

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**REFÚGIOS PARA PEIXES NA SECA EM UM LAGO DE VÁRZEA:
IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO PESQUEIRO NA AMAZÔNIA CENTRAL**

MARIANA MADALENA DE SOUSA

Manaus, Amazonas

Julho, 2019

MARIANA MADALENA DE SOUSA

**REFÚGIOS PARA PEIXES NA SECA EM UM LAGO DE VÁRZEA:
IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO PESQUEIRO NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Orientador: DR. BRUCE RIDER FORSBERG
Coorientador: Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia (Ecologia)

Manaus, Amazonas

Julho, 2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA DO INSTITUTO NACIONAL
DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA.

Aos 10 dias do mês de julho do ano de 2019, às 09h00min, no Auditório da Pós-Graduação, Campus I, INPA/ALEIXO. Reuniu-se a Comissão Examinadora de Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: o(a) Prof(a). Dr(a). **Jansen Alfredo Sampaio Zuanon**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, o(a) Prof(a). Dr(a). **Cristhiana Paula Röpke**, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, e o(a) Prof(a). Dr(a). **Flávia Kelly Siqueira de Souza**, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, tendo como suplentes o(a) Prof(a). Dr(a). Urbano Lopes da Silva Júnior, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, e o(a) Prof(a). Dr(a). Álvaro Carvalho de Lima, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM sob a presidência do(a) primeiro(a), a fim de proceder a arguição pública do trabalho de **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MARIANA MADALENA DE SOUSA**, intitulado: " REFÚGIOS PARA PEIXES NA SECA EM UM LAGO DE VÁRZEA: IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO PESQUEIRO NA AMAZÔNIA CENTRAL ", orientado(a) pelo(a) Prof(a). Bruce Rider Forsberg, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA e Coorientado(a) pelo(a) Prof(a). Dr(a) Carlos Edwar de Carvalho Freitas, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM.

Após a exposição, o(a) discente foi arguido(a) oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final:

APROVADO(A)

REPROVADO(A)

POR UNANIMIDADE

POR MAIORIA

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof(a).Dr(a). JANSEN ALFREDO SAMPAIO ZUANON

Prof(a).Dr(a). CRISTHIANA PAULA RÖPKE

Prof(a).Dr(a). FLÁVIA KELLY SIQUEIRA DE SOUZA

Prof(a).Dr(a). URBANO LOPES DA SILVA JÚNIOR

Prof(a).Dr(a). CARVALHO DE LIMA



Coordenação PPG-ECO/INPA

S725r Madalena de Sousa, Mariana

Refúgios para peixes na seca em um lago de várzea: implicações para o manejo pesqueiro na Amazônia Central / Mariana Madalena de Sousa; orientador Bruce Rider Forsberg; coorientador Carlos Edwar de Carvalho Freitas. -- Manaus: [s.l.], 2019. 58 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ecologia) -- Coordenação do Programa de Pós-Graduação, INPA, 2019.

1. Ictiofauna. 2. Limnologia. 3. Períodos hidrológicos. 4. Habitat. I. Forsberg, Bruce Rider, orient. II. Freitas, Carlos Edwar de Carvalho, coorient. III. Título.

CDD: 598

Sinopse:

Estudou-se neste trabalho possíveis refúgios para peixes, durante a seca, no lago Janauacá, Manaquiri-AM, através de variáveis físico-químicas (temperatura, oxigênio dissolvido e material particulado em suspensão) e morfométricas (profundidade). Captura Por Unidade de Esforço e diversidade dos peixes nas regiões do lago também foram avaliadas.

Palavras-chave: Ictiofauna, limnologia, períodos hidrológicos, habitat.

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha mãe, Sônia

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos e meus orientadores, Dr. Bruce Rider Forsberg e Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas por permitirem que este trabalho acontecesse. Ao Dr. Bruce que esteve comigo desde o começo e acreditou em mim quando minha ideia era trabalhar com outro assunto, e não desistiu quando tivemos que mudar o foco, muito obrigada. Ao Dr. Carlos que também acreditou, investiu nesta pesquisa, muito obrigada.

Agradeço à minha família pelo total apoio e suporte de sempre. Agradeço a todos os meus amigos que participaram desta fase comigo, os que estão longe, os que moram e moraram comigo, os que fiz em Manaus fora do Mestrado e principalmente aos meus amigos do Mestrado. Ao Belmiro, obrigada pela paciência, carinho e companheirismo. À Amora, Caramelo, Pretinha, Bono, Dand, Nerudão, Monstro, Ritinha, Cachorro e todos os outros cachorros e gatos que convivi esse tempo, obrigada por tornarem este processo mais tranquilo e feliz.

Agradeço às pessoas que contribuíram com este trabalho: Raimundo e dona Lúcia, obrigada por me receberem no flutuante de vocês, para que esta pesquisa acontecesse. Aos irmãos do Raimundo: Marechal e Evilázio, que acompanharam todo este processo, obrigada pelas conversas, ensinamentos e toda a vivência. Obrigada aos amigos e família do Raimundo que sempre iam ao flutuante, e de certa forma eu aprendia muito também. Obrigada Paulinho e Meire, por me receberem do outro lado do lago, pela imensa generosidade e simplicidade. Maik, Dani, Mirela, Gedeão e Maísa, obrigada por me fazerem sentir em casa e parte da família de vocês.

Agradeço aos pescadores Raimundo e José pelos ensinamentos e ajuda no campo. Obrigada pelas aventuras. Ao João Rocha, obrigada pelas experiências e por me ajudar sempre quando eu precisava. Ao Minhoca, Dani e Jonis, obrigada por me ajudarem bastante, lendo meu trabalho, arrumando os sensores, conversas e muito mais. Obrigada Lis pela força, conversas e ajuda. Obrigada João Batista por me levar e ir buscar cedinho no porto, sempre com muito bom humor. Agradeço à professora Dr^a. Flávia Souza, Chiara, Lawrence Ikeda (Toshiba) da Fish TV, pela ajuda com a identificação dos peixes. Obrigada professor Dr. Jansen pela ajuda com

o delineamento do projeto. Agradeço a todos que passaram pela minha vida durante esta fase, que de certa forma contribuíram com este trabalho.

RESUMO

Na estação de águas baixas, a retração do ambiente aquático aumenta a densidade de peixes, tornando-os mais vulneráveis à pesca. Além disso, é esperado um aumento das interações bióticas, como competição e predação, e intensificação dos efeitos de fatores abióticos que podem atingir limites críticos, como por exemplo: oxigênio dissolvido (OD), temperatura e material particulado em suspensão (MES). Diante disso, alguns peixes buscam estratégias para sobreviver a estes períodos, seja com adaptações fisiológicas ou buscando refúgios. O lago Janauacá, localizado em Manaquiri-AM, é um lago misto de várzea e ria, este último circundado por área que não é anualmente inundada, denominada de terra firme. Os lagos do tipo ria são formados pelo alagamento de vales fluviais, têm formato dendrítico e tendem a ser mais fundos e íngremes que os lagos de várzea (marginais ou de ilhas). Este trabalho buscou identificar no lago Janauacá, locais de refúgio para peixes no período de seca, que podem ser importantes para estratégias de manejo pesqueiro. Para isto, o lago foi dividido entre região norte (lago de várzea) e sul (lago de ria). Foram realizados quatro eventos de coletas de dados, dois na vazante e dois na seca, sendo oito pescarias por coleta, totalizando 32 pescarias (16 na região norte e 16 na sul). Os peixes foram coletados com uma bateria de malhadeiras, composta por quatro redes de espera de nylon com monofilamentos diferentes entre si, totalizando 20 m de comprimento e 2 m de altura. As redes ficaram imersas por 24h com despesca a cada seis horas. Enquanto as redes ficaram armadas foram caracterizadas as condições ambientais como temperatura, OD, MES e profundidade. Ao final de cada pescaria, os peixes foram identificados e foram tiradas fotos para confirmar identificação efetuada em campo. A partir disso, a Captura Por Unidade de Esforço (CPUE) (nº de peixes /área total da malhadeira) foi estimada. CPUE e diversidade dos peixes foram analisadas quanto às variáveis ambientais mensuradas nas duas regiões e por períodos hidrológicos. A região norte do lago, na seca, apresentou níveis altos de MES, temperatura e níveis baixos de OD, assim, de acordo com os peixes encontrados nessa região, o norte do lago pode ser refúgio para espécies que buscam proteção contra predadores e que são adaptadas a concentrações menores de OD. Já a parte sul do lago, no mesmo período hidrológico, apresentou níveis maiores de OD, profundidade e menores de MES e temperatura, condições adequadas para espécies intolerantes à hipóxia e

predadores visuais. A CPUE se relacionou positivamente com OD e foi maior no sul do lago. Já a diversidade foi diferente nas duas regiões de coleta, mas não apresentou relação significativa com as variáveis ambientais testadas. Por ser maior em lugares com vegetação alagada, foi maior na parte norte durante a vazante, porém durante a seca as regiões não apresentaram diversidade entre si, já que o ambiente disponível é água aberta, sem vegetação. Visto que as duas regiões do lago demonstraram ser refúgios para espécies de peixes importantes comercialmente, é interessante que lagos misto de várzea e ria constituam alvos de proteção, principalmente na seca, onde as condições são mais limitantes e os peixes estão mais vulneráveis à pesca.

ABSTRACT

In the low water season, the retraction of the aquatic environment increases the density of fish, making them more vulnerable to fishing. In addition, an increase in biotic interactions such as competition and predation, and intensification of the effects of abiotic factors that may reach critical limits, such as dissolved oxygen (DO), temperature and total solid suspension (TSS), is expected. Given this, some fish seek strategies to survive these periods, either with physiological adaptations or seeking refuge. Lake Janauacá, located in Manaquiri-AM, is a mixed lake of floodplain and ria, the latter surrounded by an area that is not annually flooded, called terra firme. Ria lakes are formed by flooding of river valleys, are dendritic in shape and tend to be deeper and steeper than floodplain lakes (marginal or island lakes). This work aimed to identify in Janauacá Lake, places of refuge for fish in the low water season, which may be important for fisheries management strategies. For this, the lake was divided between northern region (floodplain lake) and south (ria lake). Four data collection events were conducted, two in falling water and two in low water, eight fisheries per collection, totaling 32 fisheries (16 in the north and 16 in the south). The fish were collected with a mesh battery, composed of four nylon waiting nets with different monofilaments, totaling 20 m in length and 2 m in height. The nets were immersed for 24 hours with fishing every six hours. While the nets were armed, environmental conditions such as temperature, DO, TSS and depth were characterized. At the end of each fishery, the fish were identified and photos were taken to confirm field identification. From this, the Capture Per Effort Unit (CPUE) (number of fish / total mesh area) was estimated. CPUE and fish diversity were analyzed for environmental variables measured in both regions and by hydrological periods. The northern lake region, in the low water season, presented high TSS, temperature and low DO levels, so, according to the fish found in this region, the northern lake can be a refuge for species that seek protection from predators and are adapted to lower concentrations of DO. The southern part of the lake, in the same hydrological period, presented higher levels of DO, depth and lower of TSS and temperature, suitable conditions for hypoxia intolerant species and visual predators. CPUE was positively related to DO and was higher in the south of the lake. The diversity was different in the two collection regions, but did not present significant relationship with the environmental variables tested. Being larger in places with

flooded vegetation, it was higher in the northern part during the falling water, but during the low water the regions did not present diversity among themselves, since the available environment is open water, without vegetation. Since both regions of the lake have been shown to be havens for commercially important fish species, it is interesting that mixed floodplain and ria lakes provide protection targets, especially in low water, where conditions are more restrictive and fish are more vulnerable to fishing.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Figuras.....	xii
Introdução.....	13
Objetivos.....	17
Objetivo geral.....	17
Objetivos específicos.....	17
Material e métodos.....	18
Área de estudo.....	18
Delineamento amostral.....	20
Coleta de material biótico.....	20
Coleta de material abiótico.....	21
Análise dos dados.....	22
Resultados.....	23
Discussão.....	33
Conclusão.....	39
Referências bibliográficas.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teste de correlação entre as variáveis ambientais: $MES_{méd}$ (média do material particulado em suspensão), $Z_{max_{méd}}$ (média da profundidade máxima), $OD_{méd}$ (média do oxigênio dissolvido) e $T_{méd}$ (média da temperatura).....	23
Tabela 2: Lista das espécies de peixes coletadas no lago Janauacá-AM.....	26
Tabela 3: Espécies coletadas durante a vazante nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM.....	30
Tabela 4: Espécies coletadas durante a seca nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM.....	30
Tabela 5: Índice de diversidade média ($H'_{méd}$), CPUE média, abundância (N) e riqueza (S), dos períodos vazante e seca (N+S = norte e sul).....	32
Tabela 6: Índice de diversidade média ($H'_{méd}$), CPUE média, abundância (N) e riqueza (S), da região norte e sul durante a vazante e seca (NV: norte-vazante, SV: sul-vazante, NS: norte-seca, SS: sul-seca).....	32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Localização do Lago Janauacá (modificado de Drapeau *et al.*, 2011).....19
- Figura 2: Mapa batimétrico do Lago Janauacá (modificado de Pinel, S. e Bonnet, M., dados não publicados) e locais de coleta: região norte – P1 a P4, P9 a P12, P17 a P20 e P25 a P28; região sul – P5 a P8, P13 a P16, P21 a P24, P29 a P32.....19
- Figura 3: Variação na composição e estado de inundação de habitats naturais na várzea do Lago Janauacá (Hess *et al.*, 2003).....20
- Figura 4: Média da temperatura e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Janauacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 30.75°C, $\sigma=1.29$; S-V: sul-vazante, 30.43°C, $\sigma=1.29$; N-S: norte-seca, 30.52°C, $\sigma=1.39$; S-S: sul-seca, 29.89°C, $\sigma=1.51$).....24
- Figura 5: Média do oxigênio dissolvido e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Janauacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 4.14mg/L, $\sigma=0.7$; S-V: sul-vazante, 2.97mg/L, $\sigma=1.54$; N-S: norte-seca, 4.48mg/L, $\sigma=1.36$; S-S: sul-seca, 6.38mg/L, $\sigma=0.56$).....24
- Figura 6: Média do material particulado em suspensão e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Janauacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 4.73mg/L, $\sigma=2.81$; S-V: sul-vazante, 2.65mg/L, $\sigma=1.76$; N-S: norte-seca, 171.77mg/L, $\sigma=60.30$; S-S: sul-seca, 55.63mg/L, $\sigma=12.40$).....25
- Figura 7: Média da profundidade máxima e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Janauacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 4.01m, $\sigma=1.82$; S-V: sul-vazante, 5.49m, $\sigma=1.8$; N-S: norte-seca, 1.69m, $\sigma=0.46$; S-S: sul-seca, 1.81m, $\sigma=0.67$).....25
- Figura 8: Curva do coletor: 32 pontos de coleta com 85 espécies de peixes coletadas.....26
- Figura 9: Quantidade de peixes coletados nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM.....29
- Figura 10: Número de espécies de peixes coletados durante a vazante (a) e seca (b) nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM (N- norte, S- sul).....30
- Figura 11: CPUE (captura por unidade de esforço) relacionada com OD_{méd} (média do oxigênio dissolvido) ($p=0.0192$). Legenda: ponto preto: NV (norte-vazante), vermelho: SV (sul-vazante), verde: NS (norte-seca), azul: SS (sul-seca).....32
- Figura 12: H' (índice de diversidade de Shannon) relacionado com a região de coleta por período hidrológico. Lê-se: Região de coleta.período: N.V (norte-vazante), S.V (sul-vazante), N.S (norte-seca), S.S (sul-seca) (norte: $p= 4.76*10^{-5}$, sul: $p= 0.009$)..33

INTRODUÇÃO

O bioma amazônico é um dos mais produtivos e íntegros do planeta (Santos e Santos, 2005). Detém uma extensa e complexa rede hidrográfica que devido a sua heterogeneidade ambiental comporta a ictiofauna de água doce com maior biodiversidade do mundo (Sioli, 1984; Goulding, 1999; Stiassny, 1999; Saint-Paul, 2000; Santos e Santos, 2005). A Bacia Amazônica tem as maiores taxas de consumo de pescado *per capita* e a pesca é uma das principais atividades econômicas nesta área (Fisher *et al.*, 1992; Ruffino e Isaac, 1994; Barthem, *et al.*, 1997; Cerdeira *et al.*, 1997; Batista, 1998; Batista *et al.*, 2004; Sousa, 2009; Batista *et al.*, 2012). Porém, devido a intensidade da pesca e a complexidade dos ecossistemas aquáticos, as práticas de manejo são desafiadoras (Mérona, 1995; Santos e Santos, 2005).

