



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS- UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS- FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS
TRÓPICOS- PPG CIPET



**"INFLUÊNCIA DO CICLO HIDROLÓGICO EM PESCARIAS
COMERCIAIS NA AMAZÔNIA CENTRAL, BRASIL"**

VINÍCIUS VERONA CARVALHO GONÇALVES

MANAUS – AM

2018

VINÍCIUS VERONA CARVALHO GONÇALVES

**"INFLUÊNCIA DO CICLO HIDROLÓGICO EM PESCARIAS
COMERCIAIS NA AMAZÔNIA CENTRAL, BRASIL"**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - CIPET, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso de Recursos Pesqueiros Tropicais

Orientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

MANAUS - AM

2018

Ficha Catalográfica

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

Goncalves, Vinícius Verona Carvalho
G635i Influência do ciclo hidrológico em pescarias comerciais na
 Amazônia Central, Brasil / Vinícius Verona Carvalho Goncalves.
 2018

62 f.: il.; 31 cm.

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

1. Ancova. 2. Ambiente de pesca. 3. Kruskal-Wallis. 4. Pulso de
Inundação. I. Freitas, Carlos Edwar de Carvalho II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

Dedico este trabalho a Deus, meus pais Paulo César e Rita de Cássia, a minha irmã Ludmilla Verona, a minha companheira María Doris Escobar e ao meu filho Elí (In memoriam)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Virgem Maria, minha Mãe Santíssima, por estar sempre iluminando meus passos e me dando forças para seguir sempre para frente e para o alto.

Ao meu orientador Carlos Edwar de Carvalho Freitas, por me aceitar como seu aluno, pela preciosa orientação, paciência, e acima de tudo pelos ensinamentos transmitidos através do seu exemplo diário em demonstrar amor e entusiasmo pelo que faz.

A minha companheira María Dóris Escobar Lizarazo por estar presente em todos os momentos, desde o início dos estudos para ingressar no programa até esse presente momento. Saiba que sem o vosso auxílio nada disso teria sido possível. Minha eterna gratidão e admiração.

A melhor surpresa que tive na vida, Elí Lizarazo Verona Gonçalves (In memoriam)

Aos meus pais Paulo César e minha mãe Rita de Cássia Verona, por me ensinar o valor da vida e me aconselharem sempre a acreditar nos meus sonhos.

A minha irmã Ludmilla Verona Carvalho Gonçalves, pelo auxílio e disposição de me escutar em momentos de necessidade, saiba que esse sentimento é recíproco.

Aos amigos Ângela, Angélica, Bruna, Carolina Laurent, Diogo, Franciane, Giulia, Jamerson, Lorenzo, Marcela, Sandrelly e Wendell que sempre se mostraram solícitos a me auxiliar com paciência e amizade. Pessoas que carrego em meu coração e sinto uma enorme gratidão.

A professora Flavia Siqueira pela amizade construída ao longo desses dois anos.

Aos pescadores de Manacapuru, por colaborarem com este trabalho fornecendo informações necessárias.

A Coordenação e Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos (CIPET) pelo apoio.

A minha querida Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por possibilitar a continuidade da minha formação, por aqui tenho um profundo zelo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa de mestrado que foi de grande importância para o desenvolvimento dessa pesquisa.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma, seja direta ou indiretamente, para que este momento se concretizasse, minha eterna gratidão e meus sinceros votos de Luz, Paz e Amor

“Permanecendo firme no querer,
chega-se ao poder”

José Gabriel da Costa

RESUMO

Na Amazônia Central as pescarias possuem caráter artesanal, sendo praticadas por pescadores em rios e áreas alagadas, sendo altamente influenciadas pela variação do nível do rio. Desse modo, a principal questão abordada no estudo é verificar como o ciclo hidrológico influencia nas capturas de espécies, considerando que o desembarque é constituído de espécies com diferentes estratégias alimentares. Primeiramente, realizamos uma caracterização prévia das pescarias, no intuito de determinar os principais ambientes e espécies explorados, bem como, períodos mais produtivos e atrativos para a atividade pesqueira. Também relacionamos os apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores com as espécies alvo. A caracterização indicou que os ambientes de lago são mais explorados pelos pescadores, no entanto, a maior parte das capturas é oriunda dos canais de rios. Em relação à composição do desembarque, foram desembarcadas um total de 34 espécies, sendo o jaraqui escama grossa (*Semaprochilodus taenirus*) e o jaraqui escama fina (*Semaprochilodus insignis*) as espécies mais exploradas. O período de cheia apresentou valores positivos na captura por unidade de esforço (CPUE) quando comparado aos demais períodos hidrológicos. As artes de pesca variaram de acordo com o ambiente onde ocorreu a pesca e as espécies a serem exploradas. Posteriormente, utilizamos modelos lineares generalizados (Análise de covariância – ANCOVA) para determinar a influência do nível do rio sobre as pescarias no Baixo Rio Solimões. A análise de covariância para o período de enchente mostrou que todas as espécies foram influenciadas pelo nível do rio, e pelo esforço de pesca, houve ainda uma interação positiva entre o esforço de pesca e espécies detritívoras. No período de cheia, o esforço de pesca influenciou positivamente todas as espécies, houve ainda uma interação positiva entre o esforço de pesca, espécies detritívoras e herbívoras e um esforço positivo nos ambientes de rio. No período de vazante, apenas o esforço de pesca foi significativo, com uma interação negativa entre o ambiente de pesca e o esforço. No período de seca, apenas as espécies onívoras foram influenciadas pelo esforço de pesca e o nível do rio, com interação negativa entre o esforço de pesca e espécies onívoras. Os resultados encontrados contribuem para a geração de conhecimento sobre atividades de pesca, fornecendo informações para a construção de políticas públicas relacionadas à gestão da pesca no estado do Amazonas.

Palavras chave: Ancova, Ambiente de pesca, Kruskal-Wallis, Pulso de inundação

ABSTRACT

In the Central Amazon, the fisheries are artisanal in character, being practiced by fishermen in rivers and flooded areas. Thus, the main issue addressed in the study is to verify how the hydrological cycle influences the catches of species, considering that the landing is made up of species with different feeding strategies. Firstly, we carried out a previous characterization of the fisheries, in order to determine the main environments and species exploited, as well as, more productive and attractive periods for the fishing activity. We also list the fishing gear used by fishermen with the target species. The characterization indicated that the lake environments are more exploited by the fishermen, however, most of the catches come from the river channels. In relation to the composition of the landing, a total of 34 species were landed, being the jaraqui coarse scale (*Semaprochilodus taenirus*) and the jaraqui fine scale (*Semaprochilodus insignis*) the most exploited species. The period of flood presented a significant difference in the catch values per unit of effort (CPUE) when compared to the other hydrological periods. The fishing gear varied according to the environment where the fishing occurred and the species to be exploited. Later, we used generalized linear models (Covariance Analysis - ANCOVA) to determine the influence of the river level on the fisheries in the Lower Solimões River. The analysis of covariance for the flood period showed that all species were influenced by river level, and by fishing effort, there was still a positive interaction between fishing effort and detritus species. During the flood period, the fishing effort positively influenced all species, there was also a positive interaction between fishing effort, detritivorous and herbivorous species and a positive effort in river environments. In the ebb period, only the fishing effort was significant, with a negative interaction between the fishing environment and the effort. In the dry season, only the omnivorous species were influenced by the fishing effort and the level of the river, with negative interaction between fishing effort and omnivorous species. The results found may contribute to the generation of knowledge about fishing activities, providing information for the construction of public policies related to fisheries management in the state of Amazonas.

Key-words: Ancova, Fishing environment, Kruskal-Wallis, Flood pulse

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
APRESENTAÇÃO.....	13
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1. Pesca na Amazônia.....	14
1.2. Modalidades de Pesca.....	14
1.3. Ambientes de pesca	15
1.4. Desembarque pesqueiro.....	15
1.5. Ciclo hidrológico	16
2. HIPÓTESES	17
3. OBJETIVOS.....	17
3.1. Objetivo Geral	17
3.2. Objetivos Específicos	18
4. REFERÊNCIAS	18
Capítulo I.....	22
Dinâmica temporal e espacial da pesca na Amazônia Central: análise do desembarque em Manacapuru (Amazonas – Brasil) ₁	22
Resumo	23
Abstract.....	24
1. Introdução.....	25
2. Material e Métodos.....	26
2.1. Área de estudo	26
3. Resultados.....	28
3.1 Análise do ciclo hidrológico.....	28
3.2. Variação espacial da produção pesqueira.....	28
3.3. Variação temporal da produção pesqueira	29

3.4. Composição temporal e espacial do desembarque	29
3.5. Captura por Unidade de Esforço (CPUE)	32
3.6. Apetrecho de pesca por ambiente e espécie	33
4. Discussão	35
5. Referências	39
Capítulo II.....	43
Influencia do ciclo hidrológico em pescarias comerciais na Amazonia Central	Erro!
Indicador não definido.	
Resumo	44
Abstract.....	45
1. Introdução.....	46
2. Material e Métodos.....	47
2.1. Área de estudo	47
2.2. Coleta de dados.....	48
2.3. Análise de dados.....	49
3. Resultados.....	50
3.1. Análise do ciclo hidrológico.....	50
3.2. Dados de pesca	51
3.3. Análises de Covariância	51
4. Discussão.....	54
5. Referências	57
6. Anexos.....	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1: Área de estudo.....	26
Figura 2: Variação do nível do rio entre os anos de 1972 e 2012 em preto e variação do nível do rio para o ano de 2012 em cinza.	28
Figura 3: Quantidade de pescado capturado em rios e lagos, de acordo com a variação do ciclo hidrológico durante o ano de 2012.	29
Figura 4: A - Principais espécies de peixes capturados no ambiente de rio durante o período de 2012; B - Principais espécies de peixes capturados no ambiente de lago durante o período de 2012.	31
Figura 5: Variação mensal das principais espécies desembarcadas no município de Manacapuru no ano de 2012.....	32
Figura 6: Análise de Componentes Principais (PCA), com base no tipo de apetrechos utilizados no ambiente de rio.....	34
Figura 7: Análise de Componentes Principais (PCA), com base no tipo de apetrechos utilizados no ambiente de lago.	35

Capítulo 2

Figura 1: Mapa da área de estudo.....	48
Figura 2: Variação do nível do rio entre os anos de 1972 e 2012 em preto e variação do nível do rio para o ano de 2012 em cinza.	50
Figura 3: A – Média de captura em toneladas com desvio padrão por viagem de pesca em diferentes períodos hidrológicos. B – Média do esforço de pesca com desvio padrão por viagem de pesca em diferentes períodos hidrológicos.	51
Figura 4: A – Histograma dos resíduos para o modelo de enchente; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de enchente.	62
Figura 5: A – Histograma dos resíduos para o modelo do período de cheia; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de cheia.	62
Figura 6: A – Histograma dos resíduos para o modelo do período de vazante; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de vazante.....	62
Figura 7: A – Histograma dos resíduos para o modelo do período de seca; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de seca.....	63

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Espécies desembarcadas e seus respectivos valores de captura.	29
Tabela 2: Valores de média e mediana para os períodos hidrológicos.....	33

Capítulo II

Tabela 1: Resultados da ANCOVA para o período de enchente.....	51
Tabela 2: Resultados da ANCOVA para o período de cheia.	52
Tabela 3: Resultados da ANCOVA para o período de vazante.....	53
Tabela 4: Resultados da ANCOVA para o período de seca.	53
Tabela 5: Nome comum, nome científico, hábito alimentar e capturas em percentagem durante o período de estudo.....	61

APRESENTAÇÃO

A pesca na Amazônia é considerada uma das atividades extrativistas mais importantes na bacia. A importância da atividade pesqueira pode ser constatada através do elevado consumo de pescado por parte da população, da contínua geração de renda e emprego. Diversos estudos têm sido realizados sobre as pescarias na Amazônia no intuito de gerar e atualizar informações, sempre visando subsidiar o manejo pesqueiro. Na Amazônia Central, as pescarias apresentam caráter artesanal, devido a variedade e o tipo de arte de pesca utilizados e a alta diversidade de espécies exploradas, caracterizando-se uma pesca multi-específica e multi-apetrecho. O desembarque pesqueiro nesta região é fortemente influenciado pelo ciclo hidrológico, fenômeno também conhecido como pulso de inundação, que pronuncia picos de desembarques de acordo com o nível das águas. Nesse sentido entender a dinâmica do pulso de inundação e suas relações com o desembarque pesqueiro e a biologia das espécies é essencial para gerir a atividade pesqueira na Amazônia. Este estudo teve como área focal a Amazônia Central, mais precisamente a região do Baixo Rio Solimões.

A **Dissertação** é composta por Introdução Geral e dois capítulos:

Na **Introdução Geral** procurou-se contextualizar as pescarias na Amazônia, sua importância, modalidades de pesca, ambiente de pesca, pulso de inundação e manejo pesqueiro.

O **Capítulo I** teve como principal objetivo caracterizar as pescarias na Amazônia Central, bem como determinar ambientes e períodos mais produtivos para a pesca, principais espécies exploradas e apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores.

No **Capítulo II** foi investigado o efeito do pulso de inundação sobre as pescarias na Amazônia Central e se este efeito é o mesmo para as espécies com diferentes estratégias alimentares.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Pesca na Amazônia

Na Amazônia as pescarias desempenham um papel fundamental para a população (BATISTA et al., 2012), sendo consideradas umas das pescarias de água doce mais produtivas do mundo (CASTELLO et al., 2013). Sua importância pode ser constatada através da elevada quantidade de pescado desembarcada nos principais portos da região (BARTHEM & FABRÉ, 2003; LOPES, CATARINO, LIMA & FREITAS, 2016), pelo alto consumo de pescado por parte da população que pode chegar até 290 kg per capita/ano em algumas regiões da bacia (BATISTA, ISSAC & VIANA, 2004).

A pesca na Amazônia possui importante influência econômica na região, Almeida et al., (2010) estudando a cadeia produtiva da pesca na calha do Rio Solimões/Amazonas, indicaram que as pescarias produzem uma receita anual estimada em R\$ 389 milhões, dos quais, R\$ 62 milhões correspondem a renda dos pescadores comerciais e aproximadamente R\$ 127 milhões a dos pescadores de subsistência. Dados recentes apontam que a atividade de pesca na Amazônia envolve cerca de 330.000 pescadores (MAPA, 2016), no entanto, este valor pode estar subestimado, se considerarmos que, para cada posto de trabalho direto gerado na atividade pesqueira, outros cinco postos de trabalhos indiretos são gerados (FAO, 2000).

O potencial produtivo das pescarias amazônicas se deve ao fato da diversidade de espécies existentes na bacia, aproximadamente 4.000 (REIS et al., 2016), na diversidade de rios, lagos e planícies inundáveis ao longo do sistema. Melack (1984) estimou para o sistema Solimões/Amazonas, cerca de 8,5 mil lagos. No entanto, o potencial pesqueiro da bacia é incerto, diferentes autores desenvolveram modelos matemáticos para calcular o potencial pesqueiro da bacia, estimando entre 207.000 a 902.000 t/ano (WELCOMME, 1979; BAYLEY & PETRERE, 1989; MÉRONA, 1993).

1.2. Modalidades de Pesca

Freitas e Rivas (2006) classificaram as pescarias da Amazônia em seis modalidades de pesca que coexistem na bacia. Pesca de subsistência, praticada pelas populações ribeirinhas em toda a Amazônia e não possui local específico de desembarque. Pesca de reservatório, oriunda a partir do represamento de águas para a construção de hidrelétricas. Pesca esportiva, atividade de grande importância para a economia e turismo, tendo como

espécie alvo os tucunarés (*Cichla* spp). Pesca ornamental, sendo praticada por piabeiros e tem como principal espécie explorada o cardinal (*Paracheirodon axelroldi*), néon tetra (*Paracheirodon innesi*), rosacéu (*Hyphessobrycon erythrostigma*). Pesca comercial monoespecífica, única pescaria de caráter industrial na bacia, ocorre no estuário e tem como principais exploradas a piramutaba (*Brachyplatystoma vailantii*). Por fim a pesca comercial multiespecífica, essa modalidade se caracteriza pelo tipo e variedade de apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores e pela diversidade de espécies exploradas, sendo consideradas pescarias artesanais ou pesca de pequena escala (BERKES et al., 2001).

Pescarias comerciais multiespecíficas são realizadas por pescadores residentes em centros urbanos, sendo as mais praticadas nas zonas de várzea da Amazônia Central e os principais recursos capturados são do grupo dos Characiformes, com destaque para as espécies jaraqui (*Semaprochilodus* spp), matrinxã (*Brycon amazonicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e curimatã (*Prochilodus nigricans*) devido à grande oferta no mercado regional (GONÇALVES & BATISTA, 2008).

