. *Papers Do Naea*, N. 243, 2001.

Mcgrath, D.; Castro, F. D.; Futemma, C. R.; Amaral, B. D.; Calabria, J. D. A. Manejo Comunitário Da Pesca Nos Lagos De Várzea Do Baixo Amazonas. *Povos Das Águas*, P. 213-230, 1993b.

- Melo, C.E.; Lima, J.D. & Silva, E.F. 2009. Relationship Between Water Transparency And Abundance Of Cynodontidae Species In The Bananal Floodplain, MatoGrosso, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(2): 251-256.
- Merona, B. D.; Bittencourt, M. M. Les Peuplements De Poissons Du 'Lago Do Rei', Un Lac D'inondation D'amazone Centrale: Description Générale. *Amazoniana*, V. 12, N. 3/4, P. 415-441, 1993.
- Mérona, B. D.; Rankin-De-Mérona, J. Food Resource Partitioning In A Fish Community Of The Central Amazon Floodplain. *Neotropical Ichthyology*, V. 2, N. 2, P. 75-84, 2004.
- Nolan, K.; N Fabr , N.; Batista, V. Landscape Variables Affecting Fishery Yield In Lake Systems Of The Central Amazon Region, Brazil. *Journal Of Applied Ichthyology*, V. 25, N. 3, P. 294-298, 2009.
- Pelicice, F.; Akama, A.; Oliveira, R.; Silva, D. Padrões Espaciais E Temporais Na Distribui o Da Ictiofauna, Antes E Ap s A Forma o Do Reservat rio De Peixe Angical. *Reservat rio De Peixe Angical: Bases Ecol gicas Para O Manejo Da Ictiofauna*. São Carlos, Rima, 179p, P. 29-39, 2009.
- Petry, P., P. B. Bayley & D. F. Markle, 2003. Relationships Between Fish Assemblages, Macrophytes And Environmental Gradients In The Amazon River Floodplain. *Journal Fish Biology*, 63:547-579.
- Pikitch, E.; Santora, C.; Babcock, E.; Bakun, A.; Bonfil, R.; Conover, D.; Dayton, P.; Et Al.; Doukakis, P.; Fluharty, D.; Heneman, B. Ecosystem-Based Fishery Management. *Science*, V. 305, N. 5682, P. 346-347, 2004.
- Pouilly, M. & Rodríguez, M.A. 2004. Determinis Of Fish Assemblage Structure In Neotropical Floodplain Lakes: Influence Of Internal And Landscape Lake Condition. *Proceedings Of The Second International Symposium On The Management Of Large Rivers For Fishes (Lars2)*. Volume Iii. Welcomme R. And T. Petr., Eds. Fao Regional Office For Asia And The Pacific Bangkok, Thailand. Rap Publication. 17: 243-265.
- Queiroz, H. L. D. Natural History And Conservation Of Pirarucu, 'Arapaima Gigas', At The Amazonian Várzea: Red Giants In Muddy Waters. 2000. P. University Of St Andrews.
- Queiroz, H.; Sardinha, A. A Preserva o Eo Uso Sustentado Dos Pirarucus (Arapaima Gigas, Osteoglossidae). *Estratégias De Manejo Para Recursos Pesqueiros Na Reserva De Desenvolvimento Sustentável Mamirauá*. Mct-Cnpq/Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, 1999.
- Reis, R.; Albert, J.; Di Dario, F.; Mincarone, M.; Petry, P.; Rocha, L. Fish Biodiversity And Conservation In South America. *Journal Of Fish Biology*, V. 89, N. 1, P. 12-47, 2016.
- Rodrigues, M. A.; Lewis, W.M. 1997. Structure Of Fish Assemblages Along Environmental Gradients In Floodplain Lakes Of The Orinoco River. *Ecological Monographs*, 67(1):109-128.
- Röpke, C. P., Amadio, S. A., Winemiller, K. O., & Zuanon, J. (2016). Seasonal Dynamics Of The Fish Assemblage In A Floodplain Lake At The Confluence Of The Negro And Amazon Rivers. *Journal Of Fish Biology*, 89(1), 194-212.
- Russ G.R., Alcal  A.C., Maypa A.P., Calumpang H.P. & White A.T. (2004) Marine reserve benefits local fisheries. *Ecological Applications* 14, 597-606.