Desde 1960, com as novas tecnologias de pesca, de armazenamento de peixes e políticas de fomento do setor pesqueiro, a pesca na Amazônia vem se intensificando (Amaral e Badocha, 2004) e alguns estoques de peixes vem sendo excessivamente explorados (Barthem, 1990; Barthem e Petrere Jr., 1995; Neves, 1995; Isaac e Ruffino, 1996; Isaac *et al.*, 1998; Welcomme, 1999; Ruffino, 2004; Castello *et al.*, 2011; Castello e Stewart, 2010; Campos *et al.*, 2015), alterando estrutura demográfica e tamanho das populações (Ruffino *et al.*, 2012). Em contrapartida, Pikitch *et al.* (2004) sugeriram que, para prevenir crises pesqueiras, a gestão da pesca deve ser baseada na dinâmica dos ecossistemas, onde o conhecimento tradicional e dados científicos em conjunto fornecem base para o entendimento dessa dinâmica e subsidia as decisões e práticas de manejo, visando manter os ecossistemas aquáticos e seus estoques pesqueiros saudáveis.

A pesca na Amazônia é regida por várias leis, portarias, decretos e outras normas (Amazonas, 2001; Brasil, 1988, 2007, 2009) e é considerada uma das principais atividades econômicas na região de várzea (Bayley e Petrere Jr., 1989; Batista, 1998; McGrath *et al.*, 1993; Barthem e Fabr e, 2004; Ruffino, 2000; McGrath *et al.*, 2004; Oliveira e Cunha, 2000; Smith, 2000; Almeida *et al.*, 2001; Almeida *et al.*, 2004). As várzeas são consideradas as áreas mais produtivas da Amazônia (Junk, 1984; Bayley e Petrere Jr., 1989; Nolan *et al.*, 2008) abrigando várias espécies de peixes de importância comercial (Batista *et al.*, 2012) e provendo 90% da captura total na região (Petrere Jr., 1992; Petrere Jr., 1978a, b; Batista, 1998; Batista e Petrere Jr., 2007). Devido   abundância de recursos naturais, solos de boa qualidade, acesso

rápido ao rio (principal via de transporte) e disponibilidade de alimento, as várzeas das margens do Rio Solimões foram e são bastante ocupadas desde antes da colonização portuguesa (Acunã, 1891; Bessa-Freire, 1991), por populações que dependem do peixe como principal fonte proteica (Goulding, 1980; Sioli, 1985; Goulding, 1981; Jesus *et al.*, 1991; Batista *et al.*, 2012).

A pesca nas várzeas é tipicamente artesanal e é realizada por três grupos distintos de pescadores: (i) pescador-agricultor, que tem a agricultura de várzea como fonte de renda mais importante e pesca para consumo familiar diário, (ii) pescador local e (iii) pescador profissional, ambos dos quais pescam por fins comerciais (Petre Jr., 1990; McGrath *et al.*, 1997; Batista *et al.*, 1998). Sendo assim, zonas de pesca de uso comum vão sendo delimitadas pelos pescadores, onde áreas de rio são mais acessíveis que lagos e outros corpos d'água, associando estas diferenças de acesso a apropriação de espaço tendo como foco o recurso pesqueiro (Diegues, 2000; Batista *et al.*, 2012).

Neste sentido, existem vários acordos informais e formais de uso das áreas de pesca, como rodízio de uso (Fabrè *et al.*, 2001), áreas de uso exclusivo de comunidades (Almeida *et al.*, 2002) e áreas com sérias restrições de uso (Ribeiro e Fabrè, 2003; Isaac e Pinheiro, 2003). No Rio Solimões e Purus existem áreas de pesca onde o acesso a pescadores só é permitido através de pagamento ou troca de mercadorias (Batista *et al.*, 2012), sendo alguns acordos já reconhecidos pelo estado do Amazonas (Amazonas 2013, 2014). De 1995 a 2006, o IBAMA regulamentou 35 acordos de pesca e, segundo os pescadores, após a implementação destes, os conflitos reduziram enquanto a gestão participativa e a produtividade da pesca aumentaram (Aquino, 2007).

As estratégias dos pescadores e comunidades a fim de manejar a pesca representam um experimento de gestão de áreas pelos próprios usuários guiadas por observações da ecologia do local (Castro e McGrath, 2003). Ainda que a legislação e pesquisas científicas auxiliem no manejo da pesca, o conhecimento de comunidades ribeirinhas é igualmente importante, pois garante base de informações para pesquisas científicas (Diegues, 2000; Batistella *et al.*, 2005). Entretanto, para a criação de normas de manejo que levem à manutenção dos estoques pesqueiros é preciso dados sobre o comportamento das populações de peixes e entender a dinâmica dos ecossistemas aquáticos (Batista *et al.*, 2012).

A Amazônia apresenta particularidades como o seu ciclo hidrológico anual que causa variações de cerca de 10 m no nível de água do Rio Solimões e cria um complexo mosaico de ambientes aquáticos nas várzeas, determinante para a diversidade e a dinâmica de peixes que ocorrem na bacia. Durante a subida das águas, enchente e cheia, peixes e larvas migram ou são transportadas dos rios para as várzeas em busca de alimentos e proteção contra predadores (Goulding, 1980; Araújo-Lima, 1984, 1990; Junk, 1984; Petry, 1989), aumentando rapidamente a biomassa dos peixes nestas áreas (Goulding, 1999). Já com o declínio dos níveis de água, durante a vazante e seca, alguns peixes migram para canais de rios, onde a água e os predadores são abundantes, enquanto outras espécies residentes permanecem nos reduzidos ambientes que sobraram no lago (Batista *et al.*, 2012; Welcomme, 1985; Henderson e Robertson, 1999; Nolan *et al.*, 2008).

Neste período seco, a diminuição do nível de água faz com que a temperatura do local aumente, diminua a concentração de oxigênio, aumente a turbidez, causando altas taxas de mortalidade da fauna aquática, seja em lagos, rios ou outros tipos de ecossistemas aquáticos (Magoulick e Kobza, 2003; Matthews e Marsh-Matthews, 2003; Tramer, 1977, Welcomme, 1979; Junk, 1980). Por outro lado, os habitats diminuem de tamanho ou se perdem (Canton *et al.*, 1984; Stanley *et al.*, 1997; Matthews, 1998; Labbe e Fausch, 2000; Magoulick, 2000), aumentando a densidade de peixes (Canton *et al.*, 1984; Matthews, 1998; Matthews e Marsh-Matthews, 2003) e as interações como predação e competição por recursos (Zaret e Rand, 1971; Welcomme, 1979, Matthews, 1998; Harvey e Stewart, 1991; Schlosser *et al.*, 2000), além de influenciar na mudança de composição de espécies (Freitas *et al.*, 2012; Mérona e Gascuel 1993) e no tamanho corporal de peixes. Fabr e *et al.*, (2016) concluíram que condições extremas de seca se correlacionam negativamente com o tamanho dos peixes. É provável que com o aumento do volume de água na estação da cheia, as interações diminuam conforme os recursos estiverem disponíveis (Grossman *et al.*, 1998).

Muitos peixes amazônicos evoluíram estratégias para sobreviverem e explorarem recursos durante fenômenos naturais e distúrbios antropogênicos (Winemiller e Jepsen, 1998; Magoulick e Kobza, 2003; Hermann *et al.*, 2016), procurando refúgios ou se adaptando fisiologicamente durante esses eventos (Schlosser e Angermeier, 1995; Lancaster e Belyea, 1997; Rosenberger e Chapman,

2000). Segundo Lancaster e Belyea (1997), refúgios podem ser definidos espacial e temporalmente. Lugares de profundidades menores tem provavelmente temperaturas maiores e baixas concentrações de oxigênio dissolvido que providenciarão refúgio de pouco tempo (minutos ou horas). Já lugares mais extensos e ou profundos podem conter maior quantidade de água durante estações de seca, providenciando refúgio para peixes durante anos ou décadas.

Para os peixes que residem permanentemente nos lagos de várzea, a seca representa um distúrbio ambiental severo. Com a queda do nível da água, as florestas e bancos de capim que forneceram refúgios de predadores, alimentos e sombra na cheia, secam completamente, deixando somente ambientes de água aberta para se refugiar. Estas áreas podem variar muito em área superficial e profundidade, tendo uma forte influência sobre as variações de temperatura, oxigênio e turbidez encontradas.

Entre as áreas de água aberta, os lagos rias oferecem as melhores condições ambientais para algumas espécies. Estes lagos, formados pelo alagamento de vales fluviais durante o último período interglacial, têm formato dendrítico e tendem a ser mais fundos e íngremes do que os demais lagos na região (Irion *et al.*, 1997). Devido a essa maior profundidade, os lagos rias oferecem ambientes mais frios que atraem peixes de grande e médio porte, sensíveis ao calor na seca (Capone e Kushlan, 1991; Labbe e Fausch, 2000; Magoulick, 2000). Porém, não são muito atraentes para espécies de tamanhos pequenos devido à baixa turbidez (Forsberg *et al.*, 2017) e a presença de grandes predadores (Schlosser, 1987; Harvey e Stewart, 1991). Refúgios, como os lagos rias, podem ser muito importantes na estruturação das comunidades aquáticas (Magoulick e Kobza, 2003).

Na busca por refúgio durante períodos de vazante e seca peixes residentes, como pirarucu, tucunaré, aruanã, entre outros (Barthem e Goulding, 1997; Batista, 1998; Barthem e Fabré, 2004), apresentam migrações laterais (Welcomme, 1985) que parecem ser estimuladas primeiramente por mudança na disponibilidade de alimento (Shulman 1974; Saldaiia e Venables 1983). Além disso, outros fatores como: mudanças sazonais de profundidade, temperatura, gradiente de oxigênio e turbidez também são estímulos para peixes migrarem (Cox-Fernandes, 1997). Já alguns peixes que não tem condições fisiológicas de migrar, permanecem no lago e tem suas

chances de sobrevivência aumentadas, pois com a saída dos outros peixes há maior recomposição e quantidade de recurso disponível.

O Lago Janauacá-AM é um sistema misto de lago ria e várzea. Na parte norte é conectado ao Rio Solimões, já na parte sul, o lago ria, seus ramos de água são margeados por terra firme, apresentando maior profundidade, que favorecem a ocorrência de habitats refúgios durante estações de vazante e seca. Diante disso, historicamente ocorrem conflitos sobre o uso e gestão da pesca neste local. Um dos principais conflitos registrados na Amazônia foi a “Guerra do peixe”, que ocorreu no Lago Janauacá em 1973, entre pescadores e agricultores, que tem a pesca como recurso complementar a agricultura (Barthem *et al.*, 1997, Mourão e Oliveira, 2009). O motivo do conflito foi a invasão por pescadores comerciais na parte sul do lago, cujo ambiente profundo era considerado uma reserva por um acordo informal. Essa transgressão resultou em quebra de apetrechos de pesca, barcos e morte de pescadores e moradores locais (Soares, 2005; Mourão e Oliveira, 2009). Segundo Soares (2005) o conflito ainda persiste, seja demonstrado nas entrevistas da pesquisa ou em ações dos agricultores, que denominam a atividade de pesca como extrativista intensiva e ainda acusam os pescadores pela diminuição do tamanho dos peixes e esgotamento de cardumes.

A pesca é uma atividade muito importante na Amazônia que apresenta crises e conflitos pesqueiros por falta de manejo e políticas adequadas com base em conhecimentos locais e pesquisas científicas. Neste sentido, este trabalho visa a compreensão da dinâmica e condições que determinam locais de refúgio de peixes no Lago Janauacá, como subsidio para auxiliar a gestão pesqueira local.

OBJETIVOS

- Objetivo geral

Verificar se as regiões mais profundas de um lago tipo ria representam regiões de refúgio para a iciofauna do lago no período da seca.

- Objetivos específicos

1. Caracterizar as condições ambientais em áreas de água aberta favoráveis e não favoráveis para refúgio e sua variabilidade durante os períodos de vazante e seca, a partir de medidas de variáveis físico-químicas (como temperatura, oxigênio dissolvido e material particulado em suspensão) e morfométricas (profundidade);

2. Identificar e estimar a diversidade e CPUE de peixes no norte e sul do lago ao longo dos períodos de vazante e seca;
3. Comparar a diversidade e CPUE de peixes entre as áreas norte e sul do lago e períodos de vazante e seca;
4. Analisar o efeito das variáveis ambientais mensuradas na diversidade e CPUE dos peixes nas regiões norte e sul lago;

MATERIAL E MÉTODOS

- Área de estudo

O Lago Janauacá é um sistema misto de lago de ria e várzea localizado ao longo da planície de inundação sul do Rio Solimões, entre os municípios de Manaquiri e Careiro Castanho-AM, coordenadas 60°07' a 60°27' Longitude Oeste e 3°14' a 3°37' Latitude Sul (Mourão e Oliveira, 2009), e distante cerca de 40 km de Manaus, capital do Amazonas (Figura 1).

Está permanentemente conectado ao Rio Solimões por um canal, mais conhecido como paraná, de 12 km de comprimento, que recebe 93% de contribuição de água, sedimentos, matéria orgânica e nutrientes durante o período de águas altas da região, através do transbordo do rio para as áreas marginais onde ficam os lagos de várzea (Fisher e Parsley, 1979; Miranda, 2013; Bonnet *et al.*, 2017). O lago também recebe água, matéria orgânica e nutrientes, em menor quantidade, de sua rede de drenagem, circundada por áreas de terra firme (Fisher e Parsley, 1979; Silva, 2010; Bonnet *et al.*, 2017). A contribuição de água e sedimentos destas duas fontes varia conforme o pulso de inundação (Junk *et al.*, 1989), com maior contribuição do rio no período da cheia e dos igarapés em qualquer época de seca (Fisher e Parsley, 1979; Forsberg *et al.*, 1988; Silva, 2010; Miranda, 2013). A várzea, situada ao norte, mais rasa e tem uma grande formação de habitats que se tornam alagáveis em águas altas, como, herbáceas aquáticas, arbustos e florestas com águas abertas predominando na seca. O lago de ria, na parte sul, é mais profundo e dominado por água aberta cercada de terra firme, que não alaga (Figuras 2 e 3).

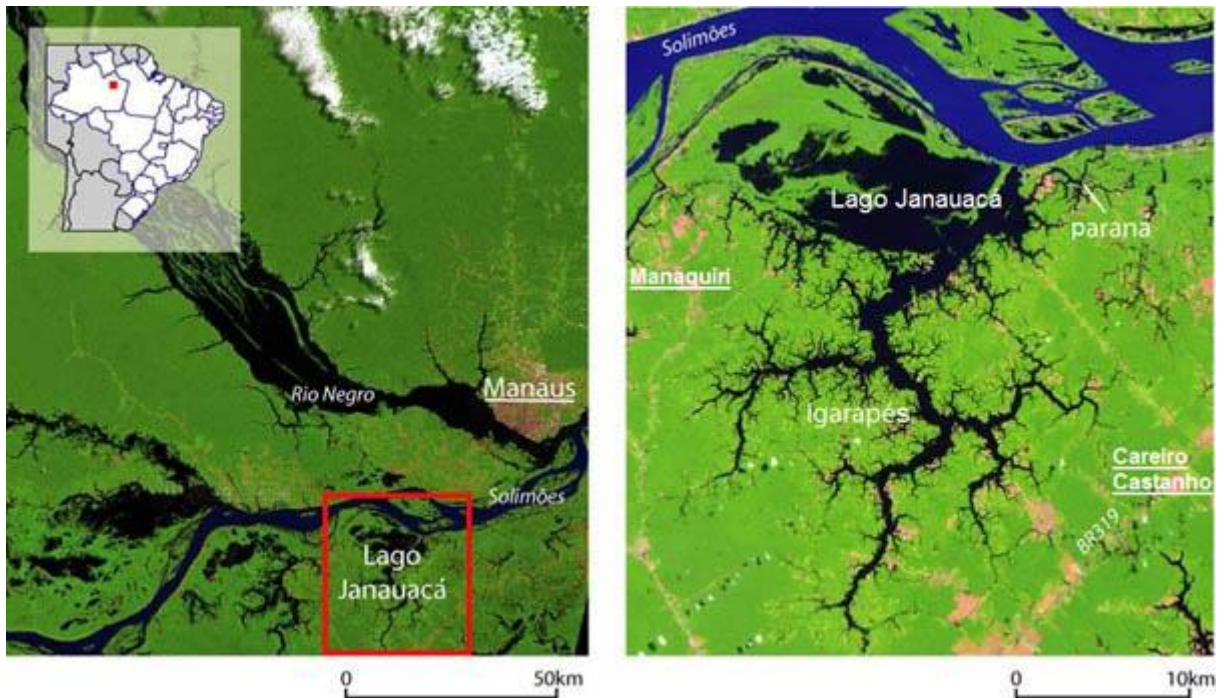


Figura 1: Localização do Lago Janauacá (modificado de Drapeau *et al.*, 2011).