1.3. Ambientes de pesca

A escolha dos ambientes para a atividade de pesca recebe forte influência do ciclo hidrológico da região, (JUNK, BAYLEY & SPARKS, 1989). No entanto, os pescadores levam em consideração a sazonalidade, as espécies alvo, o tamanho da embarcação utilizada, o apetrecho de pesca, durante a escolha dos ambientes de pesca. Dessa forma, a pesca na Amazônia pode ser dividida em dois sistemas diferentes: a pesca nos lagos de várzeas e outras áreas alagadas e a pesca nos canais dos rios (ISAAC; BARTHEM, 1995; BATISTA, et al., 2012).

No entanto, o padrão de exploração destes ambientes não é uniforme ao longo da bacia. Viana (2004) constatou que na região do Médio rio Solimões a frota pesqueira explora principalmente, a calha do rio, enquanto na região do Baixo rio Amazonas as pescarias tendem a ocorrer nos lagos durante o período de cheia e no canal do rio no período de seca (CERDEIRA, ISAAC & RUFFINO, 2000; ISAAC, SILVA & RUFFINO, 2004).

1.4. Desembarque pesqueiro

Os desembarques das pescarias de pequena escala na Amazônia são sustentados pela captura de aproximadamente 100 espécies de peixes que são exploradas regularmente para alimento e comercialização, abastecendo áreas rurais e urbanas (BATISTA, 1998). No

entanto 90% dessas capturas são sustentadas por aproximadamente 10 espécies de peixes (BARTHEM; FABRE, 2004).

Diversos estudos vêm sendo realizados, para verificar as variáveis que exercem influencia nas capturas em rios amazônicos. Tais estudos encontraram que o desembarque pesqueiro pode ser influenciado pela dimensão da área alagada (PETRERE, 1983a), nível do rio (MERONA; GASCUEL, 1993), distância do pesqueiro ao centro de comercialização, quantidade de gelo e combustível (BATISTA; PETRERE, 2007), formato dos lagos (SOUZA et al., 2009), nível da água em anos anteriores (CASTELLO et al., 2015, ISAAC et al., 2016), variáveis meteorológicas (PINAYA et al., 2016), desmatamento (CASTELLO et al., 2017).

1.5. Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico, também conhecido como pulso de inundação pode ser definido com a flutuação do nível do rio, ocasionado pela variação nos padrões de precipitação na bacia (JUNK, 1989). Com o aumento dos níveis de precipitação, ocorre o aumento do nível das águas inundando as planícies laterais adjacentes, essas planícies são comumente conhecidas como várzeas ou áreas alagáveis e estão submetidas a um ciclo hidrológico previsível e monomodal (IRION et al., 1997; JUNK, 1997).

Na Amazônia, existem aproximadamente 300.000 km² de áreas alagáveis, das quais 200.000 km² se encontram no sistema Solimões/Amazonas (JUNK 1993). Nessa região, o pulso de inundação causa uma elevação no nível da água de 10 a 12 metros todos os anos. As variações do nível da água promovidas pelo pulso de inundação influenciam fortemente a estrutura das assembléias de peixes e suas interações tróficas (TEJERINA-GARRO et al., 1998; WINEMILLER, 2004; FREITAS; GARCEZ, 2004 & SOUSA; FREITAS, 2008).

O pulso de inundação é considerado a principal força estruturadora para espécies de peixes em termos de distribuição e densidade populacional (WINEMILLER; JEPSEN, 1998; GARCEZ; FREITAS, 2007). A partir disso, os organismos aquáticos tendem a desenvolver estratégias reprodutivas e alimentares individuais para se adaptar as variações sazonais (LOWE-MCCONNELL, 1975; WELCOMME, 1979; BUNN; ARTHINGTON, 2002), visto que as condições ambientais ideais são bastante distintas para cada organismo (JUNK; WANTZEN, 2004). A dinâmica fluvial é determinante na vida e no comportamento das espécies, implicando no desenvolvimento de estratégias de pesca pelos pescadores (ISAAC, CASTELLO, SANTOS & RUFFINO, 2016) e, conseqüentemente, nos resultados dos desembarques pesqueiros da pesca comercial (FREITAS; RIVAS, 2006).

Diversos estudos têm mostrado que tempo e a intensidade do pulso de inundação são fortemente influenciados pelo El Niño-Oscilação Sul (ENSO) (MARENGO & NOBRE 2001; SCHÖNGART & JUNK, 2007). Sendo os períodos de seca na bacia relacionados ao El Niño (MELACK; COE, 2013) e períodos de cheia ou fortes inundações relacionados a La Niña (RONCHAIL et al., 2002). Atrelado a isso, o aumento no número de projetos para construção de barragens na Amazônia (CASTELLO et al., 2013; LEES, et al., 2016), o desmatamento (LOBÓN-CERVIA et al., 2015; ARANTES et al., 2017; CASTELLO et al., 2017), as mudanças climáticas (FREITAS et al., 2013; ROPKE et al., 2017), exercem forte influencia sobre os recursos pesqueiros, conseqüentemente refletindo na atividade de pesca.

Diante disso, compreender a interação das diversas variáveis que envolvem os recursos pesqueiros e determinar o seu grau de influência sobre estes recursos é um desafio necessário para o estabelecimento de políticas públicas e conservacionistas além de permitir estabelecer previsões mais realistas sobre a pesca fluvial da Amazônia (SOUZA; FREITAS, 2009).

Dessa forma, a investigação do impacto do ciclo hidrológico sobre as capturas é uma ferramenta importante e constitui uma importante base para o manejo pesqueiro, podendo contribuir com mais informações ao setor. Tendo como objetivo a implementação de medidas de manejo adequadas que tenham como propósito assegurar a principal fonte de proteína da população, permitir a contínua geração de empregos e a manutenção dos estoques pesqueiros.

2. HIPÓTESES

As hipóteses a serem testadas são:

- H01: Existem diferenças sazonais e espaciais na captura por unidade de esforço (CPUE).
- H02: A intensidade do efeito do pulso de inundação sobre as capturas está relacionada com a estratégia alimentar da espécie explorada.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito do pulso de inundação sobre as capturas de pescado, levando em consideração que este efeito pode ser diferente para as guildas tróficas que compõem os desembarques de pescado na Amazônia Central.

3.2. Objetivos Específicos

- Calcular a captura por unidade de esforço por viagem de pesca realizada.
- Caracterizar temporalmente e espacialmente as pescarias na Amazônia Central.
- Classificar o desembarque pesqueiro de acordo ao hábito alimentar das espécies desembarcadas.
- Avaliar o efeito do nível do rio sobre as capturas para as espécies com diferentes hábitos alimentares.

4. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. T.; Lorezen, K.; McGrath, D.; Amara, L.; Rivero, S. 2010. Importância econômica do setor pesqueiro na calha do rio Amazonas-Solimões. Paper do NAEA. n. 275.
- ARANTES, C. C., Winemiller, K. O., Petrere, M., Castello, L., Hess, L. L., & Freitas, C. E. C. (2017). Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River floodplain. *Journal of Applied Ecology*, 1–10.
- BARTHEM, R.B.; Fabré, N. N. 2003. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Rufino, M.L., Ed., *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*, Pro-Várzea, Manaus, 11-55.
- BATISTA, V. S. 1998. Distribuição, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia Central. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade Federal do Amazonas, Brasil, 291pp.
- BATISTA, V.S.; Isaac, V.J.; Viana, J.P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Ruffino, M.L. (coord.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. IBAMA/PROVÁRZEA. p. 63-152.
- BATISTA, V. S.; Petrere Junior, M. Spatial and temporal distribution of fishing resources exploited by the Manaus fishing fleet, Amazonas, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67, n. 4, p. 651-656, 2007.
- BAYLEY, P. B.; Petrere Jr., M. 1989. Amazon Fisheries: assessment methods, current status and management options. *Can. Publ. Fisheries and Aquatic Science*. v. 106. p. 385-398.
- BERKES, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R. C., Pomeroy, R. S. 2001 *Managing small-scale fisheries: Alternative directions and methods* International Development Research Centre Ottawa, Canada

- BUNN, S. E. & Arthington, A. H. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environ. Manage.* 30, 492–507 (2002).
- CASTELLO L, McGrath DG, Hess LL, Coe MT, Lefebvre PA, Petry P, Macedo MN, Renó. VF, Arantes CC. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conserv. Lett.* 6, 217–229.
- CASTELLO, L., Isaac, V.J., Thapa, R., 2015. Flood pulse effects on multispecies fishery yields in the Lower Amazon. *R. Soc. Open Sci.* 2, 150299.
- CERDEIRA, R. G. P.; Isaac V. J.; Ruffino, M. L. 2000. Captura de pescado nas comunidades Ribeirinhas do Lago Grande de Monte Alegre – PA, Brasil. *Ibama. Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca*, (22):281-316.
- FAO/WorldFish The Hidden Harvests: the Global Contribution of Capture Fisheries. Agriculture and Rural Development Department Department, Sustainable Development Network. World Bank, Washington, DC, 2010.
- Freitas, C. E. C. & R. C. S. Garcez, 2004. Fish communities of natural canals between floodplain lakes and Solimões-Amazonas River. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 16(3): 273-280.
- FREITAS, C.E.C.; Rivas, A.A.F. 2006. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. *Ciência e Cultura (SBPC)*, v. 58, n. 3, p. 30-32.
- FREITAS, C. E. C., Siqueira-Souza, F. K., Humston, R. & Hurd, L. E. An initial assessment of drought sensitivity in Amazonian fish communities. *Hydrobiologia* 705, 159–171 2013.
- GONÇALVES, C.; Batista, S.V. 2008. Avaliação do desembarque pesqueiro efetuado em Manacapuru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*.vol.38 no.1, Manaus 2008.
- HALLWASS, G., & Silvano, R. A. M. (2016). Patterns of selectiveness in the Amazonian freshwater fisheries: Implications for management. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59, 1537-1559.
- ISAAC VJ; Barthem RB. 1995. Os Recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Ser Zool* 11(2): 151-194.
- ISAAC, V.J.; Silva, C.O.; Ruffino, M.L. 2008. The artisanal fishery fleet of the lower Amazon. *Fish Manage. Ecol.*, 15. pp. 179-187
- ISAAC, V.J.; Castello, L.; Santos, P.R.B.; Ruffino, M.L. 2016. Seasonal and interannual dynamics of river floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. *Fisheries Research*. 183: 352–359.

- IRION, G, Junk WJ, Mello de, 1997. The large Central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological, and geomorphological aspects. In: The Central Amazon Floodplains. Ecology of a Pulsing System(ed. Junk W), pp. 23–46. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- JUNK, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in River-floodplain systems. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science, Ottawa, 106: 110–127.
- JUNK, W. J. & K. M. Wantzen, 2004. The flood pulse concept: New aspects, approaches, and applications—an update. In Welcomme, R. & T. Petr (eds), Proceedings of the 2nd Large River Symposium (LARS), Pnom Penh, Cambodia. Bangkok. RAP Publication: 117–149.
- LEES AC, Peres CA, Fearnside PM, Schneider M, Zuanon JAS, 2016. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers Conserv* 25:451–466.
- LOBÓN-CERVIÁ, J., Hess, L.L., Melack, K.M., Araujo-Lima, C.A.R.M., 2015. The importance of forest cover for fish richness and abundance on the Amazon floodplain. *Hydrobiologia* 750, 245–255.
- LOPES, G. C. S.; Catarino, M. F.; Lima, A. C.; Freitas, C. E. 2016. Small-scale fisheries in the Amazon basin: General patterns and diversity of fish landings in five sub-basins. *Boletim do Instituto da Pesca*, 42(4): 895 - 909.
- Lowe-McConnell RH. 1975. Fish communities in tropical freshwaters. Longman Group Limited, London, p 284.
- MARENGO JA, Nobre CA. 2001. General characteristics and variability of climate in the Amazon basin and its links to the global climate system. In *The Biochemistry of the Amazon basin*, Clain ME, Victoria RL, Richey JE (eds). Oxford University Press; UK, 17–41.
- MAPA, 2016. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- MELACK, J. M. "Amazon Floodplains Lakes: Shape, Fetch and Stratification". *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, n. 22, 1984, pp. 1278-1282.
- MÉRONA, B. 1993. Pesca e ecologia dos recursos aquáticos na Amazônia. In: Furtado, L. G.; Mello, A. F.; Leitão, W. (Eds.) *Povos das águas: realidade e perspectiva na Amazônia*. Belém, MPEG/ UFPA. p. 159-185.

- PETRERE Jr, M. Relations among catches, fishing effort and river morphology for eight rivers in Amazonas State (Brazil), during 1976-1978. *Amazoniana*, v. 8, n. 2, p. 281-296, 1983a.
- PINAYA, W. H. D. *et al.* Multispecies fisheries in the lower Amazon River and its relationship with the regional and global climate variability. *PLoS One* 11, e0157050 (2016).
- REIS, RE, Albert JS, Di Dario F, Mincarone MM, Petry P, Rocha LA. 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. *J Fish Biol* 89(1):12–47.
- RONCHAIL, J., Cpchonneau, G., Molinier, M., Guyot, J.-L., Chaves, A.G.dM., Guimara, V., Oliveira, E., 2002. *Int. J. Climatol.* 22, 1663–1686.
- RÖPKE, C. P., Amadio, S., Zuanon, J., Ferreira, E. J. G., de Deus, C. P., Pires, T. H. S., & Winemiller, K. O. 2017. Simultaneous abrupt shifts in hydrology and fish assemblage structure in a floodplain lake in the central Amazon. *Scientific Reports*, 7, 40170.
- SCHÖNGART J, Junk WJ. 2007. Forecasting the flood pulse in central Amazonia by ENSO-indices. *Journal of Hydrology* 335:124–132
- SOUZA, K. N. S.; Fabr e, N. N.; Batista, V. S. Landscape variables affecting fishery production in lake systems of floodplain areas in Central Amazon, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 25, p. 294-298, 2009.
- SOUZA, L. A.; Freitas, C. E. C. 2009. Uma proposta de protocolo para a obten o de variáveis visando estudos de modelagem ecológica em sistemas pesqueiros fluviais da Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 39, p. 237-240.
- 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.
- VIANA, J.P. 2004. A pesca no Médio Solimões. In: Ruffino, M.L., ed. *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: IBAMA/ ProV rzea, pp. 245–268.
- WINEMILLER, K. O.; Jepsen, D. B. (1998). Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology*, 53(Suppl. A), 267–296.
- WELCOMME, R. L., 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman, London and New York.

Capítulo I

Dinâmica temporal e espacial da pesca na Amazônia Central: análise do desembarque em Manacapuru (Amazonas – Brasil) ¹

¹Artigo submetido na revista: Revista Brasileira de Engenharia de Pesca
ISSN versão online: 2175-3008
Frequência: Semestral

Dinâmica sazonal e espacial da pesca na Amazônia Central: análise do desembarque em Manacapuru (Amazonas – Brasil)

Vinícius Verona Carvalho Gonçalves^{1*}

Carlos Edwar de Carvalho Freitas²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

² Departamento de Ciências Pesqueiras, Universidade Federal do Amazonas, (UFAM).

* Autor para correspondência

viniciusveronacg@gmail.com

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar sazonalmente e espacialmente a produção de peixe desembarcada na cidade de Manacapuru, na Amazônia Central. Os dados de desembarque foram obtidos a partir da aplicação de questionários estruturados aos pescadores, sendo coletados entre janeiro de 2012 e dezembro de 2012. Os resultados indicaram que os rios foram os ambientes mais explorados pelos pescadores, no entanto, os rios apresentaram maiores valores de captura. No total, 34 espécies de peixes foram desembarcadas, sendo o jaraqui escama grossa (*Semaprochilodus taenirus*) e o jaraqui escama fina (*Semaprochilodus insignis*) as espécies mais exploradas pelos pescadores. As capturas de peixe apresentaram um caráter sazonal, com valores mais altos no período de enchente e na vazante. O período de cheia apresentou maiores valores de captura por unidade de esforço (CPUE) quando comparado aos demais períodos hidrológicos. As artes de pesca variaram de acordo com o ambiente onde ocorreu a pesca e as espécies a serem exploradas. Nossos resultados contribuem para a geração de conhecimento sobre atividades de pesca, fornecendo informações para a construção de políticas públicas relacionadas à gestão da pesca no estado do Amazonas.

Palavras-chave: Ambiente de pesca; Aparelhos; Captura por unidade de esforço; Pescarias

Temporal and spatial dynamics of fishing in Central Amazonia: analysis of the landing in Manacapuru (Amazonas - Brazil)

Abstract

The aim of this study was to analyze temporally and spatially the fish production landed at Manacapuru City, Central Amazon. The landing data were obtained from the application of structured forms to the anglers, being collected between January and December 2012. The results indicated what lacustrine environments are the most exploited by the anglers, but the rivers are the environments more productive. In total, 34 fish species were landed. Jaraqui coarse scales (*Semaprochilodus insignis*) and jaraqui fine scales (*Semaprochilodus taenirus*) were the most exploited species. Catches of fish showed a seasonal character, with higher values at the beginning of the rising and receding water. The high water period presented the highest values of Capture Per Unit of Effort (CPUE). Fishing gear varied according to the environment and the species to be exploited. Our results contribute to the generation of knowledge about fishing activity, providing information for the construction of public policies related to fisheries management in the state of Amazonas.