- Saint-Paul, U.; Zuanon, J.; Correa, M. A. V.; García, M.; Fabré, N. N.; Berger, U.; Junk, W. J. Fish Communities In Central Amazonian White-And Blackwater Floodplains. *Environmental Biology Of Fishes*, V. 57, N. 3, P. 235-250, 2000.
- Sánchez-Botero, J.I.; Araujo-Lima, C.Ar.M. & Garcez, D.S. 2008. Effects Of Types Of Aquatic Macrophyte Stands And Variations Of Dissolved Oxygen And Of Temperature On The Distribution Of Fishes In Lakes Of The Amazonian Floodplain. *Acta Limnológica Brasileira*, 20(1): 45-54.
- Santos, G.; Ferreira, E.; Zuanon, J. Peixes Comerciais Demanaus. Pr-Vrzea, Ibama, Manaus, 2006.
- Santorelli, S., Magnusson, W., Ferreira, E., Caramaschi, E., Zuanon, J., & Amadio, S. (2014). Phylogenetic community structure: temporal variation in fish assemblage. *Ecology and evolution*, 4(11), 2146-2153.
- Shannon, C. & Weaver, W. 1949. *The Mathematical Theory Of Communication*. University Of Illinois Press, Urbana.
- Silvano, R. A., Hallwass, G., Juras, A. A., & Lopes, P. F. (2017). Assessment Of Efficiency And Impacts Of Gillnets On Fish Conservation In A Tropical Freshwater Fishery. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*, 27(2), 521-533.
- Silvano, R. A., Hallwass, G., Lopes, P. F., Ribeiro, A. R., Lima, R. P., Hasenack, H., ... & Begossi, A. (2014). Co-Management And Spatial Features Contribute To Secure Fish Abundance And Fishing Yields In Tropical Floodplain Lakes. *Ecosystems*, 17(2), 271-285.
- Silvano, R. A.; Ramires, M.; Zuanon, J. Effects Of Fisheries Management On Fish Communities In The Floodplain Lakes Of A Brazilian Amazonian Reserve. *Ecology Of Freshwater Fish*, V. 18, N. 1, P. 156-166, 2008.
- Simões, A.; Dias, S. C.; Almeida, O.; Rivero, S. Gestão Dos Recursos Naturais Na Região Do Baixo Tocantins Através De Acordos De Pesca. *Amazônica-Revista De Antropologia*, V. 6, N. 1, P. 50-65, 2014.
- Siqueira-Souza, F. K.; Freitas, C. E.; Hurd, L. E.; Petrere Jr, M. Amazon Floodplain Fish Diversity At Different Scales: Do Time And Place Really Matter? *Hydrobiologia*, P. 1-12, 2016.
- Siqueira-Souza, F.; Freitas, C. Fish Diversity Of Floodplain Lakes On The Lower Stretch Of The Solimões River. *Brazilian Journal Of Biology*, V. 64, N. 3a, P. 501-510, 2004.
- Soares, M. G. M. ; Menezes, N. ; Junk, W. J. 2006. Adaptations Of Fish Species To Oxygen Depletion In A Central Amazonian Floodplain Lake. *Hydrobiologia(The Hague)*, Netherlands, V. 568, N. In Press, P. 353-367.
- Soares, M. G. M.; Freitas, C. E. C.; Oliveira, A. C. B. D. Assembleias De Peixes Associadas Aos Bancos De Macrófitas Aquáticas Em Lagos Manejados Da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, V. 44, P. 143-152, 2014.
- Soares, M.G.M.; Costa, E.L.; Siqueira-Souza, F.K.; Anjos, H.D.B.; Yamamoto, K.C.; Freitas, C.E.C. 2007. **Peixes de lagos do médio rio Solimões**. Manaus. EDUA.176.
- Sorribas, M. V.; Paiva, R. C.; Melack, J. M.; Bravo, J. M.; Jones, C.; Carvalho, L.; Beighley, E.; Forsberg, B.; Costa, M. H. Projections Of Climate Change Effects On Discharge And Inundation In The Amazon Basin. *Climatic Change*, P. 1-16, 2016.