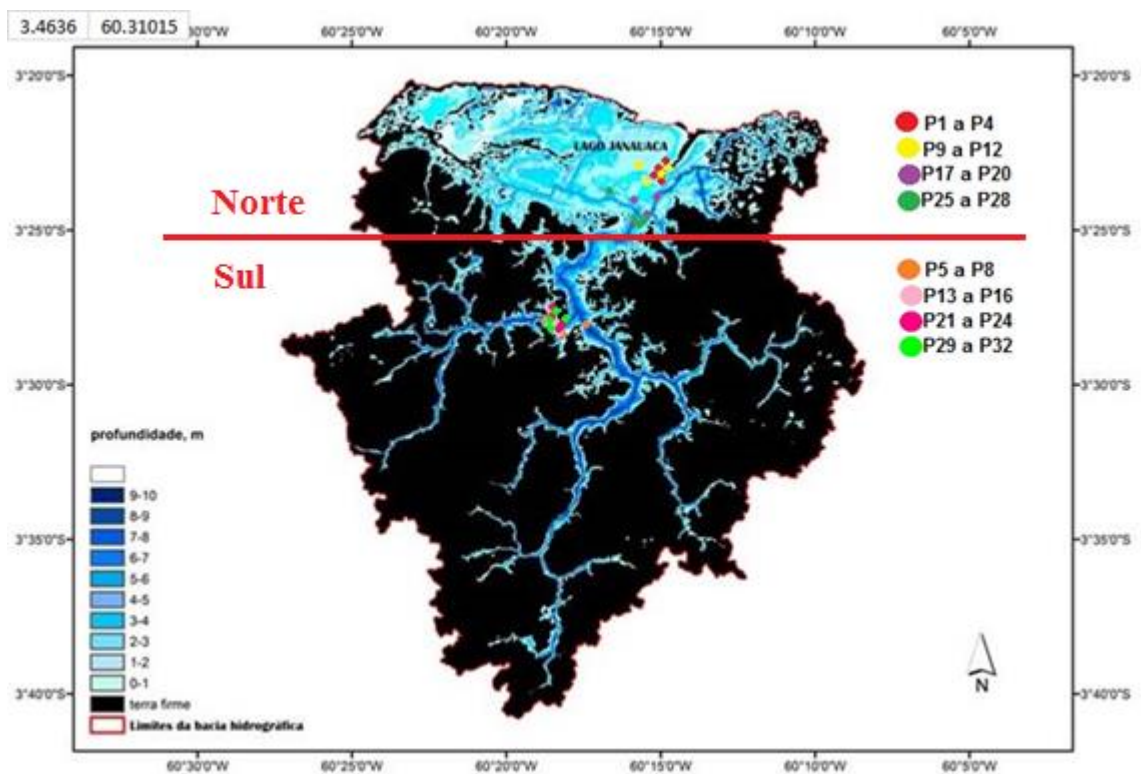


Figura 2: Mapa batimétrico do Lago Janauacá (modificado de Pinel, S. e Bonnet, M., dados não publicados) e locais de coleta: região norte – P1 a P4, P9 a P12, P17 a P20 e P25 a P28; região sul – P5 a P8, P13 a P16, P21 a P24, P29 a P32.

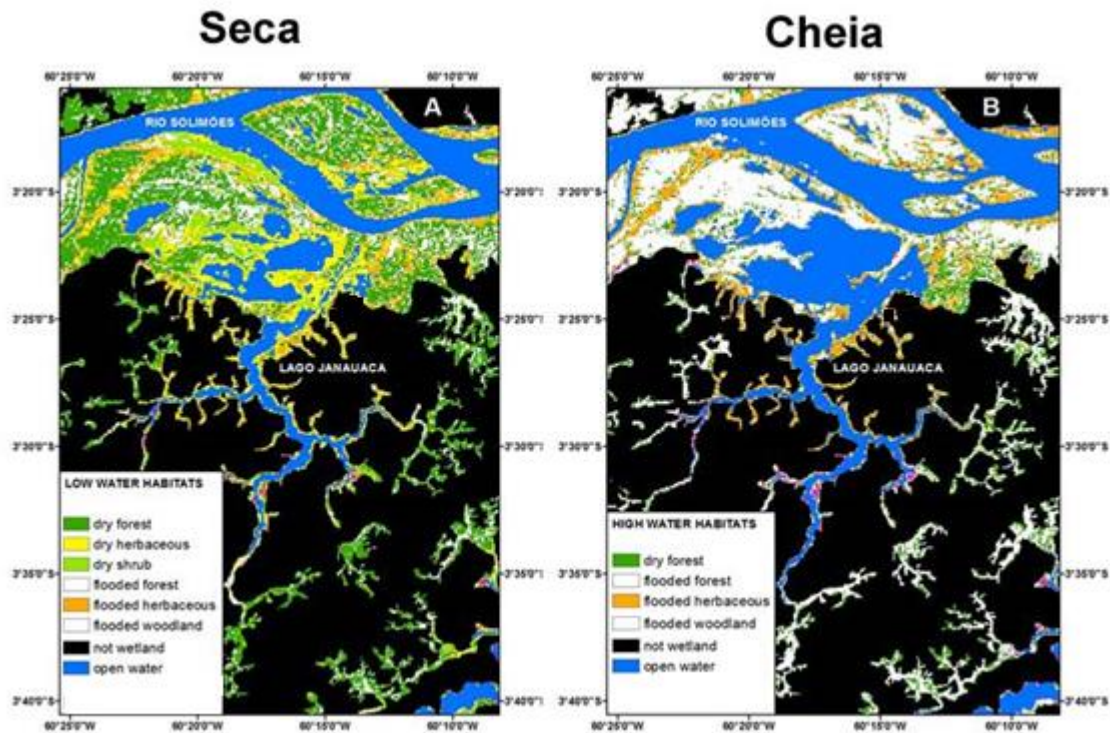


Figura 3: Variação na composição e estado de inundação de habitats naturais na várzea do Lago Janauacá. (Figura modificada de Hess *et al.*, 2003).

- Delineamento amostral

Coleta de material biótico

As coletas de peixes foram realizadas mensalmente de agosto a novembro de 2018 durante os períodos de vazante (agosto e setembro) e seca (outubro e novembro) (Bittencourt e Amadio, 2007).

Foram amostrados em cada área (norte e sul), 16 pontos com profundidades similares para peixes e variáveis ambientais em cada mês de coleta (Figura 2). Para a coleta de peixes em cada ponto foi utilizada uma bateria de malhadeiras, composta com 4 redes de espera de nylon, monofilamento de 60, 80, 100 e 120 mm entre nós opostos com 5 m de comprimento cada uma das redes, 20 m de comprimento total e 2 m de altura, totalizando uma área de 40m². Na vazante, as redes foram armadas nos habitats: herbácea aquática, floresta alta, arbusto e água aberta. Já na seca, as redes foram armadas apenas em área de água aberta, devido a ausência dos habitats encontrados nos meses de vazante. As redes foram armadas e ficaram imersas durante 24 horas seguidas, com despesca a cada 6 horas. Foi realizada a coleta de 4

pontos em cada área (norte e sul) por mês de coleta, totalizando 32 pontos coletados em 4 meses.

Segundo o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA, o eugenol é recomendável para eutanásia de peixes (Brasil, 2018) por não oferecer risco ao manipulador e ao meio ambiente (Inoue *et al.*, 2003; Iversen, *et al.*, 2003), por apresentar baixo custo (Inoue *et al.*, 2003), baixos valores residuais na carne (Inoue *et al.*, 2004) e elevada disponibilidade (Fabiani *et al.*, 2013). Portanto, os peixes que não morreram nas malhadeiras foram eutanasiados com a dosagem de 2 ml por litro de água. Ao final de cada pescaria, os peixes foram identificados e fotos foram tiradas para confirmação de identificação efetuada em campo. Posteriormente os peixes capturados foram distribuídos com a finalidade de alimentação à comunidade local.

Os procedimentos de coleta foram realizados de acordo com os Princípios Éticos de Experimentação Animal do Conselho Nacional de Controle e Experimentação Animal (CONCEA), pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do INPA e com licença para coleta emitido pelo SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (licença nº 60782-2) em nome de Mariana Madalena de Sousa.

Coleta de material abiótico

As variáveis ambientais também foram coletadas em cada ponto durante a coleta dos peixes. Temperatura e oxigênio dissolvido foram monitorados por 24h na superfície e no fundo da coluna de água com sensores autônomos com dataloger (RBRsolo-T, RBR Ltda e MiniDOT, PME, Inc., respectivamente). Quatro sensores foram amarrados a uma corda com um isopor grande em uma extremidade e colocados em imersão em profundidades diferentes. O isopor, que permitia que os sensores imersos não afundassem, foi amarrado a bateria de malhadeiras. O primeiro sensor foi colocado na profundidade de 0,25 m, o segundo em 1,5 m, o terceiro em 3 m e o quarto na profundidade máxima do ponto no lago. A profundidade que os sensores foram colocados variou conforme a profundidade do local. Sendo assim, houve variação do segundo ao quarto sensor, na época da seca, onde em alguns pontos com profundidades menores foram colocados apenas dois sensores.

A profundidade foi determinada com um sonar digital manual (NorCross Marine Products Inc.) e água superficial foi coletada para a determinação de material

particulado em suspensão, seguindo a metodologia de Meade (1985), através da pesagem das partículas recolhidas em filtro millipore HA com tamanho do poro de 0,45µm.

- Análise dos dados

Os peixes foram identificados através da comparação das fotos tiradas com o site do FishBase (www.fishbase.org) (Froese e Pauly, 2019), livros, artigos publicados (Santos, *et al.*, 2006; Soares *et al.*, 2008; Queiroz *et al.*, 2013; Mateussi *et al.*, 2018) e ajuda de especialistas quando necessário. Todos os peixes foram identificados até o menor grau taxonômico possível.

A abundância de peixes em cada ponto, normalizado por esforço de coleta, foi indicada pela CPUE (Captura por Unidade de Esforço). Foi padronizado o esforço de coleta em 24h com 40m² de malha. Assim, foi calculada a CPUE para os pontos e regiões, através da fórmula sugerida por Fontelles Filho (1989):

$$CPUEt = \sum Ci / fsi$$

Ci = Captura de cada rede

fsi= Esforço padronizado das redes

Portanto, a CPUE total das espécies de cada ponto foi mensurada através da soma do número de peixes capturados nas redes, dividida pela área total das mesmas (40 m²):

$$CPUE = n^{\circ} \text{ de indivíduos} / m^2 \cdot \text{dia}$$

Para caracterizar as condições ambientais das regiões norte e sul do lago e sua variabilidade através das variáveis ambientais físico-químicas (temperatura, oxigênio dissolvido e material particulado em suspensão) e morfométricas (profundidade) foi estimado a média de cada ponto coletado.

No teste de correlação das variáveis ambientais, a profundidade ($Z_{max_{méd}}$) demonstrou correlação negativa significativa com $MES_{méd}$, com $OD_{méd}$ e $T_{méd}$. Portanto a $Z_{max_{méd}}$ foi retirada dos posteriores testes estatísticos para obtermos os resultados (Tabela 1), já que a correlação varia de -1 (correlação perfeita negativa) a 1 (correlação perfeita positiva).

Tabela 1: Teste de correlação entre as variáveis ambientais: $MES_{méd}$ (média do material particulado em suspensão), $Z_{max_{méd}}$ (média da profundidade máxima), $OD_{méd}$ (média do oxigênio dissolvido) e $T_{méd}$ (média da temperatura).

	$MES_{méd}$	$Z_{max_{méd}}$	$OD_{méd}$	$T_{méd}$
$MES_{méd}$	-----	-0.58*	0.12	0.12
$Z_{max_{méd}}$		-----	-0.65*	-0.31*
$OD_{méd}$			-----	0.0024
$T_{méd}$				-----

A riqueza de espécies foi definida com o número de espécies encontrado em cada ponto e pode ser observada através da curva do coletor. A abundância simples foi determinada pela quantidade de indivíduos de uma espécie. Já a diversidade de cada ponto coletado foi determinada através do índice de Shannon (H') feito através do programa Past, versão 3.23 (Hammer *et al.* 2001). Para comparar a CPUE e diversidade de peixes entre as áreas norte e sul do lago durante os períodos de vazante e seca foram feitos testes-t, devido a distribuição normal dos dados, através do programa Past, versão 3.23 (Hammer *et al.* 2001).

Com o objetivo de testar as hipóteses de que abundância (representada pela CPUE) e a diversidade são distintas entre as regiões norte e sul do lago levando em consideração as variáveis ambientais nas épocas de vazante e seca, foi feita uma Análise de Covariância (ANCOVA) para CPUE e variáveis ambientais e uma Análise de Variância (ANOVA) para diversidade e variáveis ambientais usando o software RStudio (RStudio Team, 2015).

RESULTADOS

Os locais coletados no norte e sul do lago foram caracterizados quanto as condições ambientais (temperatura, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão e profundidade) durante os períodos de vazante e seca. Sendo assim, nota-se que não houve mudança significativa de temperatura da coluna d'água na região norte, porém a região sul apresentou menores valores de temperatura durante a seca (Figura 4). Já para o oxigênio dissolvido (OD) verifica-se uma maior quantidade na região norte do lago durante a vazante, que pouco muda no período seco. Porém, no sul do lago percebe-se uma mudança notável, passando a ficar com níveis maiores de OD, em relação ao norte do lago, durante o período seco (Figura 5). Tratando-se

dos níveis de material particulado em suspensão (MES), houve grande diferença em relação aos períodos coletados e os locais de coleta. As regiões norte e sul do lago apresentaram aumento de MES durante a variação de vazante para seca. Na vazante, houve pouca diferença entre norte e sul, já na seca essa diferença foi destacada, com a região norte apresentando níveis em torno de 171mg/L (Figura 6). Quanto a profundidade máxima (Zmax), a região sul apresentou maiores níveis que a região norte durante a vazante, já na seca, esta diferença não foi tão evidente (Figura 7).

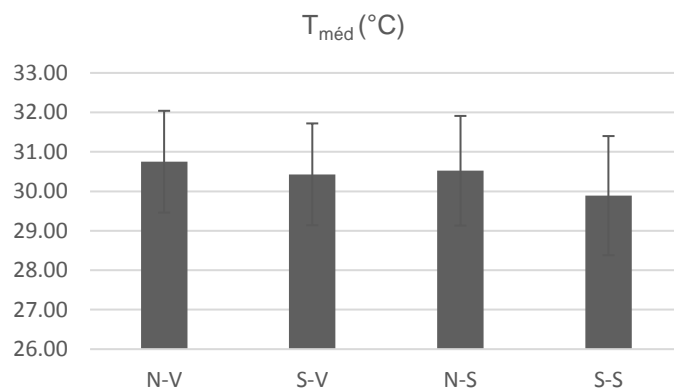


Figura 4: Média da temperatura e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Janauacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 30.75°C, $\sigma=1.29$; S-V: sul-vazante, 30.43°C, $\sigma=1.29$; N-S: norte-seca, 30.52°C, $\sigma=1.39$; S-S: sul-seca, 29.89°C, $\sigma=1.51$).

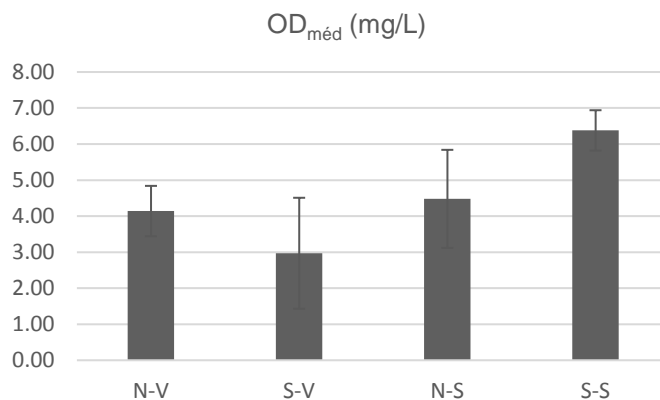


Figura 5: Média do oxigênio dissolvido e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Janauacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 4.14mg/L, $\sigma=0.7$; S-V: sul-vazante, 2.97mg/L, $\sigma=1.54$; N-S: norte-seca, 4.48mg/L, $\sigma=1.36$; S-S: sul-seca, 6.38mg/L, $\sigma=0.56$).