Key words: Fishing environment, Fishing gears, Catch per unity effort, Fisheries

1. Introdução

A pesca na Amazônia é uma importante atividade desde o período pré-colonial (Veríssimo, 1895; Batista et al., 2004; Barthem e Goulding; Isaac et al., 2008), sua importância pode ser constatada através da elevada quantidade de pescado desembarcada nos principais portos da região (Barthem e Fabré, 2003; Lopes et al., 2016), pelo alto consumo de pescado da população que pode chegar até 290 kg per capita/ano em algumas regiões da Amazônia (Batista et al., 2004) e pela riqueza de espécies exploradas (Ruffino, 2005). Estudos estimaram que o potencial pesqueiro da bacia amazônica está entre 207.000 a 902.000 t/ano (Bayley e Petre, 1989; Mérona, 1995), e que as pescarias envolvem cerca de 330.000 pescadores (MAPA, 2016), além de produzir uma receita anual de R\$ 389 milhões (Almeida et al, 2010).

As pescarias na Amazônia são realizadas em diversos ambientes, como rios, lagos e igarapés, no entanto, o padrão de exploração destes ambientes não é uniforme ao longo da bacia. Viana (2004) constatou que na região do Médio rio Solimões a frota pesqueira explora principalmente, a calha do rio, enquanto na região do Baixo rio Amazonas as pescarias tendem a ocorrer nos lagos durante o período de cheia e no canal do rio no período de seca (Cerqueira et al., 2000; Isaac et al., 2004). A escolha dos ambientes para a atividade pesqueira recebe forte influência do período hidrológico, uma vez que o nível das águas varia amplamente ao longo do ano, em um fenômeno conhecido como pulso de inundação (Junk et al., 1989). Essa dinâmica fluvial é determinante na vida e no comportamento das espécies, implicando no desenvolvimento de estratégias de pesca pelos pescadores (Isaac et al., 2016) e, conseqüentemente, nos resultados dos desembarques pesqueiros da pesca comercial (Freitas e Rivas, 2006).

Na Amazônia Central, as pescarias apresentam caráter artesanal, devido à alta diversidade de espécies capturadas, além do tipo e da variedade de artes de pesca utilizadas (Freitas e Rivas, 2006). A pesca nessa região é voltada para o abastecimento de pescado nas grandes cidades, sendo sua produção predominantemente direcionada à capital Manaus. Portanto, por ser uma atividade de elevada importância econômica e social, as pescarias necessitam de uma administração eficaz e capaz de torná-las sustentáveis (Inomata, 2013).

Diante disso, as análises de dados de pescarias são fundamentais para que ocorra a gestão destes recursos, pois permitem avaliar a situação dos principais estoques explorados e suas variações ao longo do tempo, podendo subsidiar os gestores para a tomada de decisões mais efetivas (Torloni, 1995).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica temporal e espacial da pesca comercial no trecho inferior do rio Solimões, a partir dos dados desembarque de pescado na cidade de Manacapuru, um importante porto concentrador de desembarque pesqueiro na região do Baixo Rio Solimões e testar as hipóteses de que existem diferenças sazonais e espaciais na captura por unidade de esforço (CPUE).

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na região da Amazônia Central e teve como área focal o município de Manacapuru, onde o pescado foi desembarcado. O município é o quarto maior município do estado com uma extensão territorial de 7.330,074 km (IBGE, 2016) e está localizado a 84 quilômetros de Manaus (Figura 1). O nível das águas nessa região varia anualmente de 10 a 12 metros (Junk et al., 1983).

Manacapuru possui a segunda maior frota pesqueira do estado do Amazonas, com uma infraestrutura para o escoamento da produção, composta de frigoríficos e terminais pesqueiros flutuantes que compram o pescado (Batista, 2012). Desta forma, é considerado um dos principais mercados e entrepostos de comercialização da região, atendendo ao mercado regional, nacional e internacional, (Pereira, 2007).

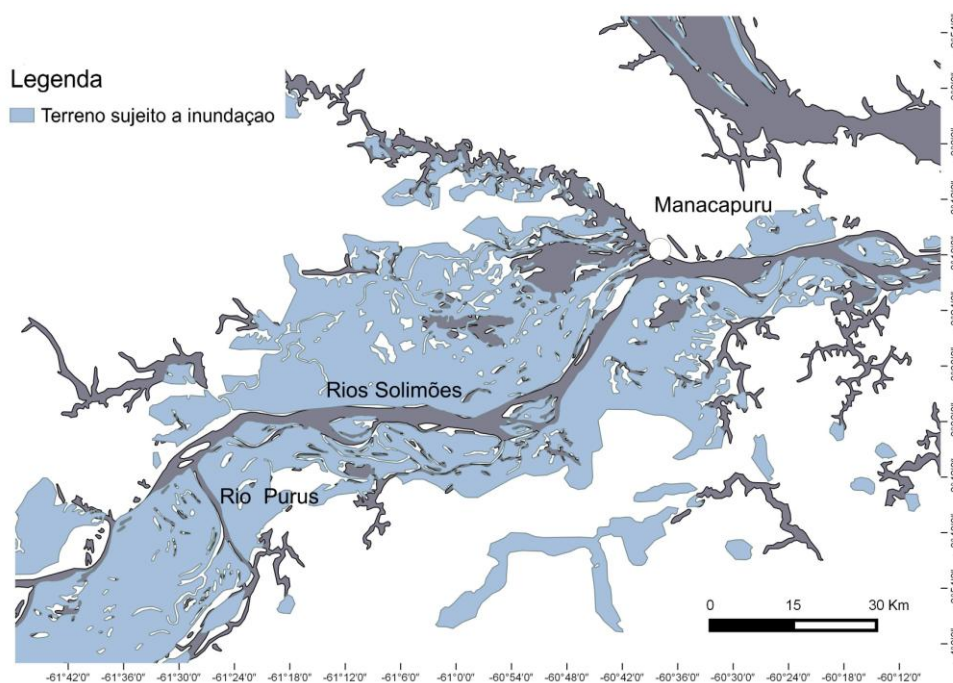


Figura 1: Área de estudo

Os dados de pesca foram coletados diariamente, de janeiro a dezembro de 2012, por meio da aplicação de questionários estruturados (Lakatos e Marconi, 1991), aplicados aos pescadores no principal porto de desembarque de peixes no município de Manacapuru, Estado do Amazonas, Brasil. Os dados foram armazenados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise descritiva para obtenção de frequência, média aritmética e desvio padrão (Zar, 1999). A unidade de esforço de pesca utilizada foi “número de pescadores × dias de pesca”, sugerida por Petrere (1978b) como a melhor unidade de esforço para a região amazônica. Para calcular a captura por unidade de esforço (CPUE), foi utilizada a equação proposta por Petrere et al. (2010), dividindo o total capturado (em kg) pelo esforço de pesca. A captura por unidade de esforço (CPUE) foi calculada por pescaria e ambiente de pesca, sendo compilada em dados mensais, no intuito de criar um desenho de amostra equilibrado (Isaac et al., 2016)

Para determinar os períodos do ciclo hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca), foram utilizados dados da série histórica de 1972 a 2012, oriundos das medições efetuadas na estação de Manacapuru, na calha do Solimões, próximo ao município de Manacapuru (ANA, 2018). De acordo com os dados da série histórica, foi gerado um gráfico, determinando os meses correspondentes aos períodos do ciclo hidrológico.

Para testar as hipóteses de que não existem diferenças significativas nos rendimentos pesqueiros entre os ambientes de rio e de lago, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Zar, 1999) e entre os períodos do ciclo hidrológico, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Siegel, 1975), ambos com o nível de significância de 5 % ($p < 0,05$). Comprovada a existência de alguma diferença estatística, aplicou-se o teste discriminatório D de Dunn (Pett, 1997) para determinar quais os períodos hidrológicos analisados foram estatisticamente diferentes.

Posteriormente, a relação entre o ambiente, o apetrecho de pesca e a espécie capturada foi avaliada através de uma análise de componentes principais (PCA), para avaliar a relação entre o ambiente, o apetrecho e a espécie capturada. Para tanto os dados de captura foram logaritimizadas, para reduzir as diferenças nas taxas de capturabilidade dos apetrechos de pesca. Todas as análises foram desenvolvidas no software R (R Development Core Team 2018).

3. Resultados

3.1 Análise do ciclo hidrológico

De acordo aos dados dos níveis do rio, o período hidrológico corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março como período de enchente, abril, maio e junho período de cheia, julho, agosto e setembro período de vazante e outubro, novembro e dezembro período de seca (Figura 2).

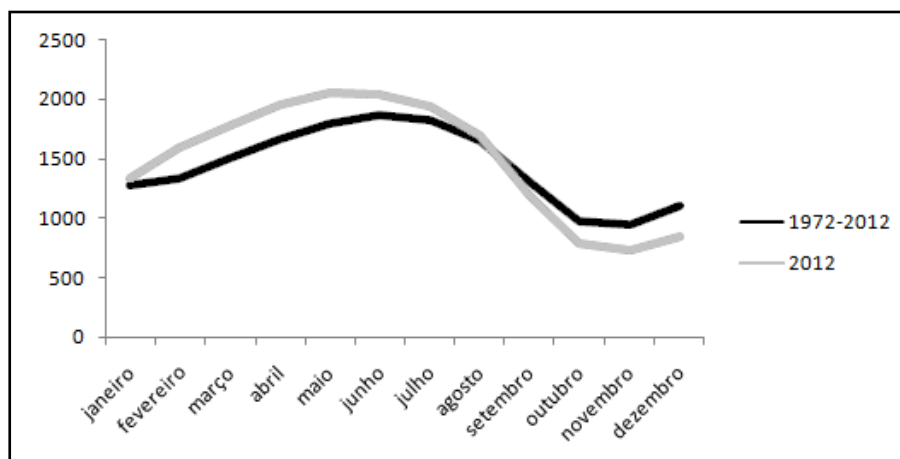


Figura 2: Variação do nível do rio entre os anos de 1972 e 2012 em preto e variação do nível do rio para o ano de 2012 em cinza.

3.2. Variação espacial da produção pesqueira

Foram aplicados 1021 questionários correspondentes as viagens de pesca, resultando em uma estimativa da produção pesqueira de 546 t anuais, com média mensal de $44,8 \text{ t} \pm 43,6 \text{ t}$.

As pescarias foram realizadas em trinta e seis lagos e três rios distintos. Os principais locais de pesca explorados pelos pescadores foram os lagos (69%), com destaque para os lagos Piranha (32%), Grande (26,2%), Beruri (7,7%) e Jacaré (7,4%) e os rios (31%), principalmente os rios Manacapuru (54%), Purus (43%) e Solimões (3%).

Foram capturadas 349 t de pescado em ambiente de rio, com média mensal de $30,1 \pm 31,9$ e 197 t em ambiente de lago, com média mensal de $17,9 \pm 15,6$. Dentre os rios, as maiores produções foram oriundas do Rio Manacapuru (~188 t), seguido dos rios Purus (~150 t) e Solimões (~10 t). Em relação aos lagos, o Lago Jacaré apresentou maior volume de captura (~39 t), seguido dos lagos Piranha (~24 t), Sacambu (~23 t) e Beruri (~21 t).

3.3. Variação sazonal da produção pesqueira

Nos rios, a quantidade de pescado desembarcada variou de ~2 t para o mês de agosto a ~103 t no mês de abril, enquanto nos lagos, a captura variou de ~51 toneladas em maio a ~2217 t no mês de julho. Com relação a captura total para os dois ambientes, destaca-se a maior produção no período de enchente e cheia para os rios e no período de vazante e seca para os lagos (Figura 3).

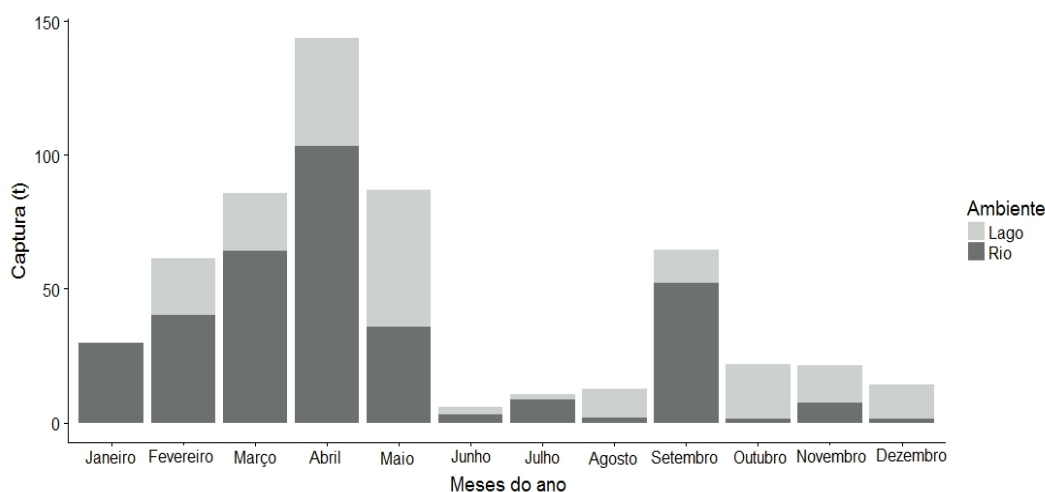


Figura 3: Quantidade de pescado capturado em rios e lagos durante o ano de 2012.

3.4. Composição temporal e espacial do desembarque

Durante o período do estudo, os desembarques indicaram uma captura total de 39 espécies ou grupos de espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies desembarcadas e seus respectivos valores de captura.

Nome comum	Lago		Rio		Total	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Acará-Açú	1.477	0.75	3.947	1.13	5.424	0.99
Acará-Branco	48	0.02	0	0.00	48	0.01
Acará-Rosado	0	0.00	35	0.01	35	0.01
Acarí-Bodo	538	0.27	105	0.03	643	0.12
Apapá-Amarelo	168	0.09	0	0.00	168	0.03
Apapá-Branco	0	0.00	60	0.02	60	0.01
Aracú-Amarelo	280	0.14	0	0.00	280	0.05
Aracú-Comum	7.645	3.87	18.310	5.24	25.955	4.75
Aruana	8.451	4.28	5.767	1.65	14.218	2.60
Bacú-Liso	0	0.00	118	0.03	118	0.02
Birosca	65	0.03	732	0.21	797	0.15

Branquinha	1.300	0.66	100	0.03	1.400	0.26
Caparari	1.390	0.70	2.101	0.60	3.491	0.64
Cará	3.129	1.59	346	0.10	3.475	0.64
Cascuda	712	0.36	3.250	0.93	3.962	0.72
Cubiu	14.402	7.30	8.100	2.32	22.502	4.11
Cuiu Cuiu	54	0.03	65	0.02	119	0.02
Curimatã	28.263	14.32	17.345	4.96	45.606	8.34
Dourada	72	0.04	134	0.04	206	0.04
Jaraquí-Fina	5.240	2.66	69.297	19.82	74.537	13.63
Jaraquí-Grossa	35.410	17.94	90.190	25.80	125.600	22.97
Jaú	167	0.08	39	0.01	206	0.04
Mandí	0	0.00	4100	1.17	4100	0.75
Mapará	7.238	3.67	791	0.23	8.029	1.47
Matrinxã	8.562	4.34	32.335	9.25	40.897	7.48
Pacú-comum	14.025	7.11	43.050	12.32	57.075	10.44
Pescada	10.729	5.44	10.345	2.96	21.074	3.85
Piracatinga	5786	2.93	2219	0.63	8.005	1.46
Piranambú	0	0.00	87	0.02	87	0.02
Piranha	525	0.27	400	0.11	925	0.17
Piranha-Preta	2.338	1.18	267	0.08	2.605	0.48
Pirapitinga	616	0.31	999	0.29	1.615	0.30
Pirarara	0	0.00	28	0.01	28	0.01
Pirarucu	3.250	1.65	1.509	0.43	4.759	0.87
Sardinha	0	0.00	21.712	6.21	21.712	3.97
Tambaqui	8.550	4.33	4.259	1.22	12.809	2.34
Tamuatá	5	0.00	0	0.00	5	0.00
Traíra	6.412	3.25	3.194	0.91	9.606	1.76
Tucunaré	20.505	10.39	4213	1.21	24.718	4.52
Total	197.352	100	349.54	100	546.899	100

Decorrente dos rios, o jaraqui escama grossa (*Semaprochilodus insignis*) e o jaraqui escama fina (*Semaprochilodus taenirus*) responderam por 25,8% e 19,8% da produção pesqueira respectivamente. Seguido dos pacus (*Mylossoma* spp) com 12,3%, matrinxã (*Brycon amazonicus*) com 9,2% e as sardinhas (*Triportheus* spp) com 6,2% (Figura 4a). Decorrentes dos lagos, as espécies predominantes foram o jaraqui escama grossa (*S. insignis*) com 17,9%, a curimatã (*Prochilodus nigricans*) com 14,3%, o tucunaré (*Cichla* spp) com 10,3% e o cubiu (*Hemiodus immaculatus*) com 7,3% (Figura 4b).