Suárez, Y.R., Petrere Jr., M.; Catella, A.C. 2004. Factors Regulating Diversity And Abundance Of Fish Communities In Pantanal Lagoons, Brazil. *Fisheries Management And Ecology*, 11:45 - 50.

Tejerina-Garro, F.L.; Fortín, R.; Rodríguez, M. A. 1998. Fish Community Structure In Relation To Environmental Variation In Floodplain Lakes Of The Araguaia River, Amazon Basin. *Environmental Biology Of Fishes*, 51:399-410.

Thomaz, S. M.; Bini, L. M.; Bozelli, R. L. Floods Increase Similarity Among Aquatic Habitats In River-Floodplain Systems. *Hydrobiologia*, V. 579, N. 1, P. 1-13, 2007.

Vidal, M. D. Manejo Participativo Da Pesca Na Amazônia: A Experiência Do Próvárzea. *Ciência E Natura, Ufsm.*, V. 32, N. 2, P. 97-120, 2010.

Wright, K. 2015. Plot a Correlogram. R package version 1.8.

Apêndice

Apêndice 1. Lista das espécies de peixes capturados antes do manejo (AM) e depois do manejo (DM) nos lagos da ilha da Paciência. N= número de exemplares. Man 1 e 2= sacambu e preto (manejado); Pr 1 e 2= cacau e baixo (preservação); Uc 1 e 2= caído e piranha (uso comercial).

Lista taxonômica	Lagos coletados antes do manejo (AM)						Lagos coletados depois do manejo (DM)					
	Sacambu	Ressaca	Preto	Cacau	Canarana	Piranha	Man 1	Man 2	Pr 1	Pr 2	Uc 1	Uc 2
CLUPEIFORMES												
PRISTIGASTERIDAE												
<i>Pristigastercayana</i> (Cuvier, 1829)	-	-	-	-	-	-	91	-	-	-	-	51
<i>Pellona castelnaeana</i> (Valenciennes, 1836)	-	3	-	-	-	2	14	-	-	1	-	-
<i>Pellonaflavippinis</i> (Valenciennes, 1836)	-	20	-	-	-	43	15	10	4	1	-	41
OSTEOGLOSSIFORMES												
OSTEOGLOSSIDAE												
<i>Osteoglossumbicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	1	-	7	4	-	-	11	1	2	7	1	-
CHARACIFORMES												
ERYTHRINIDAE												
<i>Hoplasmalabaricus</i> (Bloch, 1794)	1	-	-	-	-	-	4	1	-	1	11	-
<i>Hoplerythrinusunitaeniatus</i> (Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
ANOSTOMIDAE												
<i>Laemolytataeniata</i> (Kner, 1859)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Anostomoideslaticeps</i> (Eigenmann, 1912)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

<i>Leporinusfasciatus</i> (Bloch, 1794)	-	-	-	-	-	1	4	-	-	1	-	-
<i>Leporinusfriderici</i> (Bloch, 1794)	11	-	2	2	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>Leporinustrifasciatus</i> (Steindachner, 1876)	6	6	4	2	-	1	3	-	-	2	-	-
<i>Rhytiodusmicrolepis</i> (Kner, 1858)	3	10	9	9	-	2	60	3	2	5	19	1
<i>Schyzodonfasciatus</i> (Spix&Agassiz, 1829)	10	5	2	5	-	6	19	4	12	7	-	3
<i>Schyzodonvittatum</i> (Valenciennes, 1850)	3	1	-	-	-	-	23	4	6	4	5	-
HEMIODONTIDAE												
<i>Anoduselongatus</i> (Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiodusunimaculatus</i> (Bloch, 1794)	6	-	-	-	-	-	1	4	1	2	-	5
<i>Hemiodusmicrolepis</i> (Kner, 1858)	-	6	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiodus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	13	-	3	2	-	-
PROCHILODONTIDAE												
<i>Prochilodusnigricans</i> (Agassiz, 1829)	-	11	-	6	-	5	18	3	5	18	23	10
<i>Semaprochilodusinsignis</i> (Jardine &Schomburgk, 1841)	1	-	2	26	-	-	10	-	4	56	1	2
<i>Semaprochilodustaeniurus</i> (Valenciennes, 1817)	-	-	-	-	-	-	37	45	3	-	23	2
CURIMATIDAE												
<i>Curimata vittata</i> (Kner, 1858)	1	-	8	3	-	-	1	7	0	3	-	-
<i>Curimatelameyeri</i> (Steindachner, 1882)	6	2	-	-	-	-	22	8	-	6	6	3
<i>Potamorhinaaltamazonica</i> (Cope, 1878)	15	16	3	13	-	-	199	7	20	30	8	10
<i>Potamorhinalator</i> (Spix&Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	-	9	2	1	13	2	7
<i>Potamorhinapristigaster</i> (Steindachner, 1876)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-
<i>Psectrogasteramazonica</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	2	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psectrogaster</i> spp	-	-	-	-	-	-	5	-	-	2	-	-