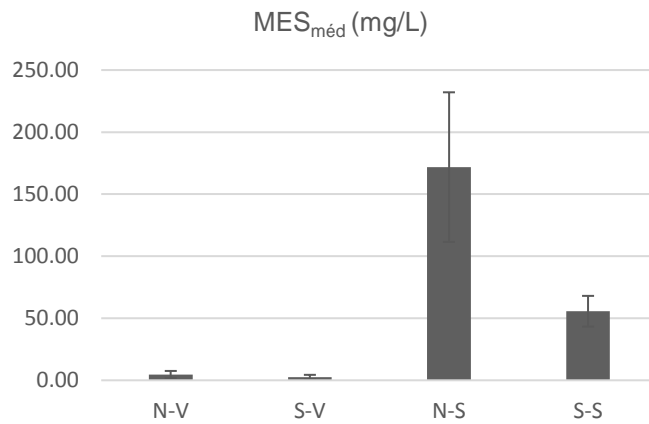


Figura 6: Média do material particulado em suspensão e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Januacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 4.73mg/L, σ =2.81; S-V: sul-vazante, 2.65mg/L, σ =1.76; N-S: norte-seca, 171.77mg/L, σ =60.30; S-S: sul-seca, 55.63mg/L, σ =12.40).

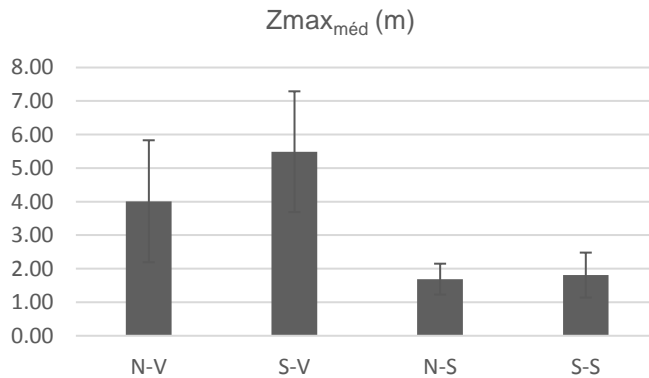


Figura 7: Média da profundidade máxima e desvio padrão (σ) dos pontos coletados no norte e sul no Lago Januacá-AM, durante os períodos de vazante e seca. (N-V: norte-vazante, 4.01m, σ =1.82; S-V: sul-vazante, 5.49m, σ =1.8; N-S: norte-seca, 1.69m, σ =0.46; S-S: sul-seca, 1.81m, σ =0.67).

Com 32 pontos de coleta, obtivemos uma parcial estabilização da curva do coletor (Figura 8). Foram coletadas 84 espécies de peixes (Tabela 2) durante os períodos de vazante e seca, nas regiões norte e sul, sendo *Pellona flavipinnis* o peixe mais coletado na região sul, com 382 indivíduos e norte, com 335 (Figura 9). No decorrer do mesmo período de coleta, algumas espécies de peixes foram coletadas tanto na porção norte como na porção sul do lago. Na vazante, 19 espécies ocuparam a parte norte e sul do lago, enquanto que na seca, 44 espécies abrangeram as duas regiões. Nota-se também que diminuiu, da vazante para a seca, o número de espécies que antes habitava somente uma região do lago (Figura 10, Tabelas 3 e 4).

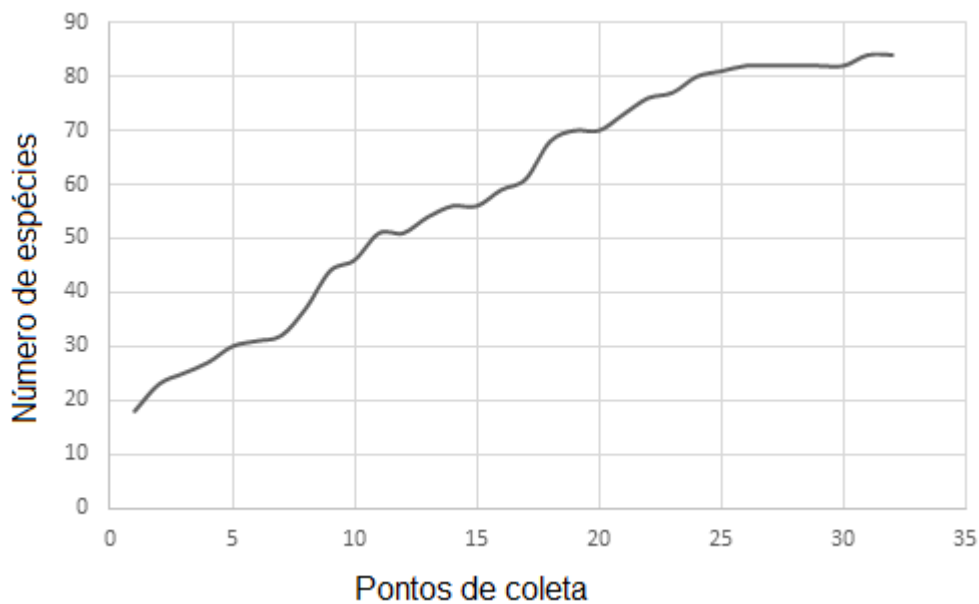


Figura 8: Curva do coletor: 32 pontos de coleta com 84 espécies de peixes coletadas.

Tabela 2: Lista das espécies de peixes por região e período coletado no lago Janauacá-AM. (NV: norte vazante; NS: norte seca; SV: sul vazante; SS: sul seca)

Espécies	Região e período em que a espécie foi coletada
<i>Acestrorhynchus falcirostris</i> (Cuvier, 1819)	NV-SV-NS-SS
<i>Acestrorhynchus heterolepis</i> (Cope, 1878)	NS-SS
<i>Ageneiosus inermis</i> (Linnaeus, 1766)	NS-SS
<i>Ageneiosus ucayalensis</i> Castelnau, 1855	NS-SS
<i>Anostomoides</i> sp.	NS-SS
<i>Astronotus crassipinnis</i> (Heckel, 1840)	NS
<i>Brachyplatystoma platynemum</i> Boulenger, 1898	NS
<i>Brycon amazonicus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	SV
<i>Calophysus macropterus</i> (Lichtenstein, 1819)	NS
<i>Caquetaia spectabilis</i> (Steindachner, 1875)	SS
<i>Cichla monoculus</i> Agassiz, 1831	NV-SV-NS-SS
<i>Cichla temensis</i> Humboldt, 1821	SV
<i>Cichla</i> sp.	SV
<i>Chaetobranchopsis orbicularis</i> (Steindachner, 1875)	NV-NS
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1818)	NV-SV-NS-SS
<i>Curimatella meyeri</i> (Steindachner, 1882)	NS-SS
<i>Cynodon gibbus</i> (Agassiz, 1829)	NV-NS
<i>Eigenmannia limbata</i> (Schreiner, Miranda & Ribeiro, 1903)	SV-NS-SS
<i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)	SV-SS
<i>Hemiodus immaculatus</i> Kner, 1858	NV-NS
<i>Hemiodus</i> sp.	NV-NS-SS
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	SV
<i>Heros severus</i> Heckel, 1840	NV-SV-NS

<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	SV-NS-SS
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	NV-NS-SS
<i>Hydrolycus scomberoides</i> (Cuvier, 1819)	NV
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz, 1829	NV-NS-SS
<i>Hypophthalmus marginatus</i> Valenciennes, 1840	SV-SS
<i>Hypoptopoma</i> sp.1	NV
<i>Hypoptopoma</i> sp.2	SS
<i>Hypoptopoma</i> sp.3	SS
<i>Hypostomus</i> sp.1	NS
<i>Hypostomus</i> sp.2	SS
<i>Hypostomus</i> sp.3	SS
<i>Hypostomus</i> sp.4	SS
<i>Lithodoras dorsalis</i> (Valenciennes, 1840)	SV-NS-SS
<i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)	SV-SS
<i>Loricaria cataphracta</i> Linnaeus, 1758	NV-NS-SS
<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)	SV-NS-SS
<i>Megaleporinus trifasciatus</i> (Steindachner, 1876)	SV-NS-SS
<i>Metinnys</i> sp.	NS-SS
<i>Myloplus rubripinnis</i> (Müller & Troschel, 1844)	NV-SV-SS
<i>Mylossoma albiscopum</i> (Cope, 1872)	NV-SV-NS-SS
<i>Mylossoma aureum</i> (Spix & Agassiz, 1829)	SS
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	NS-SS
<i>Oxydoras niger</i> (Valenciennes, 1821)	SV-SS
<i>Pellona castelnaeana</i> Valenciennes, 1847	NV-NS-SS
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1837)	NV-SV-NS-SS
<i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818)	NV-SS
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	NV-SV
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	SV
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel 1840)	NV-SV-NS-SS
<i>Potamorhina altamazonica</i> (Cope, 1878)	NV-SV-NS-SS
<i>Potamorhina latior</i> (Spix & Agassiz, 1829)	NV-NS-SS
<i>Potamorhina pristigaster</i> (Steindachner, 1876)	NS-SS
<i>Pristigaster cayana</i> Cuvier, 1829	NV-NS-SS
<i>Prochilodus nigricans</i> Spix & Agassiz, 1829	NV-SV-NS-SS
<i>Psectrogaster amazonica</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	NV-NS-SS
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (Kner, 1858)	NV-NS-SS
<i>Psectrogaster</i> sp.	NV
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i> (Castelnau, 1855)	SV-NS
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Valenciennes, 1840)	SV-NS-SS
<i>Pterophyllum scalare</i> (Schultze, 1823)	SV
<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castelnau, 1855)	NV-NS
<i>Pygocentrus nattereri</i> Kner, 1858	NV-NS-SS
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829	NV-NS-SS
<i>Rhytiodus microlepis</i> Kner, 1858	NV-SV-NS-SS

<i>Roeboides myersii</i> Gill, 1870	NV-NS-SS
<i>Semaprochilodus insignis</i> (Jardine, 1841)	NV-SV-NS-SS
<i>Semaprochilodus taeniurus</i> (Valenciennes, 1821)	NS-SS
<i>Serrasalmus altispinis</i> Merckx, Jégu & Santos, 2000	NV-NS-SS
<i>Serrasalmus elongatus</i> Kner, 1858	NS-SS
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	NV-NS-SS
<i>Serrasalmus</i> sp.1	NV-SV
<i>Serrasalmus</i> sp.2	NV-SV
<i>Serrasalmus</i> sp.3	NV
<i>Serrasalmus</i> sp.4	NS
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	SV
<i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829	NV-SV-NS-SS
<i>Sorubim elongatus</i> Littmann, Burr, Schmidt & Isern, 2001	SS
<i>Symphysodon aequifasciatus</i> Pellegrin, 1904	NS-SS
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	NV-SV-NS-SS
<i>Triportheus angulatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	NV-SV-NS-SS
<i>Triportheus autirus</i> (Valenciennes, 1850)	NV-SV

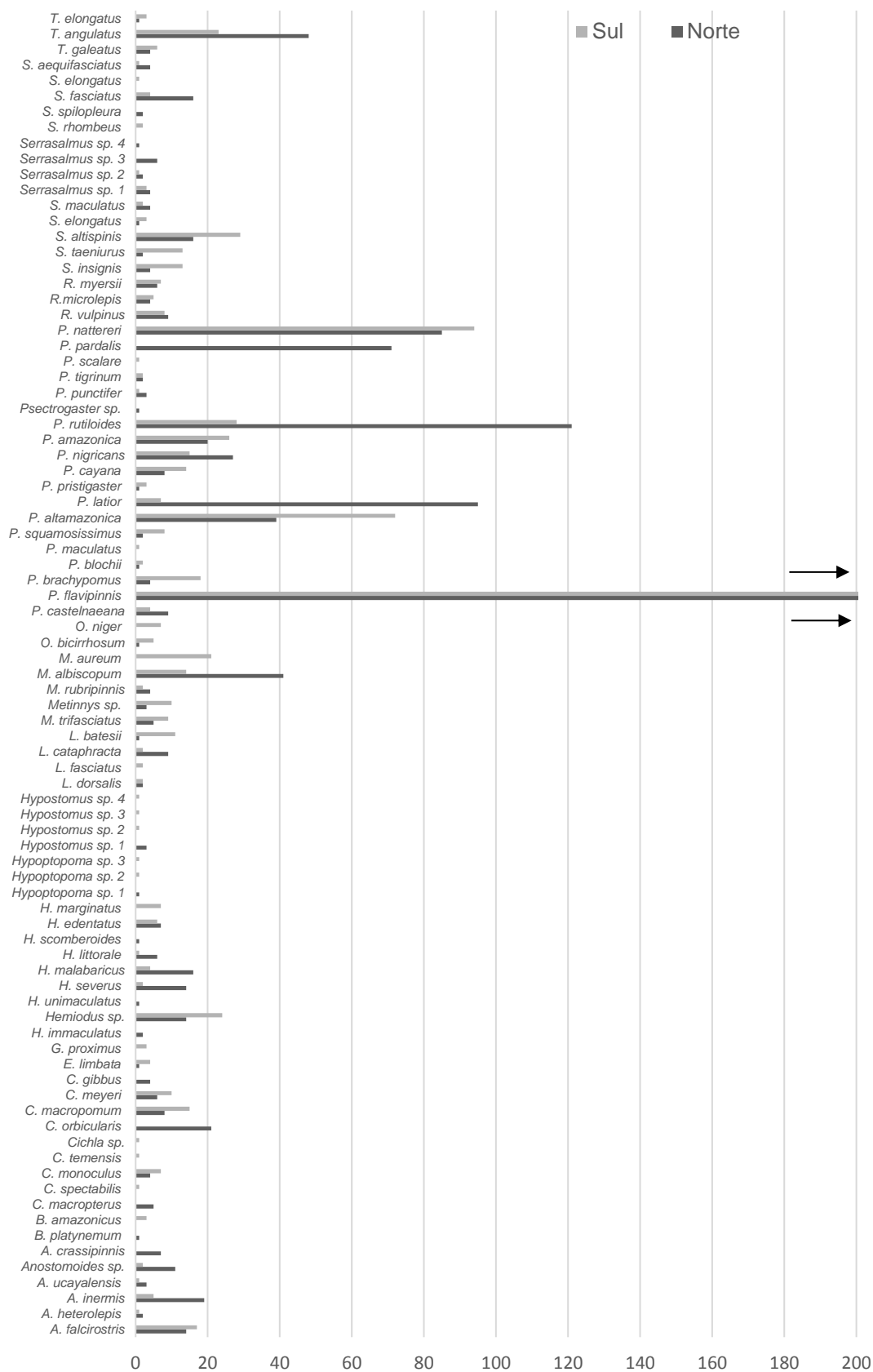


Figura 9: Quantidade de peixes coletados nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM.

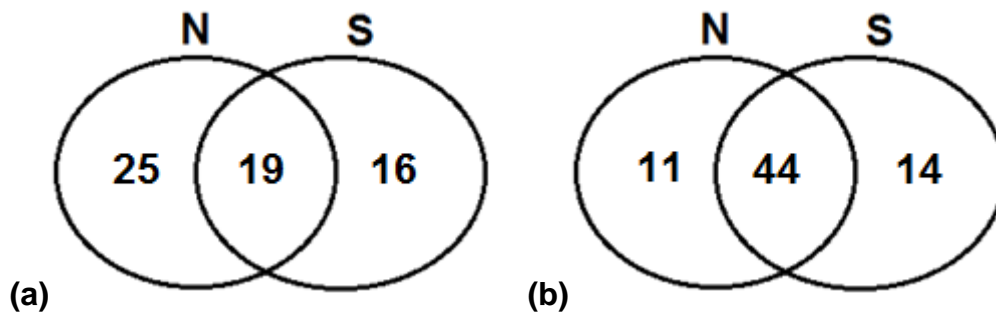


Figura 10: Número de espécies de peixes coletados durante a vazante (a) e seca (b) nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM (N- norte, S- sul).

Tabela 3: Espécies coletadas durante a vazante nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM.