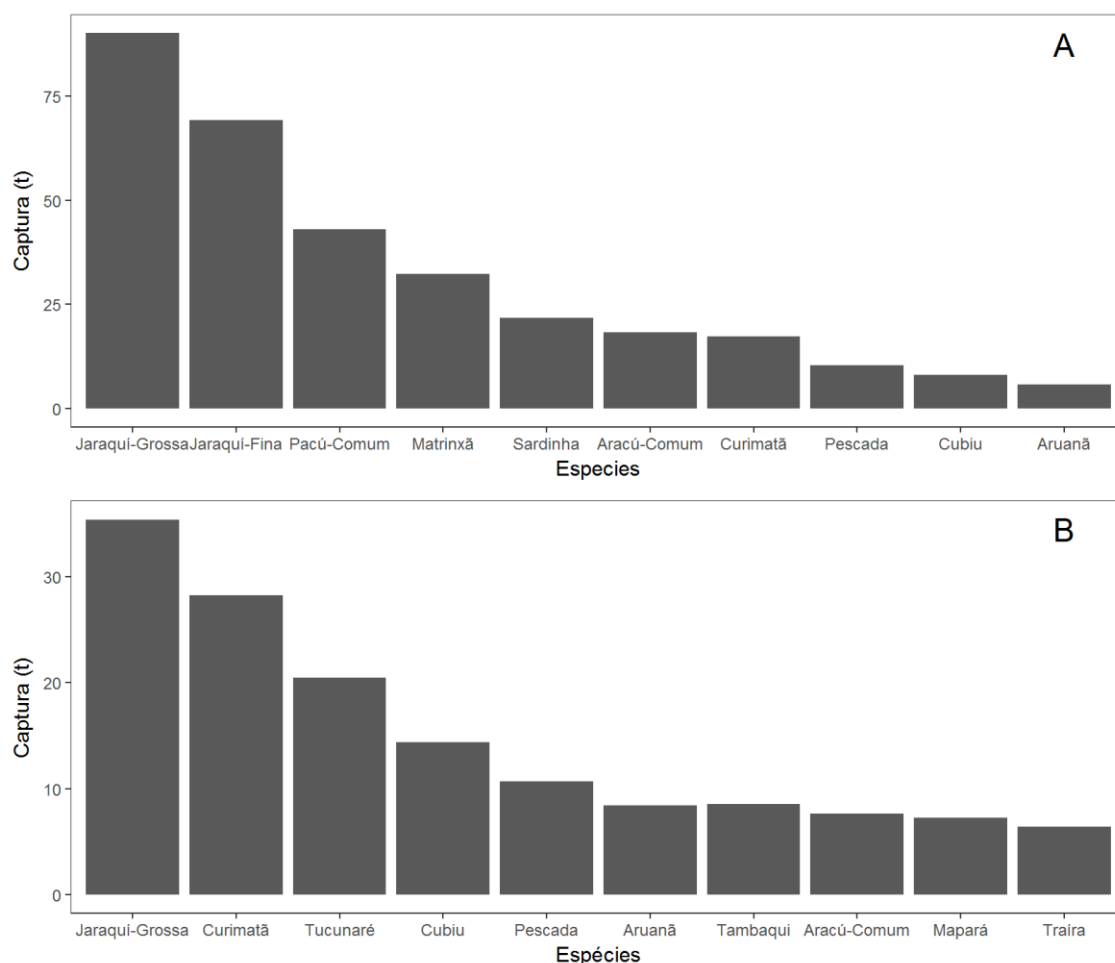


Figura 4: A - Principais espécies de peixes capturados no ambiente de rio durante o período de 2012; B - Principais espécies de peixes capturados no ambiente de lago durante o período de 2012.

Em relação ao desembarque pesqueiro total foi possível observar que a captura de 10 espécies foram responsáveis por aproximadamente 85% da produção pesqueira (Figura 5). O período de enchente foi fortemente representado por espécies da ordem characiformes, como jaraqui escama grossa e de escama fina (*S. insignis* e *S. taenirus*), seguido dos pacus (*Mylossoma* spp), curimatã (*P. nigricans*) e matrinxã (*B. amazonicus*).

No término da vazante e início da seca, foi possível identificar outro pico no desembarque, no entanto de menor intensidade, com destaque para as espécies aracú-comum (*Schizodon fasciatus*), cubiu (*Anodus elongatus*), curimatã (*P. nigricans*) e pescada (*Plagioscion* spp.). Os tucunarés (*Cichla* spp.) constituíram um grupo de espécies presentes nos desembarques em todas as fases do ciclo hidrológico.

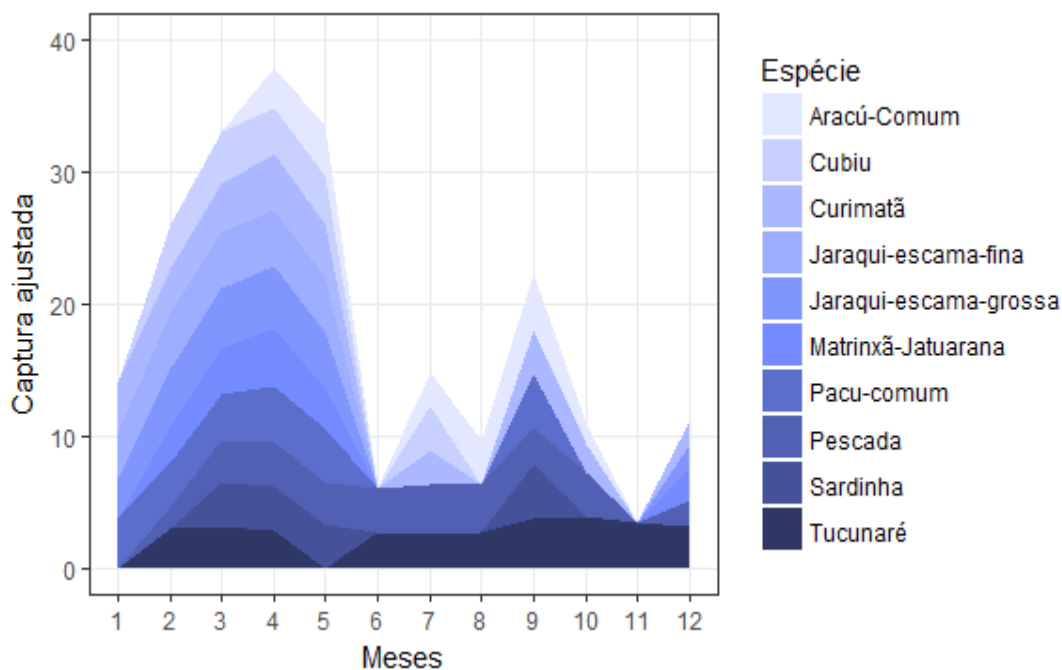


Figura 5: Variação mensal das principais espécies desembarcadas no município de Manacapuru no ano de 2012

3.5. Captura por Unidade de Esforço (CPUE)

Existe uma alta variabilidade nas médias, e, em alguns casos, os valores dos desvios padrões, são maiores que as mesmas. Sendo assim, utilizamos os valores de mediana para representar a CPUE e sua variação espacial e sazonal (Tabela 2).

Não houve diferença na CPUE entre os rios e lagos analisados (Mann-Whitney U-teste, $U = 107480$, $p > 0.05$). Os valores de mediana para a CPUE nos rios foi de 13,8 kg/pescador/dia, enquanto nos lagos 12,7 kg/pescador/dia.

Em relação à variação sazonal da CPUE, nos rios a mediana variou de 3.3 kg/pescador/dia no mês de fevereiro a 95.2 kg/pescador/dia no mês de novembro. Nos lagos a variação foi de 6.3kg/pescador/dia no mês de fevereiro a 16 kg/pescador/dia no mês de maio.

O teste de Kruskal-Wallis confirmou a existência de diferenças nos valores de CPUE ao longo do ciclo hidrológico (Kruskal-Wallis $H = 22.743$, $gl = 3$, $p < 0.05$), dessa forma, rejeitamos a hipótese nula de que os rendimentos pesqueiros não variam de acordo com o ciclo hidrológico. O teste Dunn mostrou que o período de cheia diferiu positivamente dos períodos de enchente, vazante e seca (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de média e mediana para os períodos hidrológicos.

Período ¹	Média (DP)	Mediana
Enchente ^a	28.09 (55.3)	11.3
Cheia ^b	38.04 (59.5)	16.6
Vazante ^a	31.57 (72,4)	10.75
Seca ^a	18.6 (25)	12.75

¹ Os períodos indicados pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Dunn (p=0,05)

3.6. Apetrecho de pesca por ambiente e espécie

Durante o período estudado, foram identificados cinco apetrechos de pesca nas pescarias ocorridas em rios, sendo estes (malhadeira, arrasto, anzol, rede e tramalha) e três nas pescarias ocorridas nos lagos (malhadeira, tramalha e rede).

A partir dos dados das pescarias dos rios, os dois componentes principais PC1 e PC2 da Análise de Componentes Principais (PCA) explicaram 59,3% da variabilidade esperada destes apetrechos. O componente principal (PC1) representou 38,5% da variabilidade total, sendo correlacionado positivamente com o anzol; enquanto o componente principal (PC2) explicou 26,0% da variabilidade total, sendo correlacionado positivamente com a redinha.

Observou-se a formação de um grupo de espécies em sua maioria bagres, como a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), bacú (*Lithodoras dorsalis*), caparari (*Pseudoplatystoma tigrinum*) associados ao apetrecho de anzol. Outro grupo formado por jaraqui escama grossa (*Semaprochilodus insignis*), jaraqui escama fina (*Semaprochilodus taenirus*), curimatã (*Prochilodus nigricans*), matrinxã (*Brycon amazonicus*), sardinha (*Triportheus elongatus*), associados a redinha.

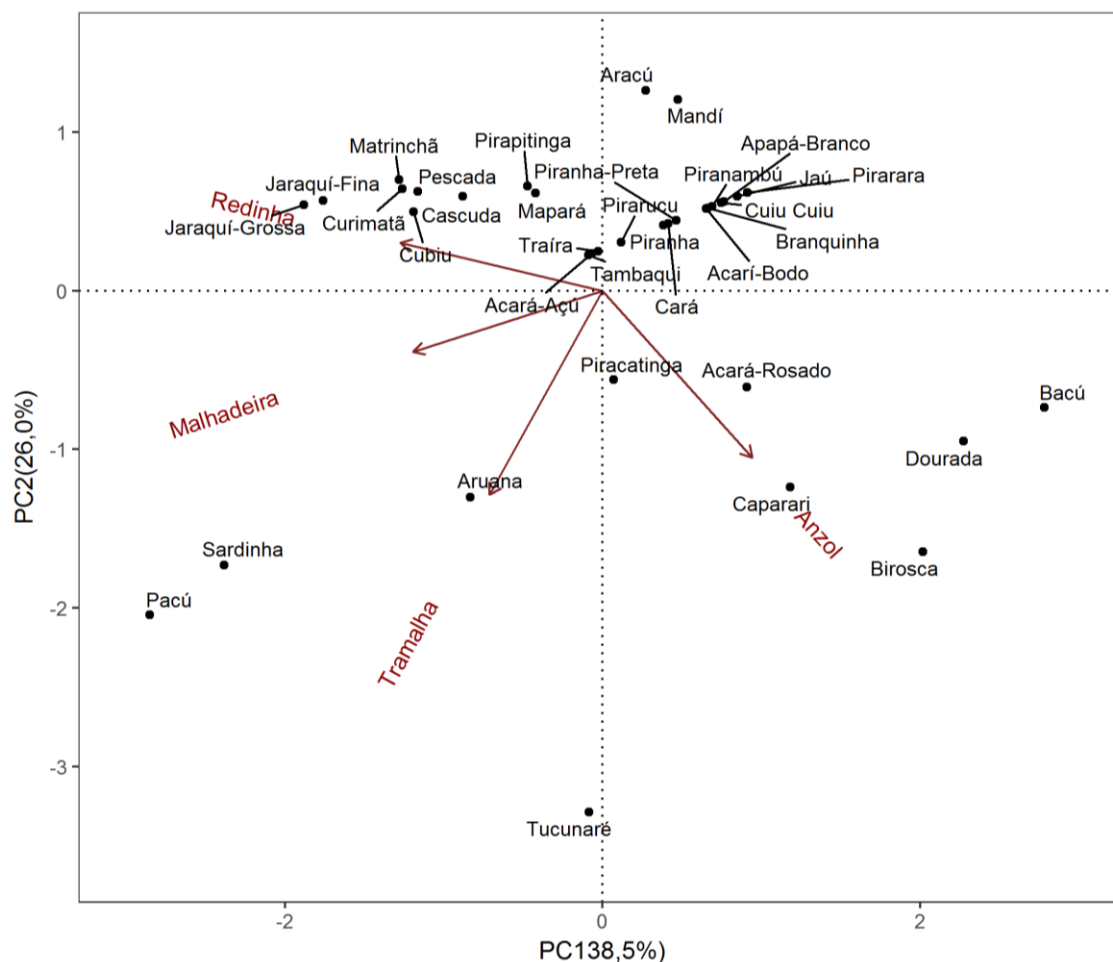


Figura 6: Análise de Componentes Principais (PCA), com base no tipo de apetrechos utilizados no ambiente de rio.

Nas pescarias que ocorreram em lagos, a PCA produziu dois componentes principais que juntos explicaram 86,7% da variabilidade esperada. O componente principal (PC1) explicou 52,7% da variabilidade total, sendo correlacionado negativamente com a malhadeira e a redinha. As espécies que mais apresentaram relação a este componente foram o tambaqui (*Colossoma macropomum*), a pirarucu (*Arapaima gigas*), curimatã (*Prochilodus nigricans*).

O componente principal (PC2) representou 34,0% da variabilidade total, sendo correlacionado positivamente com a tramalha. As espécies pacu (*Mylossoma spp*), jaraqui grossa (*S. insignis*) e jaraqui fina (*S. taenirus*) e matrinxã (*B. amazonicus*) foram altamente correlacionadas com o (PC2) (Figura 7).

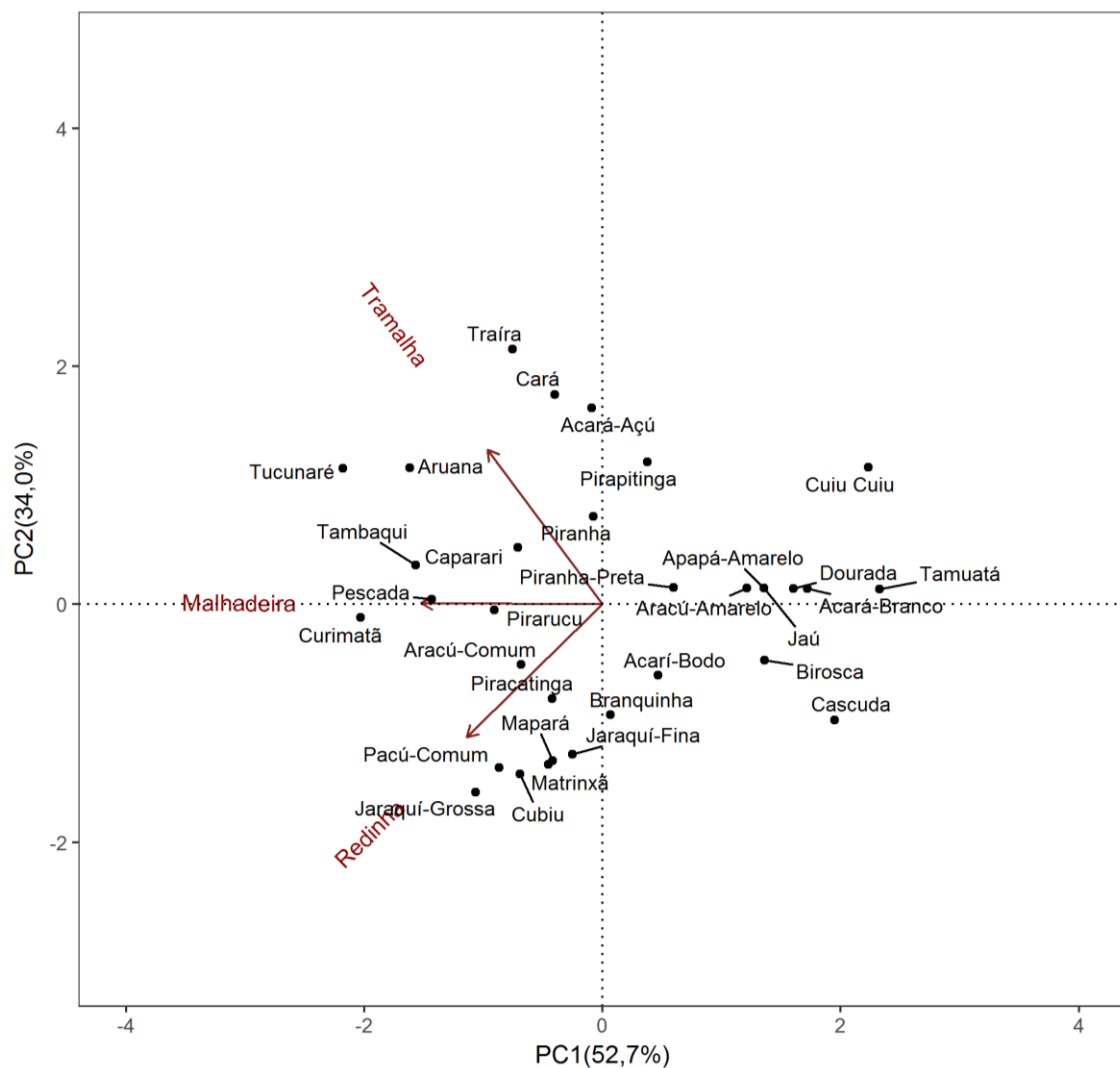


Figura 7: Análise de Componentes Principais (PCA), com base no tipo de apetrechos utilizados no ambiente de lago.