<i>Psectrogasterrutiloides</i> (Kner, 1858)	58	42	-	-	3	1	6	7	2	11	3	-
ACESTRORHYNCHIDAE												
<i>Acestrorhynchusfalcirostris</i> (Cuvier, 1819)	13	-	13	7	-	2	58	16	10	21	-	1
<i>Acestrorhynchusfalcatatus</i> (Bloch, 1794)	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
BRYCONIDAE												
<i>Bryconamazonicus</i> (Spix&Agassiz, 1829)	3	10	10	6	-	-	18	1	3	8	-	-
CHARACIDAE												
<i>Roeboidesmyersii</i> (Gill, 1870)	7	1	-	-	-	-	11	4	2	0	3	2
<i>Chalceuseythrurus</i> (Cope, 1870)	1	1	18	22	-	-	1	1	2	5	-	-
<i>Chalceusmacrolepidotus</i> (Cuvier, 1816)												
TRIPORTHEIDAE												
<i>Agoniatesspp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Triportheusalbus</i> (Cope, 1872)	-	17	-	-	-	30	386	192	74	69	14	129
<i>Triportheusangulatus</i> (Spix&Agassiz, 1829)	27	26	16	43	-	17	149	27	22	92	21	129
<i>Triportheuselongatus</i> (Günther, 1864)	-	3	1	-	-	-	70	28	-	-	6	3
SERRASALMIDAE												
<i>Colossomamacropomum</i>	-	-	-	2	10	-	9	1	11	5	-	-
<i>Metynnisargenteus</i> (Ahl, 1923)	-	-	-	-	-	-	3	-	-	4	-	-
<i>Metynnishypsauchen</i> (Müller &Troschel, 1844)	-	-	-	-	-	-	6	1	1	1	-	-
<i>Myleusasterias</i> (Müller&Troschel, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Myleustorquatus</i> (Kner, 1858)	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mylossomaureum</i> (Agassiz, 1829)	4	-	-	-	-	7	21	-	-	-	14	1
<i>Mylossomaduriventri</i> (Cuvier, 1818)	9	2	7	-	4	8	72	4	22	15	26	5
<i>Piaractusbrachypomus</i> (Cuvier, 1818)	1	-	2	-	-	-	1	-	-	3	1	2

<i>Pygocentrusnattereri</i> (Kner, 1858)	-	14	2	5	-	2	36	1	29	35	-	15
<i>Serrasalmusaltispinis</i> (Jégu& Santos, 2000)	1	-	-	-	-	-	90	1	26	24	-	4
<i>Serrasalmuselongatus</i> (Kner, 1858)	12	5	2	-	1	1	17	-	1	5	1	-
<i>Serrasalmusrhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	16	38	1	1	-	3	7	1	3	8	-	2
<i>Serrasalmusmaculatus</i> (Kner, 1858)	6	2	7	23	-	-	74	3	88	46	1	2
CYNODONTIDAE												
<i>Rhaphiodonvulpinus</i> (Spix&Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<i>Cynodongibbus</i> (Spix&Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Hydrolycuscomberoides</i> (Cuvier, 1816)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
SILURIFORMES												
AUCHENIPTERIIDAE												
<i>Ageneiosusinermis</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	8	14
<i>Ageneiosusucayalensis</i> Castelnau, 1855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8
<i>Ageneiosusnuchalis</i> (Spix&Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>Trachelyopterusgaleatus</i> (Linnaeus, 1766)	-	2	1	3	-	-	-	-	-	-	21	-
<i>Trachelyopterus</i> spp.							4	1	1	-	22	2
CALLICHTHYIDAE												
<i>Holplosternumlitoralle</i> (Hancock, 1828)	1	1	1	1	1	1	10	-	-	-	23	-
DORADIDAE												
<i>Oxidorasníger</i> (Valenciennes, 1821)	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1
<i>Pterodoraslentiginosus</i> (Eigenmann, 1917)	-	15	1	-	-	-	-	-	-	-	97	9
<i>Pterodorasspp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-
HYPOPHTHALMIDAE												
<i>Hypophthalmusedendatus</i> (Spix&Agassiz, 1829)	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1