Norte	Norte e Sul	Sul
<i>C. gibbus</i>	<i>A. falcirostris</i>	<i>B. amazonicus</i>
<i>C. orbicularis</i>	<i>C. monoculus</i>	<i>C. temensis</i>
<i>H. immaculatus</i>	<i>C. macropomum</i>	<i>Cichla</i> sp.
<i>Hemiodus</i> sp.	<i>H. severus</i>	<i>E. limbata</i>
<i>H. unimaculatus</i>	<i>M. rubripinni</i>	<i>G. proximus</i>
<i>H. littorale</i>	<i>M. albiscopum</i>	<i>H. malabaricus</i>
<i>H. scomberoides</i>	<i>P. flavipinnis</i>	<i>H. marginatus</i>
<i>H. edentatus</i>	<i>P. blochii</i>	<i>L. fasciatus</i>
<i>Hypoptopoma</i> sp.1	<i>P. squamosissimus</i>	<i>L. batesii</i>
<i>L. trifasciatus</i>	<i>P. altamazonica</i>	<i>O. niger</i>
<i>L. cataphracta</i>	<i>P. nigricans</i>	<i>P. maculatus</i>
<i>P. castelnaeana</i>	<i>R. microlepis</i>	<i>P. punctifer</i>
<i>P. brachypomus</i>	<i>S. insignis</i>	<i>P. tigrinum</i>
<i>P. latior</i>	<i>Serrasalmus</i> sp.1	<i>L. dorsalis</i>
<i>P. cayana</i>	<i>Serrasalmus</i> sp.2	<i>P. scalare</i>
<i>P. amazonica</i>	<i>S. fasciatus</i>	<i>S. rhombeus</i>
<i>P. rutiloides</i>	<i>T. galeatus</i>	
<i>Psectrogaster</i> sp.	<i>T. angulatus</i>	
<i>P. pardalis</i>	<i>T. autirus</i>	
<i>P. nattereri</i>		
<i>R. vulpinus</i>		
<i>R. myersii</i>		
<i>S. altispinis</i>		
<i>Serrasalmus</i> sp.3		
<i>S. maculatus</i>		

Tabela 4: Espécies coletadas durante a seca nas regiões norte e sul no Lago Janauacá-AM.

Norte	Norte e Sul	Sul
<i>A. crassipinnis</i>	<i>A. falcirostris</i>	<i>C. spectabilis</i>
<i>B. platynemum</i>	<i>A. heterolepis</i>	<i>G. proximus</i>
<i>C. macropterus</i>	<i>A. inermis</i>	<i>H. marginatus</i>
<i>C. orbicularis</i>	<i>A. ucayalensis</i>	<i>Hypoptopoma</i> sp.2

<i>C. gibbus</i>	<i>Anostomoides</i> sp.	<i>Hypoptopoma</i> sp.3
<i>H. immaculatus</i>	<i>C. monoculus</i>	<i>Hypostomus</i> sp.2
<i>H. severus</i>	<i>C. macropomum</i>	<i>Hypostomus</i> sp.3
<i>Hypostomus</i> sp.1	<i>C. meyeri</i>	<i>Hypostomus</i> sp.4
<i>P. pardalis</i>	<i>E. limbata</i>	<i>L. fasciatus</i>
<i>P. punctifer</i>	<i>Hemiodus</i> sp.	<i>M. rubripinnis</i>
<i>Serrasalmus</i> sp.4	<i>H. malabaricus</i>	<i>M. aureum</i>
	<i>H. littorale</i>	<i>P. brachypomus</i>
	<i>H. edentatus</i>	<i>O. niger</i>
	<i>L. trifasciatus</i>	<i>S. elongatus</i>
	<i>L. cataphracta</i>	
	<i>L. batesii</i>	
	<i>Metinnys</i> sp.	
	<i>M. albiscopum</i>	
	<i>O. bicirrhosum</i>	
	<i>P. castelnaeana</i>	
	<i>P. flavipinnis</i>	
	<i>P. squamosissimus</i>	
	<i>P. altamazonica</i>	
	<i>P. latior</i>	
	<i>P. pristigaster</i>	
	<i>P. cayana</i>	
	<i>P. nigricans</i>	
	<i>P. amazonica</i>	
	<i>P. rutiloides</i>	
	<i>P. tigrinum</i>	
	<i>P. dorsalis</i>	
	<i>P. nattereri</i>	
	<i>R. vulpinus</i>	
	<i>R. microlepis</i>	
	<i>R. myersii</i>	
	<i>S. insignis</i>	
	<i>S. taeniurus</i>	
	<i>S. altispinis</i>	
	<i>S. elongatus</i>	
	<i>S. maculatus</i>	
	<i>S. fasciatus</i>	
	<i>S. aequifasciatus</i>	
	<i>T. galeatus</i>	
	<i>T. angulatus</i>	

No total foram coletados 2202 peixes, com destaque para a seca, 1544 indivíduos coletados, maior CPUE e riqueza de espécies (Tabela 5). Entretanto não houve diferença na diversidade de peixes entre os períodos de coleta ($t=-1.9$, $g_L=30$, $p=0.07$) (Tabela 5). Durante a vazante, houve diferença na diversidade entre norte e

sul ($t= 2.17$, $gL=14$, $p= 0.04$) e a região norte apresentou maior CPUE, abundância e riqueza (Tabela 6). Já durante a seca, a diversidade entre norte e sul não foi significativa ($t=1.48$, $gL=14$, $p=0.16$) e a região sul demonstrou maior CPUE, abundância e riqueza (Tabela 6).

Tabela 5: Índice de diversidade média ($H'_{méd}$), CPUE média, abundância (N) e riqueza (S), dos períodos vazante e seca (N+S = norte e sul).

N+S	$H'_{méd}$	CPUE _{méd}	N	S
Vazante	1.7	1.03	658	60
Seca	2.07	2.41	1544	70

Tabela 6: Índice de diversidade média ($H'_{méd}$), CPUE média, abundância (N) e riqueza (S), da região norte e sul durante a vazante e seca (NV: norte-vazante, SV: sul-vazante, NS: norte-seca, SS: sul-seca).

	$H'_{méd}$	CPUE _{méd}	N	S
NV	2.00	1.61	516	44
SV	1.41	0.44	142	35
NS	1.89	2.12	679	56
SS	2.26	2.70	865	58

A ANCOVA da CPUE demonstrou resultado significativo somente na relação CPUE e $OD_{méd}$, ($p= 0.0192$). Conforme há aumento nos níveis de oxigênio dissolvido, há maior CPUE (Figura 11). Já ANOVA da diversidade só mostrou relação com as regiões de coleta (norte: $p= 4.76 \cdot 10^{-5}$, sul: $p= 0.009$) (Figura 12).

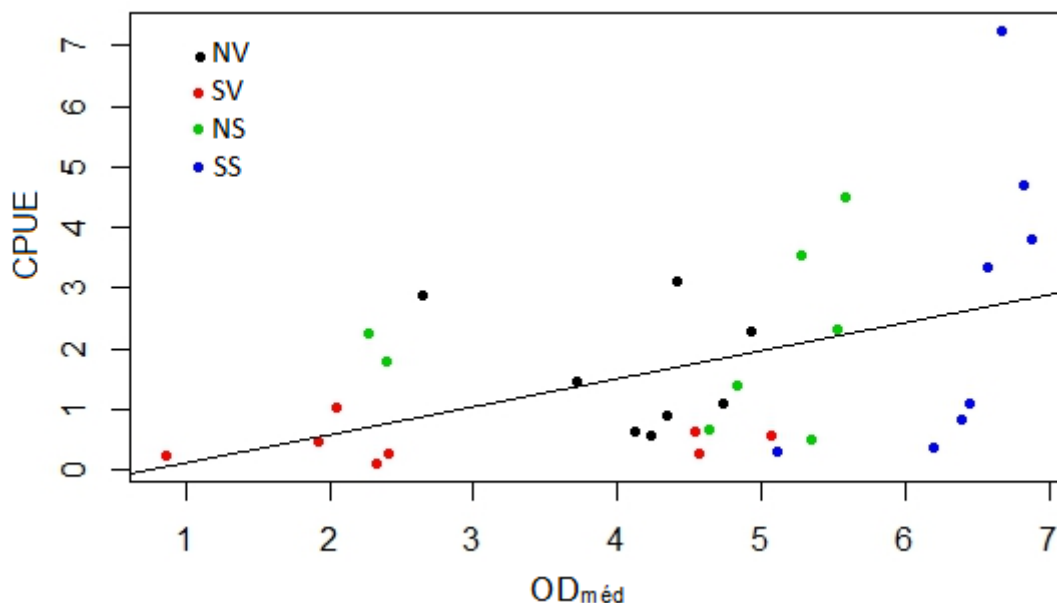


Figura 11: CPUE (captura por unidade de esforço) relacionada com $OD_{méd}$ (média do oxigênio dissolvido) ($p=0.0192$). Legenda: ponto preto: NV (norte-vazante), vermelho: SV (sul-vazante), verde: NS (norte-seca), azul: SS (sul-seca).

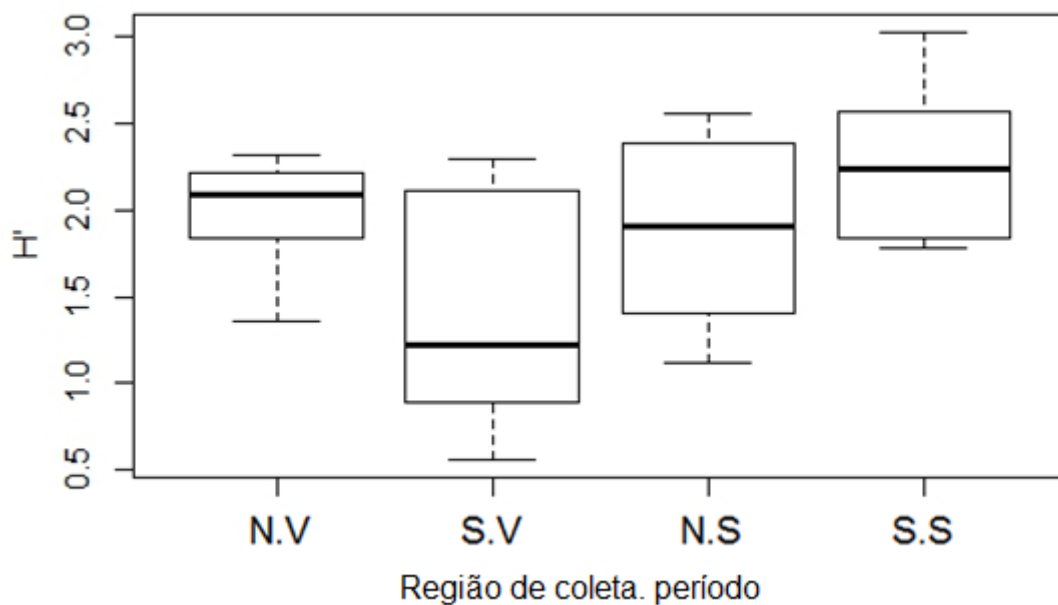


Figura 12: H' (índice de diversidade de Shannon) relacionado com a região de coleta por período hidrológico. Lê-se: Região de coleta.período: N.V (norte-vazante), S.V (sul-vazante), N.S (norte-seca), S.S (sul-seca) (norte: $p= 4.76 \cdot 10^{-5}$, sul: $p= 0.009$).

DISCUSSÃO

A definição de refúgios normalmente aborda o efeito sobre os organismos como parte da definição (Sedell *et al.*, 1990, Lancaster e Belyea, 1997). Podem ser ambientes que transmitem resistência para os seres impactados por perturbações (Sedell *et al.*, 1990) e também podem ser ambientes, que forneçam por pouco ou muito tempo, menores impactos que uma área adjacente (Lancaster e Belyea, 1997). Na Amazônia, a variação no nível de água causa diferenças nos ambientes aquáticos ao longo do ano, levando os organismos a buscarem refúgios e se adaptarem para sobreviver nos períodos mais críticos. No período seco, a diminuição do volume de água resulta na modificação ou perda de habitats. Além disso, há mudanças nas condições físico-químicas da água, que influenciam na composição das comunidades e na densidade de peixes.

CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NAS REGIÕES E PERÍODOS DE COLETA

Neste estudo, observamos que a profundidade se correlacionou negativamente com a temperatura, oxigênio e MES (Tabela 1). Entre os períodos hidrológicos não observamos uma mudança significativa de temperatura da coluna d'água na região

norte. Porém a região sul apresentou menores valores de temperatura durante a seca (Figura 4), que podem ser atribuídos a pontos com maiores profundidades (Figura 7). Os valores altos de temperatura observados durante a seca podem ser atribuídos à baixa profundidade, já que a mistura diária da coluna d'água geralmente ocorre quando a profundidade é inferior a 4 a 5 m (Melack, 1984; Tundisi *et al.*, 1984; Macintyre e Melack, 1988; Melack; Fisher, 1990; Esteves *et al.*, 1994; Melo e Huszar, 2000; Melo *et al.*, 2004; Darwich *et al.*, 2005; Tundisi, 2008; Melo e Almeida, 2009).

Segundo Hutchinson (1975), é essencial o conhecimento sobre a distribuição do OD em ambientes lacustres para entender a ocorrência e abundância dos organismos. Na vazante, o norte do lago apresentou maiores níveis de OD que a região sul (Figura 5), e isso pode ser atribuído a maior fluxo e circulação da água, pois esta região é mais próxima ao canal com o rio Solimões, e/ ou maior quantidade de algas (Figura 3), já os menores níveis de OD no sul podem estar relacionados a decomposição de materiais orgânicos. Na seca, quando estes habitats são reduzidos ou perdidos devido a diminuição de volume de água, há um aumento de OD, em ambas as regiões, assim como foi visto nos trabalhos de Darwich (1995), Melo e Almeida (2009), que relataram aumento de OD durante a seca e Serique (2012) que observou valores altos de OD durante o início da enchente. Isso pode estar relacionado aos processos químicos que ocorrem na coluna d'água em que o OD participa (Aprile e Darwich, 2009), atividade fotossintética das algas, bem como pode ser atribuído a ação dos ventos na mistura e oxigenação da coluna d'água, devido a menor profundidade.

Já o nível alto de MES encontrado na seca (Figura 6) se deve a profundidade baixa (Forsberg *et al.*, 2017) nas regiões estudadas. Apesar de a região norte e sul, durante a seca, não diferirem tanto na profundidade (Figura 7), os níveis maiores de MES encontrados na região norte podem ter relação com a proximidade do rio ou ao maior fetch nesta região (Figura 6).

Sendo assim, a região norte aparenta ser um refúgio durante a seca, para espécies que sobrevivem em lugares com altos níveis de material em suspensão e apresentam resistência quanto a baixos níveis de OD. Por outro lado, a região sul, que é caracterizada como lago ria, apresenta maior profundidade, mais OD e oferece ambientes mais frios que atraem peixes de grande e médio porte, sensíveis ao calor na seca (Capone e Kushlan, 1991; Labbe e Fausch, 2000; Magoulick, 2000). Essa região pode ser considerada refúgio para as espécies intolerantes à hipóxia e altas

temperaturas. Porém, não são muito atraentes para espécies de tamanhos pequenos devido à baixa turbidez (Forsberg *et al.*, 2017) e a presença de grandes predadores visuais (Schlosser, 1987; Harvey e Stewart, 1991).

CARACTERIZAÇÃO DOS PEIXES COLETADOS E SUA VARIABILIDADE SAZONAL

Diante das variações ambientais encontradas em lagos de várzea na época da seca, muitos peixes desenvolveram adaptações comportamentais e fisiológicas para lidar com estas condições (Junk, 1985; Saint-Paul e Soares 1987, 1988, Soares *et al.*, 2006; Winemiller, 1989), o que podem influir na composição das comunidades de peixes nesta época (Rodríguez & Levis, 1994, 1997; Tejerina-Garro *et al.*, 1998; Layman e Winemiller, 2005; Saint-Paul *et al.*, 2000; Freitas *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2013; Freitas *et al.*, 2014). Das 85 espécies encontradas neste estudo (Figura 8 e Tabela 2), algumas foram mais abundantes em uma região do lago do que da outra (Figura 9), devido a variações sazonais em características ambientais e morfométricas. Na época da vazante, no norte do lago foi encontrado uma maior riqueza de espécies (Figura 10a) que a região sul. Esta diferença pode ser atribuída a maior variedade de habitats disponíveis para alimentação, proteção de predadores (Petry *et al.*, 2003) e maiores níveis de OD. Já na seca, houve um aumento significativo de espécies que circundam todo o lago (Figura 10b) isso sugere uma diversidade de especialização entre estas espécies em ambientes de água aberta (Petry *et al.*, 2003; Soares, 2006). Entretanto, algumas das espécies foram encontradas somente em uma das regiões, demonstrando que estas espécies podem preferir permanecer nestes habitats ou não possuem adaptações fisiológicas para explorar outro tipo de ambiente com características físico-químicas diferentes.