4. Discussão

A análise espacial e temporal das pescarias gera dados para subsidiar medidas para um manejo eficaz, pois indicam os períodos e os ambientes mais produtivos e/ou de maior atratividade para o desenvolvimento da atividade pesqueira, sendo possível monitorá-los com efetividade.

A Amazônia possui importantes sistemas aquáticos, visados pela pesca comercial, sendo os rios e lagos de maior exploração. Os lagos foram os ambientes mais visitados pelos pescadores, padrão também observado por (Alcantara et al., 2015) no rio Juruá. Diferente dos resultados encontrados em outras regiões da Amazônia (Cerdeira et al., 2000; Isaac et al., 2004; Viana, 2004) onde as pescarias predominaram no ambiente de rio. Nós hipotetizamos, que a preferência dos pescadores por lagos, está relacionada às

características fisiográficas do ambiente, que apresenta elevado número de lagos (Melack, 1984).

Apesar da preferência dos pescadores pelos lagos, os rios responderam pelo maior volume da produção desembarcada, com destaque para os rios Manacapuru e Purus. O aparecimento do rio Manacapuru, como o rio mais produtivo e mais visitado pelos pescadores, pode ser explicado pela proximidade que o rio se encontra da sede do município, o que torna as pescarias menos onerosas, uma vez que facilita no escoamento da produção e reduz os custos com gelo e combustível. A preferência dos pescadores por rios mais próximos do município, também foi encontrada por Cardoso e Freitas (2006) em pescarias efetuadas no rio Manicoré.

Com relação ao rio Purus, sua colocação dentre os rios mais explorados na região foi relatada por diversos autores (Petrere 1985; Batista 1998; Soares e Junk 2000), bem como sua crescente contribuição nos desembarques no porto de Manaus. Nós acreditamos que o rio Purus possui estoques bem conservados, sendo um dos principais alvos das frotas pesqueiras da Amazônia Central. A baixa contribuição do rio Solimões no desembarque pesqueiro pode estar relacionada ao fato das pescarias que ocorrem nesse ambiente terem como principais espécies alvo os bagres, destinados aos frigoríficos e entrepostos de pescado.

Quanto ao total de pescado desembarcado (559 t), nossos resultados se mostraram inferiores aos encontrados em Coari (1014 t) (Corrêa et al., 2012). No entanto, apresentaram valores superiores quando comparados aos resultados encontrados em Manicoré (256 t) (Cardoso e Freitas, 2008), Tefé (148 t) (Ferraz e Figueiredo, 2010), rio Madeira (460 t) (Doria et al., 2012) e Juruá (60 t) (Alcantara et al., 2015) todos avaliando o mesmo período de tempo que o presente estudo. O expressivo valor no desembarque em relação aos outros municípios do estado do Amazonas pode ser explicado pela proximidade que Manacapuru se encontra da capital Manaus, ampliando dessa forma o mercado consumidor. Essa característica também destaca o município de Manacapuru como importante pólo de desembarque pesqueiro no estado do Amazonas.

A variação da captura mensal se apresentou superior quando comparada com os dados obtidos por Batista (1998), também em Manacapuru, o autor encontrou média mensal de 35 toneladas. Um pouco mais recente Gonçalves e Batista (2008) encontraram média mensal de 172 t. No entanto, Gonçalves e Batista (2008) coletaram dados em todos os portos de desembarque de pescado de Manacapuru, o que garante um maior número de

informações e Batista (1998) coletou dados apenas no porto de desembarque da Parnairzinha, da mesma forma que o presente trabalho. Acredita-se que exista de fato um aumento na quantidade de pescado desembarcado mensalmente, e esse aumento esteja relacionado ao aumento populacional do município, a demanda por pescado oriunda de municípios vizinhos e a crescente instalação de frigoríficos para beneficiamento do pescado na região.

Ficou evidente, que a atividade de pesca na Amazônia Central é dirigida a diversas espécies, uma vez que foram capturadas 39 espécies. Este valor parece ser um padrão na calha Solimões-Amazonas, Gonçalves e Batista (2008) encontraram para Manacapuru 35 espécies, Petrere (1978) encontrou 31 espécies em Manaus e Fabr e e Alonso (1998) encontraram 33 espécies em Tabatinga. Notadamente os três municípios de maior importância pesqueira da calha Solimões-Amazonas (Batista, 2010). Fernandes et al., (2009), argumentam que o caráter multiespec fico das pescarias amazônicas, pode estar relacionado ao fato dos pescadores utilizarem diferentes apetrechos de pesca.

Apesar da diversidade de espécies capturadas, 10 espécies foram responsáveis por mais de 85% do desembarque total em peso, algo já esperado. Essa característica já foi relatada por diversos autores na Amazônia (Merona e Bittencourt, 1988; Barthem e Fabr e, 2004; Gonçalves e Batista, 2008; Hallwass e Silvano, 2016) sendo um fen meno conhecido e peculiar entre as pescarias da Amazônia.

Em relação às espécies predominantes nos desembarques, a maioria esta composta por Characiformes, essa característica foi encontrada no rio Madeira, (Doria et al., 2012) e em Coari (Corrêa et al., 2012). Nós hipotetizamos, que este fato está relacionado a preferência da população local por peixes de escama (Batista e Petrere, 2003; Gonçalves e Batista, 2008), uma vez que preferências culturais e de mercado tendem influenciam na decisão do pescador (Batista, 2012) e conseqüentemente nas espécies desembarcadas. No caso dos lagos, destacamos o tucunaré, com ocorrência o ano inteiro, cuja importância nos desembarques também foi observada no município de Tefé (Ferraz e Figueiredo, 2010), no rio Solimões (Gonçalves e Batista, 2008), rio Madeira (Doria et al., 2012) e em Juruá por (Alcantara et al., 2015).

Os rendimentos pesqueiros (CPUE) se mostraram mais produtivos nos meses de abril e maio, período que corresponde à cheia. Entre as espécies que contrib iram para esse aumento, estão a curimat  (*Prochilodus nigricans*), a matrinxã (*Brycon amazonicus*), o pac  (*Mylossoma duriventre*) e o jaraqui-escama-grossa (*Semaprochilodus insignis*).

Notadamente espécies da ordem Characiformes, que realizam migrações no sentido rio-lago durante o período de enchente-cheia (Ribeiro e Petrere, 1990; Halls e Welcomme, 2004), formando grandes concentrações de indivíduos e sendo visados pelos pescadores devido a facilidade de captura.

O aumento nos rendimentos pesqueiros nos períodos de enchente-cheia tem sido relatado por outros autores (Falabella, 1994; Batista, 2004; Doria e Lima, 2008; Gandra, 2010; Doria et al., 2012), sendo esse período conhecido como safra dos Characiformes, uma vez que durante a cheia ocorre aumento da biomassa das espécies (Mérona, 1993).

Há relatos que no período de cheia o comprimento das malhadeiras tende a aumentar, podendo atingir até 500 metros, o que de certa forma aumenta os rendimentos pesqueiros, uma vez que o apetrecho passa a ter maior taxa de capturabilidade (Fabr e e Alonso, 1998). No entanto, nós não possuímos informações a respeito do tamanho do apetrecho, o que nos impossibilita afirmar este fato. Porém acredita-se também que o apetrecho de pesca tenha influenciado para que os rendimentos fossem maiores no período de enchente-cheia.

A escolha do apetrecho de pesca esteve relacionada com a espécie capturada e o tipo de ambiente onde ocorreu a pesca, no entanto observou-se que os pescadores usam o mesmo apetrecho para capturar várias espécies e mais de um apetrecho para a mesma espécie. Essa característica foi encontrada por Souza et al., (2015).

Em geral os apetrechos de pesca são utilizados de acordo a época do ano e as espécies a serem exploradas (Freitas et al., 2002), o que caracteriza uma especialização nas pescarias amazônicas. Essa característica ficou evidente em nossos resultados, espécies da ordem Siluriformes como dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), bac  (*Lithodoras dorsalis*), caparari (*Pseudoplatystoma tigrinum*), cuiu-cuiu (*Oxydoras n ger*), ja  (*Zungaro zungaro*) e pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) foram muito importantes nas capturas realizadas em rios e lagos. Esse resultado também foi encontrado por Souza et al., (2015) em pescarias na Amazônia Central.

Ambientes lacustres tiveram maior predomin o de apetrechos passivos como a malhadeira e a tramalha, esses ambientes favorecem a utilização destes apetrechos por não apresentarem correnteza (Barthem e Fabr e, 2004). Em ambos ambientes ficou evidente que os pescadores utilizam a rede para a captura de peixes formadores de cardumes como os jaraquis (*Semaprochilodus* spp), matrinxã (*Brycon* spp), característica amplamente encontrada nas pescarias na Amazônia (Barthem, 2003).

A análise das atividades pesqueiras é importante para identificar as características da pesca, dos recursos pesqueiros explorados na região e fornecer informações para viabilizar o manejo. A pesca na Amazônia Central se mostrou altamente diversa, seja no ambiente de pesca explorado, nos apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores e nas espécies capturadas, no entanto, o jaraqui escama grossa (*Semaprochilodus taenirus*), se mostrou a principal espécie capturada.

O município de Manacapuru se consolida como um importante pólo do desembarque pesqueiro na região. O rendimento pesqueiro (CPUE) não variou entre os ambiente de pesca (rio e lago), apenas entre os períodos hidrológicos. Os pescadores tendem a acompanhar as mudanças no ambiente e otimizar os rendimentos nas pescarias, seja através do aumento do esforço de pesca, ou na adaptação de apetrechos.

Por fim, a pesca nessa região, requer atenção e a construção de planos de manejo que garantem a geração de renda, conservando os recursos.

5. Referências

- Alcântara, N. C.; Gonçalves, G. S.; Braga, T. M. P.; Santos, S. M.; Araújo, R. L.; Lima, J. P.; Aride, P. H. R.; Oliveira, A. T. 2015. Avaliação do desembarque pesqueiro (2009-2010) no município de Juruá, Amazonas, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 5, n. 1, p. 37-42.
- Almeida, O. T.; Lorezen, K.; McGrath, D.; Amara, L.; Rivero, S. 2010. Importância econômica do setor pesqueiro na calha do rio Amazonas-Solimões. Paper do NAEA. n. 275. ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Brasília: ANA, 2012. 264 p.; il. ISBN: 978-85-8210-007.
- Batista, V.S.; Inhamuns, A.J.; Freitas, C.E.C.; Freire-Brasil, D. 1998. Characterization of the fishery in riverine communities in the Low-Solimões/High-Amazon region. *Fishery Management and Ecology*, 5: 101-117.
- Batista, V. S.; Petreire, M. Jr. 2003. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas state, Brazil. *Acta Amazonica*, 33, 53–66.
- Batista, V. S. 2004. A pesca na Amazônia Central. In: Ruffino, M. L. (ed.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. IBAMA/Pró-Várzea, Manaus, Brasil, p.213-244.
- Batista, V.S.; Isaac, V.J.; Viana, J.P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Ruffino, M.L. (coord.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. IBAMA/PROVÁRZEA. p. 63-152.

- Batista, V. S.; V. J. Issac, 2012. Peixes e Pesca no Solimões-Amazonas: Uma Avaliação Integrada. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília: 276 pp.
- Barthem, R.B.; Fabré, N. N. 2003. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Rufino, M.L., Ed., A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira, Pro-Várzea, Manaus, 11-55.
- Bayley, P. B.; Petreire JR., M. 1989. Amazon Fisheries: Assessment Methods, Current Status and Management Options. Can. Publ. Fisheries and Aquat. Scien., vol. 106, 1989, pp. 385-398.
- Cerdeira, R. G. P.; Isaac V. J.; Ruffino, M. L. 2000. Captura de pescado nas comunidades Ribeirinhas do Lago Grande de Monte Alegre – PA, Brasil. Ibama. Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca, (22):281-316.
- Cardoso, R.S.; Freitas, C.E.C. 2012. The commercial fishing fleet using the middle stretch of the Madeira river, Brazil. Acta Scientiarum, 3: 247-253.
- Corrêa, M. A. A., Kahn, J. R., Freitas, C. E. C. 2012. A pesca no município de Coari, estado do Amazonas, Brasil. Revista Brasileira Engenharia de Pesca, v. 6, n. 2, p. I-XI.
- Doria, C.R.C.; Lima, M.A.L. 2008. Perfil da pesca do pacu *Mylossoma duriventre* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) desembarcados no mercado pesqueiro de Porto Velho - Rondônia, no período de 1985-2004. Revista Biotemas, 21: 107-115.
- Doria, C.R.C.; Ruffino, M.L.; Hijazi, N.C.; Cruz, R.L. 2012. A pesca comercial na bacia do rio Madeira no estado de Rondônia, Amazônia brasileira. Acta Amazônica, v. 42, n. 1, p. 29-40, 2012.
- Fabré, N. N. & J. C. Alonso, 1998. Recursos ícticos no alto Amazonas: sua importância para as populações ribeirinhas. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Serie Zoologia 14: 19–55.
- Freitas, C.E.C.; Batista, V.S.; Inhamuns, A.J. 2002 Strategies of the small-scale fisheries on the Central Amazon floodplain. Acta Amazônica, 32(1): 1-7.
- Freitas, C.E.C.; Rivas, A.A.F. 2006. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. Ciência e Cultura (SBPC), v. 58, n. 3, p. 30-32.
- Fernandes, V.L.A.; Vicentini, R.N.; Batista, V.S. 2009. Caracterização do uso de malhadeiras pela frota pesqueira que desembarca em Manaus

- Ferraz, P.S.; Figueiredo, E.S.A. 2010. Resultados do monitoramento do desembarque pesqueiro. Boletim do desembarque pesqueiro, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, v. 2, p. 2-4.
- Gonçalves, C.; Batista, S.V. 2008. Avaliação do desembarque pesqueiro efetuado em Manacapuru, Amazonas, Brasil. Acta Amazonica.vol.38 no.1, Manaus 2008.
- Hallwass, G., & Silvano, R. A. M. (2016). Patterns of selectiveness in the Amazonian freshwater fisheries: Implications for management. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59, 1537-1559.
- IBGE 2016. IBGE. Acessado em 20 de fevereiro de 2018 em http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm.
- Isaac, V.J.; Silva, C.O.; Ruffino, M.L. 2004. A pesca no Baixo Amazonas. In: Ruffino, M.L. (coord.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. IBAMA/PROVÁRZEA. p. 185-211.
- Isaac, V.J.; Silva, C.O.; Ruffino, M.L. 2008. The artisanal fishery fleet of the lower Amazon. *Fish Manage. Ecol.*, 15. pp. 179-187
- Isaac, V.J.; Castello, L.; Santos, P.R.B.; Ruffino, M.L. 2016. Seasonal and interannual dynamics of river floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. *Fisheries Research*. 183: 352–359.
- Junk, M.J.; Soares, G.M.; Carvalho, F.M. 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (lago Camaleão) with special reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana*, 7(4): 397-431.
- Junk, W. J.; Ohly, J. J.; Piedade, M. T. F.; Soares, M. G. M. 2000. *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers
- Lopes, G. C. S.; Catarino, M. F.; Lima, A. C.; Freitas, C. E. 2016. Small-scale fisheries in the Amazon basin: General patterns and diversity of fish landings in five sub-basins. *Boletim do Instituto da Pesca*, 42(4): 895 - 909.
- Mérona, B. 1995. Ecologia da pesca e manejo pesqueiro na região amazônica. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi Antropologia* 11(2):167–183.
- Pereira, Santos dos Henrique. 2007. A diversidade da Pesca nas Comunidades da área focal do projeto PIATAM. In: Fraxe, Jesus de Therezinha, et al. *Comunidades Ribeirinhas Amazônicas*. Manaus: EDUA, 2007.