LORICARIIDAE

<i>Liposarcuspardalis</i> (Castelnau, 1855)	1	7	-	-	-	-	-	-	-	1	6	-
<i>Loricariacataphracta</i> (Linnaeus, 1758)	-	2	2	15	-	-	1	3	1	1	2	2
<i>Loricariaspp.</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Hypoptopomagulare</i> (Cope,1878)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ancistrusspp.</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Rineloricariaspp.</i>	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	3
<i>Squaliformaemarginata</i> (Valenciennes,1840)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-

PIMELODIDAE

<i>Calophysusmacropterus</i> (<u>Lichtenstein</u> , 1819)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Pimelodusblochii</i> (Valenciennes,1840)	-	4	1	1	-	1	3	1	1	-	52	2
<i>Pininampuspirinampu</i> (Spix& Agassiz,1829)	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pimelodinaflavipinnis</i> (Steindachner, 1877)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Pseudoplatystomafasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudoplatystomatigrinum</i> (Spix&Agassiz, 1829)	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2	15	-	1	-	-	1	-	-	-	9	1

GYMNOTIFORMES**RHAMPHICHTHYIDAE**

<i>Rhamphichthysrostratus</i> (Linnaeus, 1766)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

APTERONOTIDAE

<i>Sternarchellaschotti</i> (<u>Steindachner</u> , 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Parapteronotushasemani</i> (Ellis, 1913)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

STERNOPYGIDAE

<i>Eigenmanniaspp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PERCIFORMES**SCIANIDAE**

<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	3	7	-	-	1	3	4	-	-	2	-	5
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CICHLIDAE

<i>Acarichthys heckelii</i> (Muller & Troschel, 1849)	2	-	-	1	-	-	27	14	1	44	1	-
---	---	---	---	---	---	---	----	----	---	----	---	---

<i>Acaronianassa</i> (Heckel, 1840)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
-------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Astronotus crassipinnis</i> (Heckel, 1840)							1	-	-	-	-	-
---	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---

<i>Chaetobranchopis orbiculares</i> (Steindachner, 1875)	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Cichlasoma amazonarum</i> (Kullander, 1983)											3	-
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

<i>Cichlamonoculus</i> (Spix & Agassiz, 1831)	-	-	-	11	-	-	3	1	2	6	-	-
---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Cichla ocellaris</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)	-	1	-	-	-	-	2	6	1	1	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Heros severus</i> (Heckel, 1840)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-
-------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Mesonauta festivum</i> (Heckel, 1840)	1	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Mesonauta</i> spp.							11	27	2	-	-	-
-----------------------	--	--	--	--	--	--	----	----	---	---	---	---

<i>Pterophyllum scalare</i> (Schultze, 1823)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	-	3	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TOTAL	1088									4039		
--------------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--

Apêndice 2. Valores médios das variáveis ambientais mensuradas nos lagos manejados, preservados e de uso comercial na ilha da Paciência, Iranduba, Amazonas.

	Oxigênio dissolvido	pH	Temperatura (°C)	Profundidade (m)	Transparência (cm)
Manejo 1	1.24	7.44	29.98	3.45	132.5
Manejo 2	1.92	7.525	29.71	3.145	126
Preservado 1	2.41	7.58	31.64	1.42	67
Preservado 2	2.41	7.16	29.7	1.96	93.7
Uso comercial 1	0.31	7.32	29.83	1.175	42
Uso comercial 2	2.695	7.725	29.125	1.825	60.7