A região norte apresentou maior abundância de algumas espécies como: *Potamorhina latior*, que é detritívora e tem importância econômica moderada no comércio de Manaus (Santos *et al.*, 2006) e *Psectrogaster rutiloides*, iliófaga (ingere lodo e/ ou areia a procura de detritos) detritívora, porém se alimenta principalmente de algas e detritos (Pouilly *et al.*, 2004, Sánchez-Botero e Araújo-Lima, 2001). *P. rutiloides* é consumida pela população ribeirinha, porém não é comercializada nas feiras da cidade (Soares *et al.*, 2008). Estas duas espécies podem sobreviver em ambientes com baixas concentrações de oxigênio por meio da respiração na superfície aquática (RSA) (Soares *et al.*, 2006), muito utilizada como estratégia de

respiração entre peixes de locais tropicais e temperados durante períodos de hipóxia (Kramer e McClure, 1982; Kramer, 1983; Saint-Paul e Soares, 1987; Winemiller, 1989; Soares e Junk, 2000). Durante a vazante, estas duas espécies foram encontradas somente na região norte (Tabela 3), já durante a seca abrangeram as duas regiões do lago (Tabela 4). *Pterygoplichthys pardalis*, é um peixe sedentário e detritívoro (Yossa & Araújo-Lima, 1998). É muito apreciado pela população ribeirinha, além de ser comercializado nas feiras da região (Soares *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2006). Se reproduz durante os períodos de vazante e seca, fazendo ninhos no fundo e nos barrancos dos lagos (Neves e Ruffino, 1998; Mendel *et al.*, 2002). Sobrevive em ambientes com baixo OD, pois como adaptação, utiliza o estômago como órgão acessório para respiração aérea (Val e Almeida-Val, 1995). Foi encontrado somente na região norte nos dois períodos hidrológicos (Tabela 3 e 4). Outra espécie adundante foi *Triporthus angulatus*, onívora, adaptada a comer frutos, sementes e invertebrados (Pouilly *et al.*, 2004). Durante o período da vazante, procura águas turvas para desovar (Lima e Araujo-Lima, 2004; Granado-Lorencio *et al.*, 2005). É muito apreciada localmente e tem importância moderada no comércio da cidade (Soares *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2006). Esta espécie também sobrevive em baixas concentrações de OD, por meio da RSA e se ficar por muito tempo em baixas concentrações de OD, ocorre expansão do lábio da mandíbula inferior, denominado localmente como “uaiu” (Saint-Paul e Soares, 1987; Winemiller, 1989; Soares *et al.*, 2006). Foi encontrada na região norte e sul durante os dois períodos coletados (Tabelas 4 e 5).

Já na região sul, as espécies que se destacaram foram: *Potamorhina altamazonica*, iliófaga (Pouilly *et al.*, 2004). Muito apreciada pelos ribeirinhos, possui grande importância na pesca comercial e de subsistência (Soares *et al.*, 2008). Foi encontrada nas duas regiões e nos dois períodos de coleta (Tabelas 3 e 4). *Mylossoma aureum*, herbívoro, alimenta-se de folhas, raízes, frutos e invertebrados aquáticos (Goulding, 1980; Ferreira *et al.*, 1998; Merona e Rankin-de-Merona, 2004). Também é muito importante na pesca comercial e de subsistência, sendo uma das principais espécies comercializadas nas feiras da região (Soares *et al.*, 2008). Foi encontrado no sul do lago, somente na seca (Tabela 4), já que na vazante esta espécie migra para desovar nos encontros das águas brancas e pretas (Lima e Araújo-Lima, 2004; Granado-Lorencio *et al.*, 2005). *Piaractus brachypomus*, é onívora, mas

consome principalmente frutos, sementes, folhas e insetos (Goulding, 1980; Merona e Rankin-de-Merona, 2004) e também sobrevive em baixas concentrações de OD, por meio da RSA. Entretanto, foi encontrada no norte do lago, durante a vazante (Tabela 3) e na região sul, durante a seca (Tabela 4). É comercializada nas feiras da região, e muito apreciada pela população local (Soares *et al.*, 2008).

Ainda na região sul, algumas espécies com maior importância comercial (Santos *et al.*, 2006) tiveram maior abundância, como *Cichla monoculus* e *Cichla temensis*. Consideradas com importância destacada nas feiras e mercados da região e pelos ribeirinhos, são espécies que também tem destaque na pesca esportiva. São sedentárias, piscívoras (Oliveira-Junior, 1998; Mérona *et al.*, 2001; Claro-Jr., 2003; Merona e Rankin de-Merona, 2004) e a reprodução ocorre nos períodos secos (Winemiller *et al.*, 1998; Corrêa, 1998; Oliveira-Junior, 1998). *C. monoculus* foi encontrado na região sul e norte durante a vazante e seca, já *C. temensis* foi coletado somente na região sul, durante a vazante (Tabelas 3 e 4). *Colossoma macropomum*: os adultos comem principalmente frutos e sementes (Araújo-Lima e Goulding, 1998; Merona e Rankin-de-Merona, 2004), enquanto os juvenis consomem algas filamentosas, arroz silvestre e insetos (Goulding e Carvalho, 1982; Araújo-Lima e Goulding, 1998). É muito apreciado pelos ribeirinhos e tem considerada importância no comércio da região (Soares, *et al.*, 2008). Foi coletado na região norte e sul, na vazante e seca (Tabelas 3 e 4). As duas espécies: *Pygocentrus nattereri*, piscívora (Pouilly *et al.*, 2003; Merona e Rankin-de-Merona, 2004) e *Pellona flavipinnis*, carnívora, com tendência a piscivoria (Merona e Rankin-de-Merona, 2004), foram abundantes nas duas regiões, porém durante a vazante, *P. nattereri* foi coletada somente na região norte, já *P. flavipinnis* abrangeu as duas regiões do lago durante a vazante e seca.

Estudos apontam que durante condições baixas de OD, há grande ocorrência de juvenis e poucos predadores (Soares *et al.*, 2006), que foram capturados quando as condições de OD melhoraram (Junk *et al.*, 1983, 1997). Além disso, estes autores sugerem que a resistência a condições de hipóxia é uma adaptação para fugir da predação e, portanto, lagos com menores níveis de OD podem servir de refúgio para espécies de peixes pequenos e juvenis (Sánchez-Botero e Araújo-Lima, 2001; Petry *et al.*, 2003) e peixes detritívoros. Segundo Junk *et al.*, (1997) a maioria dos piscívoros pelágicos não tolera condições hipóxicas. Isto pode explicar a maior presença de

predadores como *P. nattereri*, *P. flavipinnis*, *C. monoculus* e *C. temensis* no sul do lago, onde os níveis de MES são menores (Figura 6) e assim favorece a visibilidade dos predadores durante a caça. Além disso, os gradientes ambientais são associados especialmente a piscívoros e detritívoros (Petry *et al.*, 2003).

DIVERSIDADE E CPUE SOB EFEITO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NAS REGIÕES E PERÍODOS DE COLETA COMO SUBSÍDIO PARA O MANEJO PESQUEIRO

A escolha pelo habitat e as relações ecológicas entre os peixes também podem ser influenciadas pela presença de macrófitas aquáticas (Savino e Stein, 1982, 1989; Heck e Crowder, 1991). Suas raízes, caules e folhas atuam como refúgio contra predação (Crowder e Cooper, 1979; Savino e Stein, 1982, 1989) e esta associação peixe-macrófitas tem sido observada na Amazônia (Bayley, 1983; Junk *et al.*, 1983; Araujo-Lima *et al.*, 1986; Henderson e Hamilton, 1995; Henderson e Robertson, 1999) e Rio Orinoco (Machado-Allison, 1990). No estudo de Petry *et al.* (2003), a diversidade de peixes foi influenciada pela complexidade estrutural das macrófitas e a riqueza das espécies foi associada ao tipo de macrófitas existente no local de estudo. Já a riqueza menor de espécies foi relacionada a baixos níveis de OD, visto também por Junk *et al.* (1983), no lago Camaleão. Isso corrobora com o que foi encontrado neste trabalho, onde menores níveis de riqueza e CPUE foram vistos na região sul durante a vazante (Tabela 6), que apresentou menores concentrações de OD (Figura 5) e durante a seca na região norte (Tabela 8), que também apresentou menores concentrações de OD (Figura 5). Já durante a seca, foram encontrados maiores valores de abundância e riqueza de espécies (Tabela 5), corroborando com os trabalhos de muitos autores (Röpke *et al.*, 2015, Saint-Paul *et al.*, 2000; Galacatos *et al.*, 2004; Lin e Charamaschi, 2005; Silva *et al.*, 2013), porém não houve diferença na diversidade entre vazante e seca no lago ($p=0,07$) (Tabela 5), como visto por Freitas *et al.* (2010), entre cheia e seca e Röpke *et al.* (2015).

Durante a vazante, houve diversidade entre norte e sul ($p=0,04$). A região norte apresentou maior diversidade, CPUE e riqueza (Tabela 6), que pode estar relacionado a maior presença de vegetações (Petry *et al.*, 2003; Cerviá *et al.*, (2014). Já durante a seca, não houve diversidade entre as regiões ($p=0,16$), porém a região sul, influenciada por maiores concentrações de OD, apresentou maior diversidade local,

CPUE e riqueza de espécies (Tabela 8). A Figura 11 demonstra que a CPUE se relaciona positivamente com o OD ($p=0,0192$), corroborando as observações de Junk *et al.* (1983), Val e Almeida-Val (1995) e Cerviá *et al.* (2014). Já a diversidade, neste estudo, parece se relacionar mais com a região de coleta do que com as variáveis ambientais e períodos hidrológicos (norte: $p= 4.76*10^{-5}$, sul: $p= 0.009$) (Figura 12), já que a diversidade pode estar relacionada a variações de habitats, como a presença de vegetação aquática (Petry *et al.*, 2003; Cerviá *et al.*, 2014).

A dinâmica sazonal contribui para a diversidade e abundância de espécies em lagos de várzea e também contribui para a alta produtividade destes locais (Soares *et al.*, 2008; Junk *et al.*, 1989; Sorribas *et al.*, 2016). Porém, devido a mudanças e melhoramentos em aparelhos utilizados na pesca, como malhadeiras, redes de cerco, barco a motor, somados ao aumento de demanda pelo crescimento dos centros urbanos, a intensificação da pesca está cada vez maior. Visto que na Amazônia, dada a sua grandiosidade e suas particularidades, o reconhecimento de todo o território ainda é incerto. Portanto, conservar e fiscalizar locais de menores proporções, parece ser mais funcional. Neste sentido, pescadores locais criaram os acordos de pesca, que é determinado por um sistema de gestão comunitária baseada nos conhecimentos ecológicos dos ribeirinhos (Mcgrath *et al.*, 1993a; Mcgrath, 2012; Simões *et al.*, 2014). No entanto, estes acordos criaram conflitos entre os pescadores locais e comerciais, que não reconheciam os acordos (Simões *et al.*, 2014). Assim, o governo legalizou alguns acordos, mediante pressão dos pescadores, e estes e outros acordos de pesca passaram a existir legalmente (Mcgrath *et al.*, 1993b; Castro, Mcgrath, 2001; Vidal, 2010). Ainda que os acordos de pesca auxiliem o manejo pesqueiro, as pesquisas científicas com dados sobre o comportamento das populações de peixes e da dinâmica dos ecossistemas aquáticos, devem contribuir com a criação de normas para a manutenção dos estoques pesqueiros.

CONCLUSÃO

As regiões norte e sul do lago Janauacá apresentam características ambientais distintas que permitem que algumas espécies as busquem como refúgio. Estas características ambientais mudam de acordo com o período hidrológico, que acabam por determinar a comunidade de peixes. Na seca, a região norte apresenta maiores níveis de MES, e níveis baixos de OD, propiciando refúgio para espécies que buscam

proteção contra predadores e possuem tolerância a hipóxia. Já a região sul possui maiores concentrações de OD, temperaturas mais baixas e menor quantidade de MES, ótimo para espécies intolerantes a hipóxia e predadores visuais. Dada as particularidades de cada área e visto que nas duas regiões habitam espécies importantes comercialmente, é interessante que lagos como este virem alvo de proteção, principalmente na seca, onde as condições são mais particulares e os peixes estão mais suscetíveis a serem pescados, já que estão em maior densidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, F. C. 1891. Novo descobrimento do grande Rio das Amazonas. *Rev. Inst. Hist. e Geogr. Bras.* 28(2), 163-265.

Almeida, O. T.; McGrath, D. G.; Ruffino, M. L. 2001. The commercial fisheries of the lower Amazon: an economic analysis. *Fishery Management and Ecology*. v. 8, p. 253-269.

Almeida, O.; Lorenzen, K. and McGrath, D. 2002. Impact of co-management agréments on the exploitation and productivity of floodplain lake fisheries in the Lower Amazon. In: *Biennial conference of the international association for the study of common property*. 9. Zimbabwe. 12 p.

Almeida, O. T.; Lorenzen, K. e McGrath, D. G., 2004. Commercial fishing sector in the regional economy of the Brazilian Amazon. In: Welcomme, R.; Petr, T. (Org.). *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Bangkok: FAO-Regional Office for Asia and the Pacific/RAP Publication, n. 2. p. 15-24.

Amaral, J. J.; Badocha, T. E., 2004. Os recursos pesqueiros da Amazônia. *Presença revista de educação, cultura e meio ambiente* - mai.-n.29, vol. VIII.

Amazonas. Instrução Normativa SDS nº 2 de 3 de junho de 2014. *Reconhece o Acordo de Pesca e estabelece regras para o manejo dos ambientes aquáticos do complexo de Lagos do Paraná do Jacaré, Setor Capivara, no Município de Maraã - AM*. DOE em 26 jun 2014.

Amazonas. Instrução Normativa SDS nº 2 de 9 de dezembro de 2013. *Reconhece o Acordo de Pesca e estabelece regras para o manejo dos ambientes aquáticos do complexo de Lagos do município de Tonantins - AM*. DOE em 12 dez 2013.

Amazonas. Lei n.º 2.713, de 28 de dezembro de 2001. *Dispõe sobre a política de proteção à fauna aquática e de desenvolvimento da pesca e aquicultura sustentável no Estado do Amazonas*. DOE 29 dez 2001.

Aprile, F.M.; Darwich, A.J. 2009. Regime térmico e a dinâmica do oxigênio em um lago meromítico de águas pretas da região Amazônica. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 13(1): 37-43.

Aquino, A. S., 2007. Avaliação do Processo de Discussão e Implementação dos Acordos de Pesca no Estado do Amazonas. *Relatório Pró-Várzea. Manaus: IBAMA.*

Araújo-Lima, C. A. R. M. 1984. Distribuição espacial e temporal de larvas de *Characiformes* em um setor do Rio Amazonas, próximo a Manaus, AM. 84 p. *Tese (Mestrado) – Inpa/FUA, Manaus.*

Araújo-Lima, C. A. R. M. 1990. Larval development and reproductive strategies of Amazonian fishes. 173 p. *Tese (Doutorado) – University of Stirling, Escócia.*

Araujo-Lima, C. A. R. M., Portugal, L. & Ferreira, E. 1986. Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas Archipelago, a black water system in central Amazon. *Journal of Fish Biology* 29, 1–11.

Araújo-Lima, C. A. R. M.; Goulding, M. 1998. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq. 186 pp.

Barthem, R. B. e Goulding, M. 1997. Os bagres balizadores. *Ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos*. Brasília: SCM; CNPq/MCT; Ipaam. 129 p. (Série Estudos do Mamirauá, v. 3)

Barthem, R. B. 1990. Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vailantii*). *PhD dissertation*, Campinas: UNICAMP.

Barthem, R. B., Fabr e, N. N. 2004. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Ruffino, M. L. (Ed.), *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Ibama/ProV rzea, Manaus, pp. 17–62.

Barthem, R. B., Petrere Jr., M.; Isaac, V.; Ribeiro, M. C. L. D. B., Mcgrath, D. G., Vieira, I. J e Barco, M. V. 1997. “A pesca na Amazônia: problemas e perspectivas para o seu manejo”. Em Valladares-Pádua, C. e Bodmer, R. E. (eds.). *Manejo e conserva o de vida silvestre no Brasil*. Rio de Janeiro, MCT/ CNPq/ Sociedade Civil Mamirauá. pp. 173-185.

Barthem, R. B.; Petrere Jr., M. 1995. Fisheries and population dynamics of *Brachyplatystoma vailantii* (Pimelodidae) in the Amazon Estuary. In: N. B. Armantrout, ed. *Condition of the world’s aquatic habitat*. Proc. World Fisheries Congress, Theme 1. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co., p. 329–340.

Batista, V. S. e Petrere Jr., M. 2007. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. *Acta Amazonica*, v. 33, n. 1, p. 53-66.