- Petrere, Jr., M. 1978. Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. I. Esforço e captura por unidade de esforço. *Acta Amazonica*, 8(3): 439-454.
- Petrere, Jr. M. 1985. A pesca comercial no rio Solimões-Amazonas e seus afluentes: análise dos informes do pescado desembarcado no Mercado Municipal de Manaus (1976-1978). *Ciência e Cultura*, 12, 1987-1999.
- Pett, M. A. 1997. *Nonparametric statistics for health care research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 91p.
- Ribeiro, M. C. L. B.; Petrere, M. Jr. 1990. Fisheries ecology and management of the Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*, *S. insignis*) in Central Amazonia. *Regulated Rivers: Research and Management* 5, 195–215.
- Ruffino, M. L. 2005. *Gestão do uso dos recursos pesqueiros na Amazônia*. Manaus: IBAMA/AM-PROVARZEA.
- Siegel, S. 1975. *Estatística Não-paramétrica para as Ciências do Comportamento*. São Paulo, McGraw-Hill, 350p.
- Torloni, C. E. C. Manejo dos recursos pesqueiros da CESP. In: *Seminário sobre Fauna Aquática e o Setor Elétrico Brasileiro. Reuniões Temáticas Preparatórias. Caderno 5 – Pirai/Comasc – Eletrobrás*, 1995, 58-68.
- Veríssimo, J. 1985. *A pesca na Amazônia*. Rio de Janeiro: Livrara Alves.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ªed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p.

Capítulo II

INFLUENCIA DO CICLO HIDROLÓGICO EM PESCARIAS COMERCIAIS NA AMAZÔNIA CENTRAL

¹Artigo em preparação para ser submetido na revista: Revista Hydrobiologia - versão online - ISSN 0018-8158
Fator de Impacto: 2.056

INFLUENCIA DO CICLO HIDROLÓGICO EM PESCARIAS COMERCIAIS NA AMAZONIA CENTRAL

Vinicius Verona Carvalho GONCALVES¹; Carlos Edwar de Carvalho FREITAS²

Resumo

O pulso de inundação possui extrema importância na dinâmica de ambientes de água doce, sendo considerado fator chave que impulsiona o desenvolvimento ecológico e regula os padrões de biodiversidade nos sistemas de grandes rios. Sabe-se que variações no nível da água causam modificações nas condições ambientais do sistema aquático, e na disponibilidade de recursos alimentares o que tende a refletir no desembarque pesqueiro. Diante disso, utilizamos modelos lineares generalizados (Análise de covariância – ANCOVA) para determinar a influência do nível do rio sobre as pescarias no Baixo Rio Solimões. A análise de covariância para o período de enchente mostrou que todas as espécies foram influenciadas pelo nível do rio, e pelo esforço de pesca, houve ainda uma interação positiva entre o esforço de pesca e espécies detritívoras. No período de cheia, o esforço de pesca influenciou positivamente todas as espécies, houve ainda uma interação positiva entre o esforço de pesca, espécies detritívoras e herbívoras e um esforço positivo nos ambientes de rio. No período de vazante, apenas o esforço de pesca foi significativo, com uma interação negativa entre o ambiente de pesca e o esforço. No período de seca, apenas as espécies onívoras foram influenciadas pelo esforço de pesca e o nível do rio, com interação negativa entre o esforço de pesca e espécies onívoras. Os resultados encontrados podem contribuir para a geração de conhecimento sobre atividades de pesca,

fornecendo informações para a construção de políticas públicas relacionadas à gestão da pesca no estado do Amazonas.

Palavras chave: Pulso De Inundação, Guildas Tróficas, Ancova

Abstract

The flood pulse is extremely important in the dynamics of freshwater environments and is considered a key factor that drives ecological development and regulates biodiversity patterns in large river systems. It is known that variations in water level cause changes in the environmental conditions of the aquatic system, and in the availability of food resources, which tends to reflect in the fish landing. Therefore, we used generalized linear models (Covariance Analysis - ANCOVA) to determine the influence of the river level on the fisheries in the Lower Solimões River. The analysis of covariance for the flood period showed that all species were influenced by river level, and by fishing effort, there was still a positive interaction between fishing effort and detritus species. During the flood period, the fishing effort positively influenced all species, there was also a positive interaction between fishing effort, detritivorous and herbivorous species and a positive effort in river environments. In the ebb period, only the fishing effort was significant, with a negative interaction between the fishing environment and the effort. In the dry season, only the omnivorous species were influenced by the fishing effort and the level of the river, with negative interaction between fishing effort and omnivorous species. The results found may contribute to the generation of knowledge about fishing activities, providing information for the construction of public policies related to fisheries management in the state of Amazonas.

Key words: Flood Pulse, Guild Trophic, Ancova

1. Introdução

O pulso de inundação possui extrema importância na dinâmica de ambientes de água doce, sendo considerado fator chave que impulsiona o desenvolvimento ecológico e regula os padrões de biodiversidade nos sistemas de grandes rios com planícies de inundação adjacente (Junk, Bayley & Sparks, 1989; Neiff, 1990; Sponseller, Heffernan & Fisher, 2013). As variações sazonais do nível da água promovidas pelo pulso de inundação influenciam fortemente a estrutura das assembléias de peixes, suas interações tróficas e até índices de capturas em pescarias comerciais (Tejerina-Garro et al., 1998; Winemiller, 2004; Freitas & Garcez, 2004 & Sousa & Freitas, 2008, Garcez et al., 2017).

No entanto, o efeito do pulso de inundação sobre as populações e especificamente nas pescarias ainda não são totalmente compreendidos. Estudos já realizados anteriormente têm mostrado que os organismos aquáticos tendem a desenvolver estratégias reprodutivas e alimentares individuais para se adaptar as variações sazonais (Lowe-McConnell, 1975; Welcomme, 1979; Bunn & Arthington, 2002; Bailly et al., 2008), uma vez que as condições ambientais ideais são bastante distintas para cada organismo (Junk e Wantzen, 2004). Agostinho et al., (1993) postularam que diferentes espécies de peixes sincronizam seu ciclo de biológico, como desova, migração, maturação gonadal, com eventos do ciclo hidrológico.

Nessa perspectiva, diversos autores têm se ocupado em estudar as relações entre os recursos pesqueiros e ciclo hidrológico em diversas bacias do planeta (Welcomme 1979; Moisés, 1987; Agostinho et al., 2004; Górski et al., 2012; Rabuffetti et al., 2017). Sabe-se que variações no nível da água causam modificações nas condições ambientais do sistema aquático, e na disponibilidade de recursos alimentares (Junk, Bailey & Sparks, 1989), o que tende a refletir no desembarque pesqueiro. Diante disso, compreender a dinâmica do ciclo hidrológico e as respostas dos diferentes organismos sobre as mudanças hidrológicas é indispensável para a conservação e manutenção da fauna aquática e garantir uma pesca eficiente.

A Amazônia possui uma das pescarias de água doce mais produtivas do mundo, no entanto, os ecossistemas aquáticos têm sido fortemente alterados (Castello et al., 2013) ameaçando a eficiência da pesca na região. Secas mais frequentes e intensas tem sido relatadas por diversos autores (França et al., 2013). Essas alterações atípicas no ciclo hidrológico, tem sido atribuída a mudanças climáticas (Marengo et al., 2011).

A atividade de pesca na Amazônia apresenta uma forte relação de dependência do ciclo hidrológico (Freitas & Rivas, 2006). Mudanças hidrológicas influenciam as condições de captura e até estratégias de pesca por parte dos pescadores (Lowe-Mconnell, 1979; Isaac et al., 2016; Garcez et al., 2017). A pesca na Amazônia também apresenta caráter multiespecífico, ou seja, exploram uma alta diversidade de espécies. Onde as espécies desembarcadas apresentam diferentes comportamentos, como reprodutivos, migratórios e alimentares (Barthem & Fabré).

Dentre esses comportamentos, os comportamentos alimentares permitem explicar como os peixes respondem a variação do ciclo hidrológico, pois a alimentação define fontes de energia para os indivíduos (Karr, 1981). A partir disso, diferentes autores têm agrupado espécies de peixe em guildas tróficas para compreender melhor os efeitos do pulso de inundação e outros efeitos antrópicos, em diferentes bacias (Oliveira et al., 2016; Castello Issac & Thapa, 2015). No entanto, apesar destes estudos, ainda existem lacunas a serem preenchidas sobre os efeitos do pulso de inundação sobre as pescarias, considerando que as respostas as modificações hidrológicas podem ser associadas às características alimentares das espécies a serem exploradas (Welcomme & Halls, 2004; Castello, Issac & Thapa, 2015).

Em face disso, o objetivo nesse estudo foi verificar como as capturas de peixes com diferentes estratégias alimentares são influenciadas em diferentes cenários hidrológicos considerando o esforço de pesca exercido pelos pescadores. Para isso postulamos a hipótese de que a intensidade do efeito do pulso de inundação sobre as capturas está relacionada com a estratégia alimentar da espécie explorada.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende a região da Amazônia Central, no estado do Amazonas, Brasil e teve como área focal o município de Manacapuru, onde o pescado foi desembarcado. (Figura 1). O município está localizado a 84 quilômetros de Manaus e é o quarto maior município do estado com uma extensão territorial de 7.330,074 km (IBGE,

2010). Sendo o quarto mais populoso, com uma população de 95.330 habitantes (IBGE, 2016).

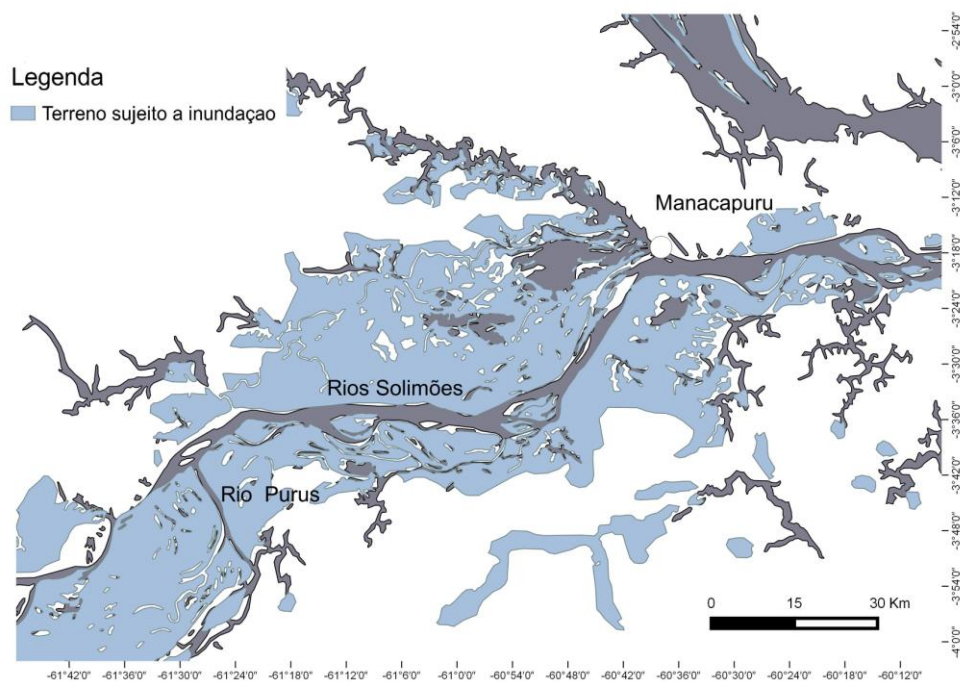


Figura 1: Mapa da área de estudo

Nesta região, o rio Solimões apresenta uma variação sazonal do nível da água, com amplitude média atingindo de 12 m e proporciona períodos de seca e cheia bem definidos (Bittencourt; Amadio, 2007; Sousa; Freitas, 2008). O ecossistema dessa região é rio - planície de inundação, devido à inundação sazonal e previsível que ocorre anualmente nessa região.

2.2. Coleta de dados

Para realização deste estudo foram utilizados dados primários, coletados de janeiro de 2012 a dezembro de 2012. Os dados foram obtidos através da aplicação de questionários estruturados aplicados ao encarregado da embarcação, no ato do desembarque do pescado. Foram registrados os dados de desembarque por viagem de pesca, incluindo as espécies capturadas, o número de pescadores por embarcação, os dias de pesca e a captura total de pescado (kg).

Para relacionar o volume das capturas com o ciclo hidrológico anual, os dados da cota mensal do nível do rio Solimões (estação de Manacapuru) foram obtidos junto a Agência Nacional de Águas (ANA 2012).

2.3. Análise de dados

Para definir o ciclo hidrológico foram utilizadas as médias mensais de 1972 a 2012, com objetivo de determinar o mês correspondente a cada período hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca). Para determinar o nível do rio em cada pescaria, utilizamos o valor da cota hidrológica no dia em que a pesca ocorreu, nas pescarias que tiveram duração de dois ou mais dias utilizamos a média da cota hidrológica dos dias de pesca.

Em seguida utilizamos os valores de captura em para cada espécie desembarcada. As espécies desembarcadas foram classificadas de acordo a seu hábito alimentar, para isso foram utilizados os dados disponíveis da literatura (Merona e Rankin de Merona 1993; Santos 2006; Soares et al., 2008). Posteriormente os dados de captura foram agrupados em quatro guildas tróficas (carnívoro, detritívoro, herbívoro e onívoro). As espécies de hábito planctívoro, foram excluídas, por não serem desembarcadas em todos os meses do ano.

Para saber se as capturas de espécies com diferentes estratégias alimentares foi influenciada pelo pulso de inundação em diferentes cenários hidrológicos, aplicamos um modelo de Análise de Covariância (ANCOVA) (Goteli e Ellison 2004) para cada período hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca), considerando um nível de significância $p < 0,05$.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_1 + k_j + \beta_1 (Nr_m - \overline{Nr}_m) + \beta_2 (Esf - \overline{Esf}) + \text{Interações} + \varepsilon$$

Onde,

Y_{ij} = variável resposta (Log_{10} de captura)

μ = média global

Fator:

α_1 = Hábito alimentar da espécie capturada (Detritívoro; Herbívoro; Carnívoro, Onívoro)

k_j = Ambiente de pesca (Rio; Lago)

Cováriaveis:

Nr_m = Nível do rio no período em que ocorreu a pesca em metros

β_1 = Componente da cováriavel Nível do rio

Esf = Esforço de pesca (número de pescadores * dias de pesca) por viagem

β_2 = Componente da cováriavel Nível do rio

Interações:

Hábito alimentar da espécie capturada * Esforço de pesca

Ambiente de pesca (Rio x Lago) * Esforço de pesca

ε = Componente do erro aleatório

As interações tiveram como objetivo verificar se o esforço de pesca é diferente para espécies com diferentes estratégias alimentares e se o esforço de pesca é diferente para os ambientes de pesca explorados pelos pescadores.

Foram aplicadas transformações logarítmicas nos dados originais ($x = \log_{10}(x+1)$) da variável resposta em todos os modelos (Zar, 1996), uma vez que foram utilizados diferentes apetrechos de pesca pelos pescadores durante as capturas. Os pressupostos de normalidade dos resíduos e resíduos studentizados foram avaliados e atendidos para todos os modelos. Todas as análises foram desenvolvidas no software R (R Development Core Team 2018).

3. Resultados

3.1. Análise do ciclo hidrológico

De acordo aos dados dos níveis do rio, o período de enchente corresponde aos meses de janeiro, fevereiro e março, o período de cheia os meses abril, maio e junho, o período de vazante os meses julho, agosto e setembro e o período de seca os meses outubro, novembro e dezembro período de seca (Figura 2).

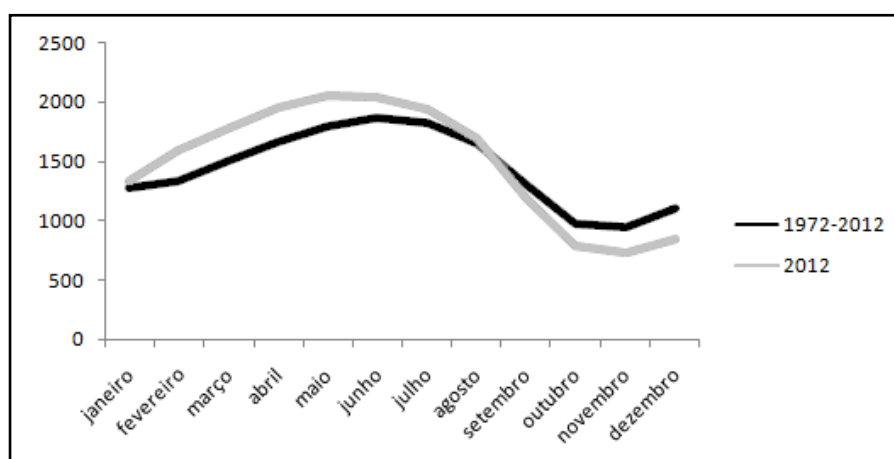


Figura 2: Variação do nível do rio entre os anos de 1972 e 2012 em preto e variação do nível do rio para o ano de 2012 em cinza.

3.2. Dados de pesca

Durante o período analisado, foram realizadas 1002 viagens de pesca e exploradas 36 espécies com diferentes estratégias alimentares, sendo esse período dividido em quatro períodos hidrológicos. A pesca ocorreu em todos os períodos com uma produção total de 538,82 t e média de 134,7 t ($\pm 84,8$ t) por período. O esforço de pesca (número de pescadores \times dias pescando) foi 24901 e média por período de 6022 (± 2351) (Figura 3).

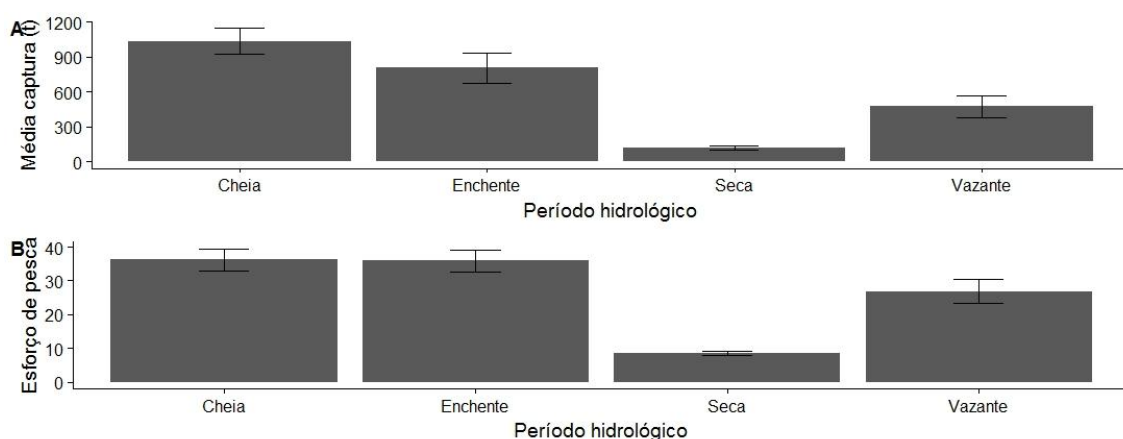


Figura 3: A – Média de captura em toneladas com desvio padrão por viagem de pesca em diferentes períodos hidrológicos. B – Média do esforço de pesca com desvio padrão por viagem de pesca em diferentes períodos hidrológicos.

3.3. Análises de Covariância

No período de enchente foram realizadas 218 viagens de pesca, o modelo para esse período indicou que a captura de peixes foi influenciada pela variação do nível do rio e pelo esforço de pesca. No entanto, quando analisadas a interação entre o esforço de pesca e as guildas tróficas, encontramos que a interação entre os detritívoros foram significativas a um nível de 0,05. Nosso modelo para esse período explica 51,42% da variabilidade esperada para a captura (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados da ANCOVA para o período de enchente.

	Estimativa (IC)	p valor
Intercepto	-2.154 (-3.623, -0.685)	p = 0.005***
Nível do rio	0.181 (0.094, 0.267)	p = 0.0001***
Esforço de pesca	0.005 (0.001, 0.010)	p = 0.029***
Detritívoro	0.299 (0.077, 0.520)	p = 0.009***
Herbívoro	0.268 (-0.024, 0.559)	p = 0.0074***
Onívoro	0.433 (0.196, 0.669)	p = 0.0050***
Ambiente/Rio	0.013 (-0.156, 0.183)	p = 0.878

Esforço: Detritívoro	0.002 (-0.002, 0.007)	p = 0.007***
Esforço: Herbívoro	0.004 (0.003, -0.011)	p = 0.266
Esforço: Onívoro	-0.004 (-0.010, 0.001)	p = 0.095
Esforço: Ambiente/Rio	0.003 (-0.001, 0.006)	p = 0.139
Resíduos	0.504 (gl = 207)	
F Estatística	21.913 (gl = 10; 207)	Nota: p < 0,05***

No período de cheia, foram realizadas 223 viagens de pesca, os resultados da ANCOVA para o período mostraram que as capturas de detritívoro, herbívoro e onívoro foram influenciadas apenas pelo esforço de pesca. O fator ambiente de pesca teve seu valor de p próximo ao valor de 0,05, o que vale ressaltar, pois se encontra no limiar da significância. A interação entre o esforço de pesca e detritívoros e com herbívoros também se mostraram significativas. Nosso modelo para o período de cheia explica 51,79% da variabilidade esperada em nossos resultados, sendo o maior encontrado entre os quatro modelos (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da ANCOVA para o período de cheia.

	Estimativa (IC)	p valor
Intercepto	-0.974 (-3.132, 1.183)	p = 0.0378***
Nível do rio	0.099 (-0.010, 0.208)	p = 0.09
Esforço de pesca	0.010 (0.005, 0.016)	p = 0.005***
Detritívoro	0.497 (0.338, 0.655)	p = 0.000***
Herbívoro	0.533 (0.333, 0.773)	p = 0.002***
Onívoro	0.240 (0.065, 0.414)	p = 0.008***
Ambiente/Rio	-0.163 (-0.335, 0.010)	p = 0.066
Esforço: Detritívoro	-0.008 (-0.013, -0.002)	p = 0.013***
Esforço: Herbívoro	-0.008 (0.016, -0.001)	p = 0.026***
Esforço: Onívoro	-0.004 (-0.010, 0.003)	p = 0.237
Esforço: Ambiente/Rio	0.005 (0.002, 0.008)	p = 0.001***
Resíduos	0.498 (gl = 212)	
F Estatística	22.772 (gl = 10; 212)	Nota: p < 0.05***

No período de vazante foram realizadas 185 viagens de pesca, os resultados da ANCOVA para esse período mostraram que apenas o esforço de pesca foi significativo entre as variáveis estudadas. Entre os fatores, o fato ambiente de pesca foi significativo a um nível de 0,05. Nosso modelo para o período de vazante explica 32,% da variabilidade esperada em nossos resultados (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da ANCOVA para o período de vazante.

	Estimativa (IC)	p valor
Intercepto	0.859 (0.523, 1.195)	p = 2e-16***
Nível do rio	0.018 (-0.007, 0.043)	p = 0.638
Esforço de pesca	0.003 (-0.001, 0.006)	p = 0.010***
Detritívoro	0.398 (-0.317, 0.748)	p = 0.223
Herbívoro	0.160 (-0.115, 0.401)	p = 0.292
Onívoro	0.088 (-0.055, 0.333)	p = 0.437
Ambiente/Rio	-0.449 (-0.219, 0.678)	p = 0.0002
Esforço: Detritívoro	-0.002 (-0.007, -0.011)	p = 0.652
Esforço: Herbívoro	-0.002 (0.002 -0.008)	p = 0.242
Esforço: Onívoro	-0.003 (-0.002, 0.008)	p = 0.234
Esforço: Ambiente/Rio	0.002 (0.006, 0.002)	p = 0.402
Resíduos	0.506 (gl = 174)	
F Estatística	8.134 (gl = 10; 174)	<i>Nota: p < 0,05***</i>

Durante a seca foram realizadas 376 viagens de pesca, o modelo de análise de covariância (ANCOVA) para esse período apresentou 0,33% no coeficiente de determinação (R^2). Nossos resultados indicaram que nesse período, tanto o nível do rio quanto o esforço de pesca, se mostraram significativos sobre as capturas de todas as espécies analisadas. O fator ambiente de pesca, também foi significativo, juntamente com a interação entre o esforço de pesca e o ambiente de rio (Tabela 4).

Tabela 1 4: Resultados da ANCOVA para o período de seca.

	Estimativa (IC)	p valor
Intercepto	2.274 (1.873, 2.274)	p = 0.000***
Nível do rio	-0.073 (-0.124, -0.023)	p = 0.005
Esforço de pesca	0.015 (0.012, 0.018)	p = 0.000***
Detritívoro	-0.038 (-0.390, -0.315)	p = 0.835
Herbívoro	-0.123 (-0.304, -0.058)	p = 0.185
Onívoro	-0.186 (-0.329, -0.042)	p = 0.012***
Ambiente/Rio	-0.578 (-0.314, 0.842)	p = 0.00003
Esforço: Detritívoro	-0.020 (-0.045, -0.005)	p = 0.115
Esforço: Herbívoro	-0.011 (-0.031 -0.010)	p = 0.302
Esforço: Onívoro	-0.014 (0.004, 0.023)	p = 0.007***
Esforço: Ambiente/Rio	0.018 (-0.029, -0.008)	p = 0.001***
Resíduos	0.316 (gl = 365)	
F Estatística	17.570 (gl = 10; 365)	<i>Nota: p<0.05***</i>

4. Discussão

A maioria dos estudos que relacionam a produção pesqueira e variáveis hidrológicas agrupam os ciclos hidrológicos (enchente, cheia, vazante e seca) em dois períodos: águas altas (períodos de enchente e cheia) e águas baixas (períodos de vazante e seca) (Merona & Gascuel, 1993; Castello; Isaac & Thapa, 2015). Sendo esse o primeiro estudo a considerar os quatro períodos que compõem o ciclo hidrológico e a avaliar sua influencia sobre a captura em espécies de peixes agrupadas de acordo a sua estratégia alimentar. Com esse procedimento foi possível verificar que o efeito do pulso de inundação e do esforço sobre as pescarias variou de forma sazonal e influenciou, de forma distinta, as espécies com diferentes estratégias alimentares que compõem o desembarque pesqueiro.

O período de enchente é caracterizado pelo inicio da desova de diversas espécies de peixes migradores da ordem Characiformes e Siluriformes (Isaac et al., 2012; Lowe-McConnel, 1987; Ribeiro e Petrere, 1990; Vieira, 1999) e pelo aumento da dispersão das espécies ao longo do sistema aquático (Hurd et al., 2016). Estudos realizados anteriormente associaram o período de enchente com altas taxas de produção biológica, causadas pelo aumento do nível do rio (Junk, Bayley e Sparks, 1989), o que favorece a ictiofauna e, por conseguinte, tende a favorecer toda a rede trófica. Durante a enchente, as espécies de peixe apresentam maior taxa de crescimento, principalmente as espécies com estratégia de vida associada às áreas alagadas (Lowe-McConnel, 1987; Junk, 1985; Oliveira, 1996; Fabré e Saint-Paul, 1998; Vieira, 1999).

Como esperado, o período de enchente se mostrou um período favorável para as capturas em geral (Welcomme, 1979; Merona & Gascuel, 1993; Castello, Isaac & Thapa, 2015). A variação do nível do rio juntamente com o esforço de pesca influenciou nas capturas, sendo esse efeito encontrado para todas as guildas tróficas.

Em relação à interação entre esforço de pesca e espécies onívoras, esse fato pode ser explicado uma vez que o grupo dos onívoros é dominada por espécies como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*), sardinha (*Triportheus elongatus*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) espécies de elevada importância comercial e consideradas espécies alvo pelos pescadores.

Em períodos de águas altas ocorre o aumento da disponibilidade de recursos alóctones incorporados no sistema aquático, oriundos da planície de inundação (Gomes e Agostinho 1997; Abujanra et al., 2009; Tockner et al., 2010) e aumento do número de refúgios contra predadores (carnívoros) o que favorece espécies detritívoras, herbívoras e onívoras. No entanto, devido a expansão do ambiente aquático e a dispersão das espécies, faz-se necessário um aumento do esforço de pesca por parte dos pescadores. Essa característica, já foi evidenciada por outros autores, estudando pescarias na Amazônia (Cardoso & Freitas, 2006). Isaac et al. (2016) encontrou que os pescadores desenvolveram estratégias de pesca para lidar com a variação do nível das águas no Baixo Amazonas, seus resultados mostraram que durante águas altas os pescadores tendem a explorar os lagos e áreas alagadas. Essa característica ficou evidente em nossos resultados, uma vez que o ambiente de lago apresentou efeito positivo sobre as capturas e houve uma interação positiva entre o esforço de pesca e espécies detritívoras e onívoras. Precisamente espécies Characiformes que habitam áreas alagadas em períodos de águas altas.

Os períodos de enchente e cheia, apresentam características biológicas e ambientais semelhantes, devido a similaridade das condições ambientais dos ambientes aquáticos nessas épocas (Thomaz et al., 2007). Com o aumento do nível da água, no entanto, pôde-se perceber que os ambientes explotados pelos pescadores, bem como as espécies alvo não são os mesmos.

Durante a vazante, as pescarias tendem a se intensificar e o esforço de pesca se concentra nas conexões entre rios e lagos, sendo os ambientes de lagos mais atrativos para os pescadores. Diversos autores (Lowe-McConnell, 1999; Barthem e Fabré, 2004) consideram que o período de vazante é um período onde as capturas são mais elevadas quando comparadas a outros períodos hidrológicos.

Esse período é caracterizado pela formação de cardumes que realizam deslocamentos no sentido planície em direção ao canal principal, uma vez que o ambiente começa a se contrair (Ribeiro; Petrere, 1990; Cox-Fernandes e Petry, 2001; Freitas; Rivas, 2006) dando início a busca de melhores condições de abrigo, alimento e reprodução (Lowe-McConnell, 1999). Os alimentos disponíveis no sistema aquático começam a diminuir, seja pela retração do nível das águas, ou pelo aumento da velocidade da vazão do rio (Bowen, 1987).

Os períodos de águas baixas são considerados períodos de stress para boa parte das espécies de peixe, uma vez que ocorre uma contração do ambiente aquático, devido o nível da água chegar ao seu volume mais baixo (Matthews; Marsh-Matthews, 2003). A redução

do volume diminui o aporte de alimentos alóctones, reduz o número de abrigos contra predadores e promove o decaimento da carga de nutrientes do rio, além de alterar a qualidade da água e intensificar interações bióticas (Isaac et al. 2012; Lowe McConnel, 1987; Barthem e Goulding 1997).

Em relação às pescarias, elas tendem a ocorrer somente no canal principal dos rios, devido à diminuição das conexões entre os rios e lagos (Hurd et al., 2016). Ao menos para algumas espécies, é esperado que a alta concentração de peixes e a falta de alimento disponível resultem em maior facilidade nas capturas (Barthem & Fabré).

Entre as guildas mais afetadas pela seca, estão os onívoros, que se alimentam com mais intensidade no período de enchente e cheia. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um onívoro típico, com variações na dieta ao longo do ano (Goulding, 1980). Na seca, essa espécie não dispõe de alimentos alóctones, da floresta alagada e torna-se mais vulnerável devido à diminuição de alimentos e do espaço disponíveis. Essa característica parece ser facilmente percebida pelos pescadores, devido ao fato dos onívoros serem a única guilda que apresentou relação positiva com o esforço de pesca.

O ambiente de rio pareceu ter efeito positivo sobre as capturas. Corroborando dessa forma, resultados encontrados no rio Mekong na África (Welcomme, 1979), no Baixo Amazonas (Castelo et al., 2015) e na Amazônia Central (Merona e Gascuel 1993) sendo que nestes dois últimos, os autores encontraram influencia de águas baixas de anos anteriores sobre a captura e o esforço de pesca.

Observamos que nossas análises carecem de séries temporais extensas, e que em nossas análises avaliamos apenas um ciclo hidrológico, por isso não podemos apresentar de forma conclusiva nossos resultados. Apesar do nível do rio ser uma variável comumente utilizada e importante na avaliação de previsões de rendimento, captura e esforço de pesca (Batista; Petrere, 2003). Vale salientar, que são vários os fatores ambientais e da operação de pesca que podem influenciar nos rendimentos pesqueiros em rios tropicais, com destaque para esforço de pesca, gelo e combustível utilizados pelos pescadores (Batista, 2012), nível do rio em anos anteriores (Welcomme, 1979; Merona e Gascuel, 1993; Castello, 2015), desmatamento (Castello et al., 2017), além de fatores socioeconômicos que precisam ser considerados.

A construção de barragens, o desvio de água e o desmatamento tendem a alterar hidrologia local e conseqüentemente a dinâmica de águas altas e baixas são modificadas (Vörösmarty and Sahagian, 2000; Castello et al., 2013). Dessa forma, o impacto das secas

sobre a ictiofauna, aliado ao crescente esforço de pesca sobre os estoques pesqueiros, podem comprometer as pescarias na Amazônia, e acarretar danos irreversíveis, em uma das pescarias de águas doces mais produtivas do mundo.