Batista, V. S. 1998. Distribui o, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia Central. *Tese (Doutorado) – Inpa/UFAM, Manaus*. 291p.

Batista, V. S.; Isaac, V. J. e Viana, J. P. 2004. “Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia”. Em Rufino, M. L. (ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. ProVárzea. Manaus, Ibama, pp. 63-152, 268 p.

Batista, V. S.; Isaac, V. J.; Fabr e, N. N.; Gonzalez, J. C. A.; Almeida, O. T.; Rivero, S.; Oliveira Júnior, J. N.; Ruffino, M. L.; Silva, C. O.; Saint-Paul, U., 2012. Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avalia o integrada. Batista, V. S. e Isaac, V. J. (Org.). *Brasília: Ibama/ProV rzea*. 276 p.

Batista, V. S.; Isaac, V. J.; Fabr e, N. N.; Gonzalez, J. C. A.; Almeida, O. T.; Rivero, S.; Oliveira Júnior, J. N.; Ruffino, M. L.; Silva, C. O.; Saint-Paul, U. 2012. Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avalia o integrada. Batista, V. S. e Isaac, V. J. (Org.). *Brasília: Ibama/ProV rzea*. 276 p.

Batista, V. S.; Silva, A. J. I.; Freitas, C. E. C. e Freire-Brasil, D. 1998. Characterization of the fishery in riverine communities in the Low-Solimões/High-Amazon region. *Fisheries Management and Ecology*. 5:101-117.

Batistella, A. M.; Castro, C. P.; Vale, J. D. 2005. Conhecimento dos moradores da comunidade de Boas Novas, no Lago Janauacá - Amazonas, sobre os hábitos alimentares dos peixes da região. *Acta Amazonica*. vol. 35(1) 2005: 51 – 54.

Bayley P. B. e Petreire Jr., M. 1989. Amazon Fisheries: Assessment methods, current status and management options. *Canadian Special Publication on Fisheries and Aquatic Sciences*. v. 106, p. 385-398.

Bayley, P. B. 1983. Central Amazon fish populations: biomass, production and someb dynamic characteristics. PhD Thesis, Dalhousie University, Halifax, Canada.

Bessa-Freire, J. R.; Pinheiro, G. P.; Tadros, V. M.; Santos, S. J.; Sampaio, P. M. e Costa, H. L. 1991. A Amazônia Colonial (1616-1798). *Metroc bico*, 4  ed., 75 p.

Bittencourt, M. M.; Amadio, S. A. 2007. Proposta para identifica o rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do Rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazonica*. vol. 37(2): 303 – 308.

Bonnet, M. P.; Pinel, S.; Garnier, J.; Bois, J.; Boaventura, G. R.; Seyler, P; Marques, D. M. 2017. Amazonian floodplain water balance based on modelling and analyses of hydrologic and electrical conductivity data. *Hydrological Processes*. 1–17.

Brasil. Lei n  7.679, de 23 de novembro de 1988. *Dispõe sobre a proibi o da pesca de espécies em períodos de reprodu o e dá outras providências*. DOU 24 nov 1988.

Brasil. Lei n  11.959, de 29 de junho de 2009. *Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei n  7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei n  221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências*. DOU 30 jun 2009.

Brasil. Portaria IBAMA Nº 48, de 5 de novembro de 2007. *Dispõe de normas de pesca para o período de proteção à reprodução natural dos peixes, na Bacia hidrográfica do Rio Amazonas, nos Rios da Ilha do Marajó, e na Bacia hidrográfica dos Rios Araguari, Flexal, Cassiporé, Calçoene, Cunani e Uaçã no Estado do Amapá.* DOU 6 nov 2007.

Brasil. Resolução Normativa nº 37 de 15 de fevereiro de 2018. Baixa a Diretriz da Prática de Eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA. DOU 22 fev 2018.

Campos, C. P.; Sousa, R. G. C., Catarino, M. F., Costa, G. A., Freitas, C. E. C. 2015. 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.

Canton S. P., Cline L. D., Short R. A. and Ward J. V. 1984. The macroinvertebrates and fish of a Colorado stream during a period of fluctuating discharge. *Freshwater Biology*. 14, 311–316.

Capone T. A. e Kushlan J. A. 1991. Fish community structure in dry-season stream pools. *Ecology*. 72, 983–992.

Castello, L. e Stewart, D. J. 2010. Assessing CITES non-detriment finding procedures for Arapaima in Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 26, 49-56.

Castello, L.; McGrath, D. G. e Beck, P. 2011. Resource sustainability in small-scale fisheries in the Lower Amazon. *Fish. Res.*, 110, p. 35-365.

Castro, F. e McGrath, D. G. 2003. Local Management of Floodplain Lake Fisheries in the Brazilian Amazon. Human Organization, by the *Society for Applied Anthropology Moving Toward Sustainability*. vol. 62, n. 2.

Castro, F.; Mcgrath, D. 2001. O Manejo Comunitário De Lagos Na Amazônia. *ParceriasEstratégicas*, V. 6, N. 12, P. 112-126.

Cerdeira, R. G. P.; Ruffino, M. L. e Isaac, V. J. 1997. “Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago grande de Monte Alegre, PA. Brasil”. *Acta Amazonica*, 27 (3), pp. 213-228.

Claro-Jr., L. H. 2003. *A influência da floresta alagada na estrutura trófica de comunidades de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 61 pp.

Corrêa, R. O. 1998. *Estudo da idade e crescimento de Cichla monoculus, Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) na Amazônia Central, pela análise de estruturas duras*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 70 pp.

Cox-Fernandes, C. 1997. Lateral migrations of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 6, p. 36-44.

Crowder, L. e Cooper, W. 1979. Structural complexity and fish–prey interactions in ponds: a point of view. In *Response of Fish to Habitat Structure in Standing Water* (Johnson, D. & Stein, R., eds), pp. 2–10. Bethesda, MD: American Fisheries Society.

Darwich, A. J. 1995. Processos de decomposição de *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchcock (Gramineae = Poaceae), capim semi-aquático da várzea amazônica. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas (INPA/UA), Manaus (AM), 327p.

Darwich, A. J.; Aprile, F. M.; Robertson, B. A. 2005. Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaçotemporal de águas pretas amazônicas. In: Santos Silva, E. N.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. (Org.). *BioTupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultura do Baixo Rio Negro Amazônia Central*. Manaus: INPA. cap. 2, p. 20-33.

Diegues, A. C., 2000. Etnoconservação. Novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. *São Paulo: Annablume; Nupaub-USP; Hucitec*, 2000. 200 p.

Drapeau, G.; Mering, C.; Ronchail, J.; Filizola Jr, N. 2011. Variabilité hydrologique et vulnérabilité des populations du Lago Janauaca (Amazonas, Brésil). *Confins, Revista Franco-Brasileira de Geografia*. 11. 6904. 10.4000/confins.6904.

Esteves, F. A.; Thomaz, S. M.; Roland, R. 1984. Comparison of the metabolism of two floodplain lakes of the Trombetas River (Pará, Brazil) based on a study of diel variation. *Amazoniana*, v. 13, n. 1/2, p. 33-46.

Fabiani, B. M.; Boscolo, W. R.; Feiden, A.; Diemer, O.; Bittencourt, F.; Neu, D. H. Benzocaine and eugenol as anesthetics for *Brycon hilarii*. *Acta Scientiarum- Animal Sciences*, v. 35, n. 2, p. 113-117, 2013.

Fabré, N. N.; Castello, L.; Isaac, V. and Batista, V. S., 2016. Fishing and drought effects on fish assemblages of the central Amazon Basin. *Fisheries Research*. 188 (2017) 157–165.

Fabré, N. N.; Donato, J. E. e Alonso, J. C. (Org.), 2001. *Bagres de la Amazonia Colombiana: un recurso sin fronteras*. Bogotá: Editorial Scripto, Gómez y Rosales Asociados Cia. 280 p.

Ferreira, E. J. G.; Zuanon, J. A. S.; Santos, G. M. 1998. *Peixes comerciais do médio Amazonas: Região de Santarém – PA*. Brasília: Edições IBAMA, Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca. 211 pp.

Fisher, C. F. A.; Chagas, A. L. G. A. e Dornelles, L. D. C., 1992. Pesca de águas interiores. Brasília, DF. Ibama. *Coleção Meio Ambiente*, Série Estudos Pesca 2. 32p.

Fisher, T. R. e Parsley, P. E., 1979. Amazon lakes: water storage and nutrient stripping by algae. *Limnology and Oceanography*. 24: 547–553.

Fontelles Filho, A. A., 1989. Recursos pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional. *Imprensa oficial do Ceará*: Fortaleza.

Forsberg, B. R.; Devol, A. H.; Richey, J. E.; Martinelli, L. A. e Santos, H., 1988. Factors controlling nutrient levels in Amazon floodplain lakes. *Limnology and Oceanography*. 33: 41–56.

Forsberg, B.; Melack, J. M.; Richey, J. E. e Pimentel, T. P., 2017. Regional and seasonal variability in planktonic photosynthesis and planktonic community respiration in Amazon floodplain lakes. *Hydrobiologia*.

Freitas, C. E. C., Siqueira-Souza, F. K. e Humston, R., Hurd, L. E., 2012. An initial assessment of drought sensitivity in Amazonian fish communities. *Hydrobiologia*. 705, 159–171.

Freitas, C. E. de C.; Siqueira-Souza, F. K.; Florentino, A. C.; Hurd, L. E. 2014. The importance of spatial scales to analysis of fish diversity in Amazonian floodplain lakes and implications for conservation. *Ecology of Freshwater Fish*, 23:470–477

Freitas, C. E. de C.; Siqueira-Souza, F. K.; Guimarães, A. R.; Santos, F. A.; Santos, I. L. A. 2010. Interconnectedness during high water maintains similarity in fish assemblages of island floodplain lakes in the Amazonian Basin. *Zoologia*, 27: 931-938.

Froese, R. e D. Pauly. Editors. 2019. *FishBase*. Disponível em www.fishbase.org.

Galacatos, K., Barriga-Salazar, R. & Stewart, D. J. 2004. Seasonal and habitat influences on fish communities within the lower Yasuni River basin of the Ecuadorian Amazon. *Environmental Biology of Fishes* 71, 33–51.

Goulding, M., 1980. The Fishes and the Forests. Explorations in Amazonian Natural History. *Univ. California Press*. Berkeley, 280 p.

Goulding, M., 1981. Man and Fisheries on an Amazon Frontier. *The Hague. W. Junk Publications*, 132 p.

Goulding, M., 1999. Introduction. In: Padoch, C.; Ayres, J.M.; Pinedo-Vazquez, M. & Henderson, A. (Eds.). *Várzea: diversity, development, and the conservation of Amazonian's whitewaters floodplain*. New York botanical garden press, Nova York. p. 3-6.

Goulding, M.; Carvalho M. L. 1982. Life history and management of the Tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): An important Amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1: 107-133.

Granado-Lorencio, C.; Araújo-Lima, C. A. R. M.; Lobón- Cerviá, J. 2005. Abundance – distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. *Ecography*, 28: 515-520.

Grossman G. D., Ratajczak R. E. Jr., Crawford M. and Freeman M.C., 1998. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. *Ecological Monographs*. 68, 395–420.

Hammer, Ø, Harper, D. A. T., and P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

Harvey B. C. e Stewart A. J., 1991. Fish size and habitat depth relationships in headwater streams. *Oecologia*, 87, 336–342.

Heck, K. e Crowder, L. 1991. Habitat structure and predator–prey interactions in vegetated aquatic systems. In *Habitat Structure: the Physical Arrangement of Objects in Space* (Bell, S., M. C. Coy, E. & Mushinsky, H., eds), pp. 282–299. New York: Chapman & Hall.

Henderson, P. A. & Hamilton, H. F. 1995. Standing crop and distribution of fish in drifting and attached floating meadow within an upper Amazonian varzea lake. *Journal of Fish Biology*. 47, 266–276.

Henderson, P. A. e Robertson, B. A., 1999. On structural Complexity and fish Diversity in na Amazonian Floodplain. In: Padoch, C.; Ayres, J.M.; Pinedo-Vazquez, M. & Henderson, A. (Eds.). *Várzea: diversity, development, and the conservation of Amazonian's whitewaters floodplain*. New York botanical garden press, Nova York. p. 45-58.

Hermann, T. W., Stewart, D. J., Limburg, K. E., Castello, L., 2016. Unravelling the lifehistory of Amazonian fishes through otolith microchemistry. *R. Soc. Open Sci.* 3(6), 160206.

Hess, L. L.; Melack, J. M.; Novo, E. M. L. M.; Barbosa, C. C. F. e Gastil, M., 2003. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. *Remote Sensing of Environment*. 87. 404–428.

Hutchinson, G. E., 1975. *A Treatise on Limnology*. Vol. 1. Chemistry of lakes. Wiley Intersci. Publ., New York. 1015p.

Inoue, L. A. K.; Neto, C. S.; Moraes, G. Standardization of 2-phenoxyethanol as anesthetic for juvenile brycon cephalus (Gunther, 1869): the use in field procedures. *Ciência Rural*, v. 4, n. 2, p. 563- 565, 2004.

Inoue, L.A.K.A.; Neto, C.S.; Moraes, G. Clove oil anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). *Ciência Rural*, v.33, n.5, p.943-947, 2003.

Irion, G.; Junk, W. J. e Mello, J. A. S. N., 1997: The large central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological and geomorphological aspects. In: *The Central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system ecological studies*. n. 126. W. J. Junk (Ed.). Springer, Berlin, Germany, pp. 23–46.

Isaac, V. J. e Pinheiro, R. C., 2003. Avaliação e monitoramento de impactos dos acordos de pesca – Região do Médio Amazonas. Manaus: *Edua*. 64 p.

Isaac, V. J.; Ruffino, M. L., e McGrath, D., 1998. In search of a new approach to fisheries management in the middle Amazon. In: *Funk, F. et al. eds. Proceedings of the Symposium on Fishery Stock Assessment Models for the 21st Century*. Alasca: Alaska Sea Grant College Program, p. 879-902.

Isaac, V.J.; Ruffino, M.L. 1996. Population dynamics of tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier 1818, in the Lower Amazon, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, (3): 315-333.

Iversen, M.; Finstad, B.; McKinely, R. S.; Eliassen, R. A. The efficacy of metomidate, clove oil, Aquil-STM and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture*, v. 221, n. 1-4, p. 549-566, 2003.

Junk W. J., 1980. Áreas inundáveis - Um desafio para limnologia. *Acta Amazonica*. n.10, p. 775-795.

Junk, W. J. 1985. Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the river level fluctuations and related environmental changes of the Amazon River. *Amazoniana* 9:315–351.

Junk, W. J., 1984. Ecology of the Várzea, floodplain of Amazon white water rivers. In: *Sioli, H. (Ed.). The Amazon – Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Monographiae Biologicae. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers. p. 215-243.

Junk, W. J., M. G. M. Soares & F. M. Carvalho, 1983. Distribution on fish species in a lake of the Amazon River floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana* 7: 397–431.

Junk, W. J., M. G. M. Soares, & U. Saint-Paul, 1997. The fish. In Junk, W. J. (ed.), *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Springer, Ecological Studies, 126: 385–408.

Junk, W. J.; Bayley, P. B. e Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publications for Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127.

Kramer D. L. 1983. The evolutionary ecology of respiratory mode in fishes: an analysis based on the costs of breathing. *Environmental Biology of Fishes*, 9, 145– 158.

Kramer, D. L. e McClure, M. 1982. Aquatic surface respiration, a widespread adaptation to hypoxia in tropical freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes* 7: 47–55.

Labbe T. R. e Fausch K. D., 2000. Dynamics of intermitente stream habitat regulate persistence of a threatened fish at multiple scales. *Ecological Applications*.10, 1774–1791.