Por fim, acreditamos que as estatísticas de pesca são de grande importância para avaliar a interação entre a pesca e variáveis hidrológicas, permitindo prever capturas futuras, amenizar danos nos estoques pesqueiros e prejuízos econômicos. No entanto, a maioria dos dados pesqueiros são de má qualidade e quantidade (Welcomme, 1985; Gehrke et al., 2011), o que impossibilita análises precisas e robustas.

5. Referências

Agostinho, A. A. et al. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Rev. Hidrobiol. Trop., Bondy*, v. 26, p.79-90, 1993

Abujanra F, Agostinho A. A, Hahn NS. Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Braz J Biol.* 2009; 69(Suppl. 2):469-479.

ANA - Agência Nacional De Águas. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Brasília: ANA, 2012. 264 p.; il. ISBN: 978-85-8210-007.

Bailly, D., Agostinho, A. A. and Suzuki, HI., 2008. Influence of the flood regime on the reproduction of fish species with different reproductive strategies in the Cuiaba river, upper Pantanal, Brazil. *River Research and Applications*, vol. 24, no. 9, p. 1218-1229.

Barthem, R.; Goulding, M. Os bagres balizadores - ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá, CT/ CNPq/IPAAM, 1997. 130p.

Barthem, R.B.; Fabré, N. N. 2003. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: Rufino, M.L., Ed., A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira, Pro-Várzea, Manaus, 11-55.

Batista, V. S.; V. J. Issac, 2012. Peixes e Pesca no Solimões-Amazonas: Uma Avaliação Integrada. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília: 276 pp.

Bayley PB. 1995 Understanding large river: floodplain ecosystems. *Bioscience* 45,153–158.

Bittencourt, M. M.; Amadio, S. A. Proposta para a identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões – Amazonas nas proximidades de Manaus. *Acta Amazonica*, v. 37, n. 2, p. 303-308, 2007.

Bunn, S. E. & Arthington, A. H. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environ. Manage.* 30, 492–507 (2002).

- Castello L, McGrath DG, Hess LL, Coe MT, Lefebvre PA, Petry P, Macedo MN, RenóVF, Arantes CC. 2013 The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conserv. Lett.* 6, 217–229.
- Castello, L., Isaac, V.J., Thapa, R., 2015. Flood pulse effects on multispecies fishery yields in the Lower Amazon. *R. Soc. Open Sci.* 2, 150299.
- Fabré, N.N. & U. Saint-Paul. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. *Journal of Fish Biology* 53: 1-11
- Freitas, C.E.C.; Rivas, A.A.F. 2006. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. *Ciência e Cultura (SBPC)*, v. 58, n. 3, p. 30-32.
- Freitas, C. E. C. & R. C. S. Garcez, 2004. Fish communities of natural canals between floodplain lakes and Solimões-Amazonas River. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 16(3): 273-280.
- Gomes LC, Agostinho AA. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in upper Paraná River, Brazil. *Fisheries Manag Ecol.* 1997; 4(4):263-274.
- Górski, K., A. D. Buijse, H. V. Winter, J. J. De Leeuw, T. J. Compton, D. A. Vekhov, D. V. Zolotarev, J. A. J. Verreth & L. A. J. Nagelkerke, 2013a. Geomorphology and flooding shape fish distribution in a large-scale temperate floodplain. *River Research and Applications* 29: 1226–1236.
- Goulding, M. *The fishes and the forest: explorations in amazon natural history*. Berkeley: University of California Press, 1980
- Gotelli, N. J. and A. M. Ellison. 2004. *A primer of ecological statistics*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Junk, W. J., 1985, The Amazon floodplain — A sink of organic carbon? in E. T. Degens, S. Kempe, and R. Herrera (eds.), *Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers-Part 3*, Mitt. Geol-Paläont. Inst. 58 (University of Hamburg; SCOPE/UNEP Special Vol.), pp. 267–283.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989 The flood pulse concept in River-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, Ottawa, 106: 110-127.
- Junk, W. J. & K. M. Wantzen, 2004. The flood pulse concept: New aspects, approaches, and applications—an update. In Welcomme, R. & T. Petr (eds), *Proceedings of the 2nd Large River Symposium (LARS)*, Pnom Penh, Cambodia. Bangkok. RAP Publication: 117–149.
- Karr JR (1981) Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6):21–27.
- Isaac, V.J.; Castello, L.; Santos, P.R.B.; Ruffino, M.L. 2016. Seasonal and interannual dynamics of river floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. *Fisheries Research*. 183: 352–359.

Lowe-McConnell, R.H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução de Anna Emília A. M. Vazzoler; Angelo Antonio Agostinho; Patrícia T. M. Cunningham São Paulo: EDUSP, 1999. 535 p. Título original: Ecological studies in tropical fish communities.

Lowe-McConnell, R.H. 1987 *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Matthews WJ, Marsh-Matthews E. 2003 Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity. *Freshw. Biol.* 48, 1232–1253.

Mérona de B, Gascuel D. 1993 The effects of flood regime and fishing effort on the overall abundance of an exploited fish community in the Amazon floodplain. *Aquat. Living Resour.* 6, 97–108.

Mérona BD, Rankin-de-Mérona J. 2004 Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotrop. Ichthyol.* 2, 75–84.

Moses BS. 1987. The influence of flood regime on fish catch and fish communities of the cross river floodplain ecosystem, Nigeria. *Environmental Biology of Fishes* 18: 51–65.

Neiff, J.J. 1990 Ideas for an ecological interpretation of the Paraná. *Interciencia*, Caracas, 156: 424-441.

Oliveira, J. F.; Costa, R. S.; Novaes, J. L. C.; Rebouças, L. G. F.; Moraes-Segundo, A. L. N. & Peretti, D. 2016a. Efeito da seca e da variação espacial na abundância de indivíduos nas guildas tróficas da ictiofauna em um reservatório no Semiárido Brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca* 42(1):51-64.

Petrere Jr, M. Relations among catches, fishing effort and river morphology for eight rivers in Amazonas State (Brazil), during 1976-1978. *Amazoniana*, v. 8, n. 2, p. 281-296, 1983a.

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

Pinaya, W. H. D. et al. Multispecies fisheries in the lower Amazon River and its relationship with the regional and global climate variability. *PLoS One* 11, (2016).

R Development Core Team (2011). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. ISBN 3-900051-07-0.

Ribeiro, M. C. L. B.; Petrere, M. Jr. 1990. Fisheries ecology and management of the Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*, *S. insignis*) in Central Amazonia. *Regulated Rivers: Research and Management* 5, 195–215.

Rabuffetti, A. P., K. Górski, L. A. Espínola, E. Abrial, M. L. Amsler & A. R. Paira, 2017. Long-term hydrologic variability in a large subtropical floodplain river: effects on commercial fisheries. *River Research and Applications*.

Santos G.M.D, Efrem J, Ferreira G, Zuanon JAS. 2006 Peixes comerciais de Manaus, 144 p. Manaus, Brazil: Ibama/AM, ProVarzea.

Sponseller, R. A., Heffernan, J. B. & Fisher, S. G. (2013). On the multiple ecological roles of water in river networks. *Ecosphere* 4, 17.

Sousa, R. G. C. & C. E. de C. Freitas, 2008. The influence of flood pulse on fish communities of floodplain canals in the middle Solimões River, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 6: 249–255

Soares, M. G. M., E. L. Costa, F. K. Siqueira-Souza, H. D. B. Anjos, K. C. Yamamoto & C. E. C. Freitas, 2008. Peixes de lagos do médio rio Solimões. EDUA, Manaus, Brazil.

Tockner K, Lorang MS, Stanford JA. River flood plains are model ecosystems to test general hydrogeomorphic and ecological concepts. *River Res Appl.* 2010; 26:76-86.

Thomaz S.M., Bini L.M. & Bozelli R.L. (2007) Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, 579, 1–13.

Welcomme, R. L., 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London and New York.

Welcomme R.L. (1985) River fisheries. F.A.O. Fisheries Technical Papers, 262, 330.

Welcomme, R.L. e Halls, A.S. 2004 Dependence of tropical River fisheries on flow. In: Welcomme, R. e Petr, T. Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Bangkok FAO Regional Office for Asia and Pacific: RAP Publication, p.267-283

Winemiller, K. O. 2004. Floodplain river food webs: generalizations and implications for fisheries management. Pages 285–309 in R. L. Welcomme and T. Petr (editors). Proceedings of the 2nd International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Regional Office for Asia and the Pacific, Food and Agriculture Organization and Mekong River Commission, Bangkok, Thailand.

Vörösmarty CJ, Sahagian D. 2000 Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *Bioscience* 50, 753–765.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4^aed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p.

Winemiller, K. O. 2004. Floodplain river food webs: generalizations and implications for fisheries management. Pages 285–309 in R. L. Welcomme and T. Petr (editors). Proceedings of the 2nd International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Regional Office for Asia and the Pacific, Food and Agriculture Organization and Mekong River Commission, Bangkok, Thailand.

Vörösmarty CJ, Sahagian D. 2000 Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *Bioscience* 50, 753–765.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4^aed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663

6. Anexos

Tabela 5: Nome comum, nome científico, hábito alimentar e capturas em percentagem durante o período de estudo.

Nome comum	Nome científico	Hábito Alimentar	Captura
Jaraquí-Grossa	<i>Semaprochilodus taenirus</i>	Detritívoro	23.31%
Jaraquí-Fina	<i>Semaprochilodus insignis</i>	Detritívoro	13.83%
Pacú-comum	<i>Myleus rubripinnis</i>	Herbívoro	10.59%
Curimatã	<i>Prochilodus nigricans</i>	Detritívoro	8.46%
Matrinxã	<i>Brycon amazonicus</i>	Onívoro	7.59%
Aracú-Comum	<i>Leporinus friderici</i>	Herbívoro	4.82%
Tucunaré	<i>Cichla</i> sp	Carnívoro	4.59%
Cubiu	<i>Hemiodus immaculatus</i>	Onívoro	4.18%
Sardinha	<i>Triportheus elongatus</i>	Onívoro	4.03%
Pescada	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Carnívoro	3.91%
Aruana	<i>Osteoglossum biccirhosum</i>	Carnívoro	2.64%
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>	Onívoro	2.38%
Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>	Carnívoro	1.78%
Piracatinga	<i>Calophysus macropterus</i>	Carnívoro	1.49%
Acará-Açú	<i>Astronotus crassipinnis</i>	Onívoro	1.01%
Tamuatá	<i>Hoplosternum littorale</i>	Onívoro	<1%
Pirarucu	<i>Arapima Gigas</i>	Carnívoro	<1%
Pirarara	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	Onívoro	<1%
Pirapitinga	<i>Piaractus brachypomus</i>	Onívoro	<1%
Piranha-Preta	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Onívoro	<1%
Piranha	<i>Pygocentrus nattereri</i>	Carnívoro	<1%
Piranambú	<i>Pinirampus pirinampu</i>	Carnívoro	<1%
Mandí	<i>Pimelodus blochii</i>	Onívoro	<1%
Jaú	<i>Zungaro zungaro</i>	Carnívoro	<1%
Dourada	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Carnívoro	<1%
Cascuda	<i>Psectrogaster amazonica</i>	Detritívoro	<1%
Cará	<i>Acarichthys heckellii</i>	Herbívoro	<1%
Caparari	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Carnívoro	<1%
Branquinha	<i>Potamorhina latior</i>	Detritívoro	<1%
Bacú-Liso	<i>Lithodoras dorsalis</i>	Herbívoro	<1%
Aracú-Amarelo	<i>Leporinus fasciatus</i>	Herbívoro	<1%
Apapá-Branco	<i>Pellona flavipinnis</i>	Carnívoro	<1%
Apapá-Amarelo	<i>Pellona castelnaeana</i>	Carnívoro	<1%
Acarí-Bodo	<i>Liposarcus pardalis</i>	Detritívoro	<1%
Acará-Rosado	<i>Caquetaia spectabilis</i>	Carnívoro	<1%
Cuiu Cuiu	<i>Oxydoras niger</i>	Onívoro	<1%

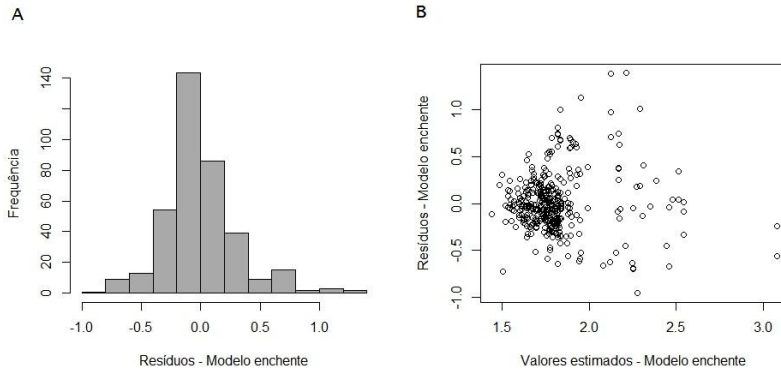


Figura 4: A – Histograma dos resíduos para o modelo de enchente; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de enchente.

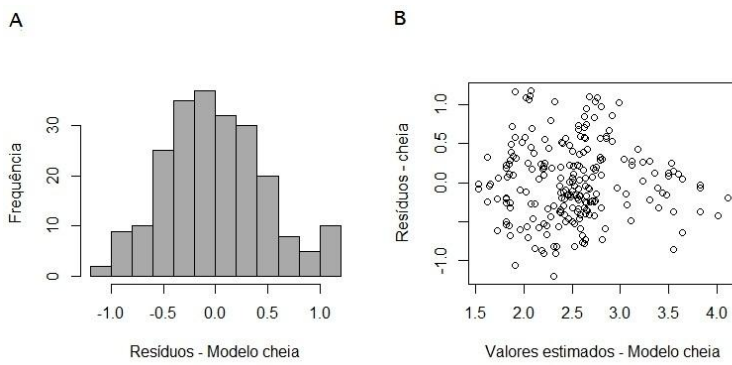


Figura 5: A – Histograma dos resíduos para o modelo do período de cheia; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de cheia.

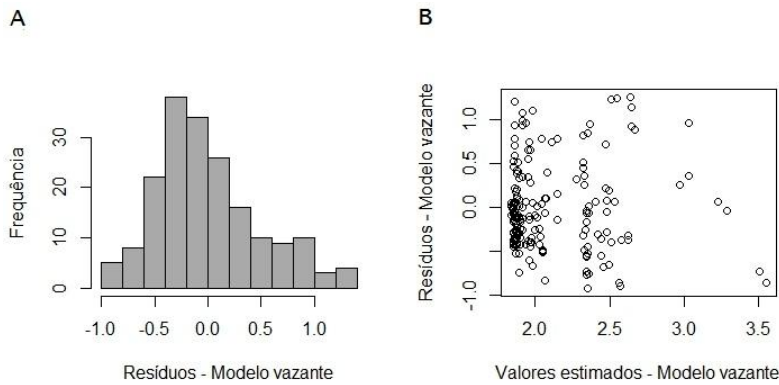


Figura 6: A – Histograma dos resíduos para o modelo do período de vazante; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de vazante.

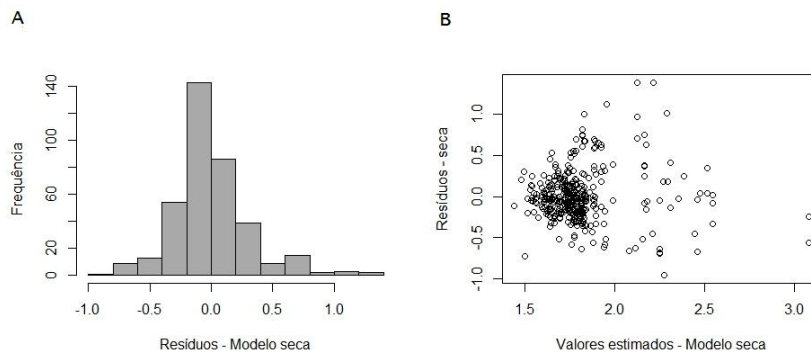


Figura 7: A – Histograma dos resíduos para o modelo do período de seca; B – Resíduos do modelo e valores estimado do modelo para o período de seca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta pesquisa foi avaliar o efeito da variação sazonal do nível do rio sobre as capturas comerciais na Amazônia, considerando que as diferentes espécies desembarcadas apresentaram características individuais e essas características respondem de forma heterógena ao pulso de inundação.

Sendo assim, acreditamos que nossos resultados venham contribuir significativamente no manejo pesqueiro, frente a mudanças hidrológicas que vem ocorrendo na Amazônia. Desta forma, elaborar previsões mais realistas, garantindo maior eficiência às medidas e políticas de ordenamento pesqueiro para a Amazônia e elaborando medidas de manejo que respeitem a biologia da espécie é um desafio importante e inovador no manejo pesqueiro na Amazônia.