- Lancaster J. e Belyea L. R., 1997. Nested hierarchies and scale-dependence of mechanisms of flow refugium use. *Journal of the North American Benthological Society*. 16, 221–238.
- Layman, C.A.; Winemiller, K.O. 2005. Patterns of habitat segregation among large fishes in a Venezuelan floodplain river. *Neotropical Ichthyology*, 3:111–117.
- Lima, A. C.; Araújo-Lima, C. A. R. M. 2004. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology*, 49: 787-800.
- Lin, D. S. C. e Charamaschi, E. P. 2005. Responses of the fish community to the flood pulse and siltation in a floodplain lake of the Trombetas River, Brazil. *Hydrobiologia* 545, 75–91.
- Lobón-Cerviá, J.; Hess, L. L.; Melack, J. M.; Araujo-Lima, A. R. M. C. 2015. The importance of forest cover for fish richness and abundance on the Amazon floodplain Machado-Allison, A. 1990. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. *Interciencia* 15, 411–423.
- Macintyre, S.; Melack, J. M. 1988. Frequency and depth of vertical mixing in an Amazon floodplain lake (L. Calado, Brazil). *Verhandlungen - Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, v. 23, p. 80-85.
- Magoulick D. D., 2000. Spatial and temporal variation in fish assemblages of drying stream pools: the role of abiotic and biotic factors. *Aquatic Ecology*. 34, 29–41.
- Magoulick, D. D. e Kobza, R. M., 2003. The role of refugia for fishes during drought: a review and synthesis. *Freshw. Biol.* 48, 1186–1198.
- Mateussi, N. T. B.; Oliveira, C. e Pavanelli, C. S. 2018. Taxonomic revision of the Cis-Andean species of *Mylossoma* Eigenmann & Kennedy, 1903 (Teleostei: Characiformes: Serrasalminidae). *Zootaxa*.
- Matthews W. J. e Marsh-Matthews E., 2003. Effects of drought on fish across axes of space, time, and ecological complexity. *Freshwater Biology*. 48, 1232–1253.
- Matthews W. J., 1998. *Patterns in Freshwater Fish Ecology*. Chapman & Hall, New York.
- Mcgrath, D. 2012. 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.
- McGrath, D. G.; Cardoso, A. e Pinto, E., 2004. Community fisheries and co management of lower Amazon floodplain of Brasil. In: *International symposium on the management of large rivers for fisheries*. 2, 2004. FAO. p. 207-221.

McGrath, D. G.; Castro, F.; Fudemma, C.; Amaral, B. D.; Calabria, J., 1993. Fisheries and the evolution of resource management on the lower Amazon floodplain. *Human Ecology*, v. 2, p. 167-195.

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

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

McGrath, D.; Silva, U. L. e Crossa, N. M. M., 1997. Ituqui: a traditional lake fishery of the lower Amazon varzea. *Plec News and Views*, 8:23-32.

Meade, R. H., Dunne, T., Richey, J. E., Santos, U. de M., e Salati, E., 1985. Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon River of Brazil. *Science*, 228, 488– 490.

Melack JM. 1984. Amazon floodplain lakes: shape, fetch, and stratification. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*. 22:1278–1282.

Melack, J.; Fisher, T. R. 1990. Comparative limnology of tropical floodplain lakes with an emphasis on the Central Amazon. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 3, n. 1, p. 1-48.

Melo, S. e Almeida, F. F. 2009. Considerações limnológicas sobre um lago da planície de inundação amazônica (lago Catalão – Estado do Amazonas, Brasil). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31(4).

Melo, S.; Huszar, V. L. 2000. Phytoplankton in a Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): Diel variation and species strategies. *Journal of Plankton Research*, v. 22, n. 1, p. 63-76.

Melo, S.; Huszar, V. L. M.; Roland, F; Esteves, F. A.; Bozelli, R. L. 2004. Phytoplankton diel variation and vertical distribution in two Amazonian floodplain lakes (Batata lake and Mussurá lake, Pará, Brasil) with different mixing regimes. *Amazoniana*, v. 18, n. 1-2, p. 1-10.

Mendel, S. M.; Camargo, G.; Benavides, A. M.; Resende, D. C. 2002. Fatores ambientais associados à localização das tocas de bodós *Liposarcus pardalis* (Loricariidae) no lago Camaleão, ilha da Marchantaria. Manaus, AM: pdbff (Relatório de Projeto de Curta Duração). p. 35-37.

Mérona, B. and Gascuel, D., 1993. Effects of flood regime and fishing effort on the overall abundance of an exploited fish community in the Amazon floodplain. *Aquatic Living Resources*, v. 6, n. 1, p. 97-108.

Mérona, B., 1995. Ecologia da pesca e manejo pesqueiro na região Amazônica. *Bol. Mires: Para. Endio Goeldi*, ser. Antropol. 11 (2).

Merona, B.; Rankin-de-Merona, J. 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*, 2(2): 75-84.

Mérona, B.; Santos, G. M.; Almeida, R. G. 2001. Short term effects of Tucuruí dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Environmental Biology of Fishes*, 60(4): 375-392.

Miranda, E. C. A., 2013. Influência do pulso de inundação do Rio Solimões sobre os processos geoquímicos e comunidade fitoplanctônica do Lago Janauacá, Amazonas, Brasil. *Ph.D. Thesis*, UnB, Brasília, DF.

Mourão, M. H. e Oliveira, E. G., 2009. Considerações preliminares sobre a produção camponesa no Lago Janauacá – AM. *XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária*, São Paulo. pp. 1-22.

Neves, A. M. B., 1995. Conhecimento atual sobre pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1817). *Boletim do Museu Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 11(1). Belém.

Neves, A. M. B.; Ruffino, M. L. 1998. Aspectos reprodutivos do acari-bodó, *Liporsarcus pardalis* (Pisces, Siluriformes, Loricariidae) (Castelnau, 1855) *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeli-Série Zoologia*, 14(1): 77: 94.

Nolan, K. S.; Fabr e, N. N. and Batista, V. S., 2008. Landscape variables affecting fishery yield in lake systems of the Central Amazon region, Brazil. *J. Appl. Ichthyol.* 25 (2009), 294–298.

Oliveira, A e Cunha, L., 2000. Community management of the floodplain lakes of the middle Solimões River, Amazonas State, Brazil: a modelo of preservation in transformation. In: *Proceedings of the 8th Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property (IASCP)*. 20p.

Oliveira-Junior, A. B. 1998. *Táticas alimentares e reprodutivas do tucunaré-comum (Cichla monoculus Agassiz, 1813) no reservatório da UHE Balbina – AM, Brasil*. Disserta o de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 74 pp.

Petrere Jr., M. 1978a. Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. II. Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. *Acta Amazonica*, v. 8, (Supl. 2), p.1- 54.

Petrere Jr., M. 1978b. Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. I- Esforço e captura por unidade de esforço. *Acta Amazonica*, v. 8, n. 3, p. 439-454.

Petrere Jr., M., 1990. As comunidades humanas ribeirinhas da Amazônia e suas transforma es sociais. In Diegues, A.C. [ed.] *Popula es Humanas, Rios e Mares da Amazônia*: Coletânea de trabalhos apresentados no IV Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil, Belém, PA, pp. 31-68.

Petrere Jr., M., 1992. Pesca na Amazônia. In: *Secretaria de estado de ciência, tecnologia e meio ambiente - Pará*. SIMDAMAZ NIA. Seminário internacional sobre

meio ambiente, pobreza e desenvolvimento da Amazônia. Anais... Belém. Prodepa. p. 72-78.

Petry, P., 1989. Deriva de ictioplâncton no Paraná do Rei, várzea do Careiro, Amazônia Central, Brasil. *Tese (Mestrado)* – Inpa/FUA, Manaus. 69 p.

Petry, P.; Bayley, P. B. e Markle, D. F. 2003. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. *Journal of Fish Biology*. 63, 547–579.

Pikitch, E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. O., Dayton, P., Doukakis, P., Fluharty, D., Heneman, B., Houde, E. D., Link, J., Livingston, P. A., Mangel, M., McAllister, M. K., Pope, J., Sainsbury, K. J., 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* 305, pp. 346–347.

Pouilly M.; Yunoki T.; Rosales C.; Torres L. 2004. Trophic structure of fish assemblages from Mamoré River floodplain lakes (Bolivia). *Ecology of Freshwater Fish*, 13: 245–257.

Pouilly, M, F.; Lino, J. G.; Bretenoux and Rosales C. 2003. Dietary-morphological relationships in a fish assemblage of the Bolivian Amazonian floodplain. *Journal of Fish Biology*, 62: 1137-1158.

Queiroz *et al.*, 2013. Peixes do Rio Madeira. 1. ed. São Paulo: Dialeto Latin American Documentary.

Ribeiro, M. O. A. e Fabr e, N. N. 2003. Sistemas Abertos Sustentáveis – SAS: uma alternativa de gestão ambiental na Amazônia. Manaus: *Edua*. 243 p.

Rodríguez, M.A. & Lewis, W.M.Jr. (1994) Regulation and stability in fish assemblages of neotropical floodplain lakes. *Oecologia*, 99,166–180 doi: 101007/BF00317098

Rodríguez, M.A. & Lewis, W.M.Jr. (1997) Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. *Ecological Monographic*, 67, 109–128

Röpke, C. P.; Amadio, S. A.; Winemiller, K. O. e Zuanon, Z. 2015. Seasonal dynamics of the fish assemblage in a floodplain lake at the confluence of the Negro and Amazon Rivers. *Journal of Fish Biology*.

Rosenberger A. E. e Chapman L. J., 2000. Respiratory characters of three haplochromine cichlids: implications for persistence in wetland refugia. *Journal of Fish Biology*. 57, 483–501.

RStudio Team. 2015. *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Ruffino, M. L. (Coord.), 2004. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. Manaus: *Ibama/Prov rzea*. p. 272.

- Ruffino, M. L. e Isaac, V. J., 1994. The fisheries of the Lower Amazon: questions of management and development. *Acta Biológica Venezuelica*. 15: p. 37-46.
- Ruffino, M. L.; Batista, V. S.; Isaac, V. J.; Fabr e, N. N. e Almeida, O. T., 2012. Gestão da Pesca na Amazônia e seu Monitoramento. *In: Peixes e Pesca no Solimões-Amazonas: uma avalia o integrada*. Brasília: Ibama/ProV rzea. 276 p.
- Ruffino, M. L.; Isaac, V. J., 2000. A pesca artesanal no Médio Amazonas. *Cole o Meio Ambiente. Série Estudos Pesca*, 22. Brasília: Ibama. p. 317-348.
- Saint-Paul, U. e Soares M. G. M. 1988. Ecomorphological adaptation to oxygen deficiency in Amazon floodplains by Serrasalminae fish of the genus *Mylossoma*. *Journal of Fish Biology* 32: 231–236.
- Saint-Paul, U. e Soares M. G. M., 1987. Diurnal distribution and behavioral responses of fishes to extreme hypoxia in an Amazon floodplain lake. *Environmental Biology of Fishes* 20: 91–104.
- Saint-Paul, U.; Zuanon, J.; Villacorta-Correa, M. A.; Garcia, M.; Fabr e, N. N.; Bergera, U.; Junk, W. J., 2000. Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, v. 57, p. 235-250.
- Salda ia, J. e Venables, B., 1983. Energy compartmentalization in a migratory fish, *Prochilodus mariae* (Prochilodontidae), of the Orinoco River. *Copeia*. 1983: 617-623.
- Sánchez-Botero J. I.; Araújo-Lima, A. C. R. M. 2001. As macrófitas aquáticas como ber rio para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas. *Acta Amazonica*, 31(3): 437-447.
- Santos, G. M. e Santos, A. C. M., 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*. 19 (54).
- Santos, G. M.; Ferreira, E. J. G.; Zuanon, J. A. S. 2006. Peixes comerciais de Manaus. Ibama/AM, ProV rzea. p. 144.
- Savino, J. F. & Stein, R. A. 1989. Behavioural interactions between fish predators and their prey: effects of plant density. *Animal Behaviour* 37, 311–321.
- Savino, J. F. e Stein, R. A. 1982. Predator–prey interaction between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated, submerged vegetation. *Transactions of the American Fisheries Society* 111, 255–266.
- Schlosser I. J. e Angermeier P. L., 1995. Spatial variation in demographic processes of lotic fishes: conceptual models, empirical evidence, and implications for conservation. *American Fisheries Society Symposium*. 17, 392–401.
- Schlosser I. J., 1987. A conceptual framework for fish communities in small warmwater streams. *In: Community and Evolutionary Ecology of North American Stream Fishes* (Eds W.J. Matthews & D.C. Heins), pp. 17–24. University of Oklahoma Press, Norman.

Schlosser, I. J., Johnson, J. D., Knotek, W. L. and Lapinska, M., 2000. Climate variability and size-structured interactions among juvenile fish along a lake-stream gradient. *Ecology*. 81, 1046–1057.

Sedell J.R., Reeves G.H., Hauer F.R., Stanford J.A. & Hawkins C.P. 1990. Role of refugia in recovery from disturbances: modern fragmented and disconnected river systems. *Environmental Management*, 14, 711–724.

Serique, K. K. A. 2012. Variação sazonal e espacial da concentração dos principais íons no lago Mamiá, Amazonas, Brasil - Dissertação (Mestrado) - Biologia de Água Doce e Pesca Interior. INPA, Manaus.

Shulman, G. E., 1974. Life cycles of fish - physiology and biochemistry. *New York: John Wiley & Sons*.

Silva, J. S., 2010. Altimetria espacial aplicada ao estudo dos processos hídricos em zonas úmidas da Bacia Amazônica. *Tese (Doutorado)*. UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.

Silva, M.T. da; Pereira, J. de O.; Vieira, L.J.S.; Petry, A.C. (2013). Hydrological seasonality of the river affecting fish community structure of oxbow lakes: A limnological approach on the Amapá Lake, southwestern Amazon. *Limnologica*, 43:79–90.

Simões, A.; Dias, S. C.; Almeida, O.; Rivero, S. 2014. 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.

Sioli, H., 1984. The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin. *Monographiae Biologicae*. Dr. W. Junk Publishers, II series, Netherlands. v.56.

Sioli, H., 1985. *Amazônia: Fundamentos de Ecologia da Maior Região de Florestas Tropicais*. Ed. Vozes, Petrópolis-RJ. 85 p.

Smith, R., 2000. Community-based resource control and management in the outcomes. In: *Proceedings of the 8th Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property (IASCP)*. 20p.

Soares *et al.*, 2008. Peixes de lagos do Médio Rio Solmões. 2. ed. Instituto I-piatam.

Soares, A. P. A., 2005. Janauacá, conflitos e territorialidades nas águas. II Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada A Riovaldo Umbelino de Oliveira – Presidente Prudente. UEA - Universidade do Estado do Amazonas.

Soares, M. G. M.; Menezes, N. A. e Junk, W. J. 2006. Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia*. 568:353–367.

Sorribas, M. V.; Paiva, R. C.; Melack, J. M.; Bravo, J. M.; Jones, C.; Carvalho, L.; Beighley, E.; Forsberg, B.; Costa, M. H. 2016. Projections Of Climate Change Effects On Discharge And Inundation In The Amazon Basin. *Climatic Change*, P. 1-16.

Sousa, R. G. C., 2009. Distribuição espacial da pesca no Lago Grande de Manacapuru (Amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional. *Tese (Mestrado)*. UFAM, Manaus. 93p.

Stanley E. H., Fisher S. G. and Grimm N. B., 1997. Ecosystem expansion and contraction in streams: desert streams vary in both space and time and fluctuate dramatically in size. *BioScience*. 47, 427–435.

Stiassny, M. L. J., 1999. The medium is the message: freshwater biodiversity in peril. In: Cracraft, J.; Grifo, F.T. (Eds). *The Living Planet in Crisis: Biodiversity Science and Policy*. Columbia University Press, New York, NY, USA.

Tejerina-Garro, F. L.; Fortin, 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.

Tramer, E. J., 1977. Catastrophic mortality of stream fishes trapped in shrinkingpools. *Am. Midl. Nat.* 97, 469–478.

Tundisi, J. G.; Forsberg, B. R.; Devol, A. H.; Zaret, T. M.; Tundisi, T. M.; Santos, A.; Ribeiro, J. S.; Hardy, E. R. 1984. Mixing patterns in Amazon Lakes. *Hydrobiologia*, v. 108, n. 1, p. 3-15.

Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. 2008. *Limnologia. Oficina de textos*, São Paulo, 632 p.
Val, A. L.; Almeida-Val, V. M. F. 1995. *Fishes of the Amazon and Their Environment: Physiological and Biochemical Aspects*. Springer Verlag, Berlin. 213 pp.

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

Welcomme R. L., 1979. *Fisheries and Ecology of Floodplain Rivers*. Longman, London.

Welcomme, R. L., 1985. River fisheries. Roma: FAO *Fisheries Technical Paper*, 262. 330 p.

Welcomme, R. L., 1999. A review of a model for qualitative evaluation of exploitation levels in multi-species fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, 6, 1-19.

Winemiller K. O. e Jepsen D. P., 1998. Effects of seasonality and fish movements on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*. 53, 267–296.

Winemiller, K. O., 1989. Development of dermal lip protuberances for aquatic surface respiration in South American characid fishes. *Copeia* 2: 382–390.

Yossa, M. I.; Araújo-Lima, C. A. R. M. 1998. Detritivory in two Amazonian fish species. *Journal of Fish Biology*, 52(6): 1141-1153.

Zaret, T. M., Rand, A. S., 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*. 52, 336–342.