

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS
NOS TRÓPICOS**

**EFEITOS DA PISCICULTURA EM CANAIS DE IGARAPÉS
SOBRE A ICTIOFAUNA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

SUELEN MIRANDA DOS SANTOS

**MANAUS - AM
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS
NOS TRÓPICOS**

SUELEN MIRANDA DOS SANTOS

**EFEITOS DA PISCICULTURA EM CANAIS DE IGARAPÉS
SOBRE A ICTIOFAUNA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração: Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

**ORIENTADOR: PAULO HENRIQUE ROCHA ARIDE, Dr.
Co-ORIENTADOR: JACKSON PANTOJA LIMA, Dr.**

Financiamento: MCTI/CNPq/Universal n°14/2014

**MANAUS - AM
2018**

Ficha catalográfica

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

S237e Santos, Suelen Miranda dos
Efeitos da piscicultura em canais de igarapés sobre a ictiofauna na Amazônia Central / Suelen Miranda dos Santos. 2018
111 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Paulo Henrique Rocha Aride
Coorientador: Jackson Pantoja Lima
Tese (Doutorado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Peixes. 2. Igarapés. 3. Piscicultura. 4. Ecologia de peixes. 5. Amazonas. I. Aride, Paulo Henrique Rocha II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

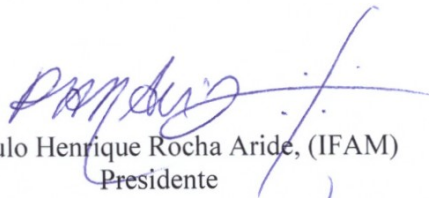
SUELEN MIRANDA DOS SANTOS

**EFEITOS DA PISCICULTURA EM CANAIS DE IGARAPÉS SOBRE A
ICTIOFAUNA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração: Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Aprovado em 30 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Paulo Henrique Rocha Aride, (IFAM)
Presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES



Dra. Kedma Cristine Yamamoto, (UFAM)
1º Membro

Universidade Federal do Amazonas - UFAM




Dra. Maria Anete Leite Rubim, (UFAM)
2º Membro

Universidade Federal do Amazonas - UFAM



Dr. Fernando Pereira de Mendonça, (IFAM)
3º Membro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM



Dra. Alzira Miranda de Oliveira, (UNINORTE)
4º Membro

Universidade do Norte - UNINORTE

Para todos que me querem bem.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro e CAPES pela bolsa de estudo.

A Universidade Federal do Amazonas, PPG CIPET, professores e colegas.

Aos orientadores diretos e indiretos: Jackson Pantoja, Paulo Aride, Adriano Oliveira, Anete Rubim, Jansen Zuanon, Fernando Mendonça. Agradeço as conversas, sugestões, conhecimentos e ajuda com as críticas e sugestões.

Ao IFAM Campus Presidente Figueiredo pelo apoio logístico e na utilização dos laboratórios. Agradecimento especial aos professores Terezinha e Jeisiano pelas revisões gramaticais de português e inglês.

A minha equipe dos pés molhados: Manoel Pio, Rogério Souza, Mario Sérgio, Sebastião, João Pontes (Matora), pela companhia, risos, andanças nos ramais e ajuda na captura dos peixes.

A minha família sempre me apoiando: Eliane (mãe querida) e Enzo e Keile (irmãos).

Ao meu marido, companheiro e amigo Pablo Dias que em determinados momentos foi pãe (pai + mãe) dos nossos filhos. E inclusive, ajudou nas coletas, nos laboratórios e triagem dos peixes. Agradeço, pois mergulhou junto comigo neste sonho.

Aos meus filhos Juan Pablo e Giancarlo, minhas fontes de inspiração, vontade de viver e continuar sempre. E também a minha enteada, Maria Victória, muito obrigada pelas conversas e por me deixar fazer parte da sua vida. Amo vocês três !

As minhas amigas de tantos anos, Mariluce Ferreira, Cristiane Gama e Vandrezza Sodré. Agradeço por terem me aguentado nas horas tristes e divertidas. Saiba que nossas reuniões foram de fundamental importância. Muito obrigada, meninas !

Aos demais amigos. Muito obrigada!

RESUMO

O cultivo de peixes em canais de igarapés são bem comuns na zona rural da região Amazônica e este trabalho buscou investigar os efeitos desta criação sobre os ambientes aquáticos e a ictiofauna local. Dividimos em três capítulos, o primeiro descreve um referencial teórico sobre esse tipo de atividade e sua importância para os pequenos piscicultores e suas possíveis consequências que possam aparecer no ambiente com a implementação do cultivo. Segundo capítulo, abordamos sobre as alterações dos viveiros sobre comunidades de peixes, qualidade da água e os substratos. E terceira parte, buscamos avaliar mudanças provocadas pela instalação das pisciculturas em canais de igarapé sobre as categorias tróficas das comunidades de peixes naturais. Os locais de estudos foram nos municípios de Novo Airão e Presidente Figueiredo, ambos afastados da capital do Estado do Amazonas. Selecionamos para cada área quatro igarapés com viveiros e oito igarapés sem piscicultura. Realizamos amostragens com coletas dos peixes, caracterização dos igarapés e análises das variáveis físicas e químicas da água e das características geoambientais dos igarapés. Após triagem e identificação das espécies, estas foram classificadas em categorias tróficas. Para análise dos dados realizamos índices de riqueza, abundância, análises de componentes principais (PCA) entre os pontos coletados. As análises dos dados foram realizadas entre as características geoambientais, variáveis físicas e químicas da água e categorias tróficas. E posteriormente, sintetizamos os dados obtidos em uma Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA), a fim de verificar os possíveis efeitos da composição das espécies sob as condições amostradas e as variáveis ambientais analisadas. Foram coletadas no total 2302 peixes pertencentes a 6 ordens. Os resultados mostraram que os dados analisados não foram suficientes para afirmar que as pisciculturas de canais de igarapé estejam realizando algum tipo de distúrbio ou alteração ambiental nos igarapés estudados. Os locais de coletas apresentaram riqueza e abundância específicas e diferentes, categorias tróficas sem aparente alteração, características geoambientais e limnológicas com variações, porém essas podem estar associadas às condições naturais dos igarapés.

Palavras-chaves: peixes, igarapés, ecologia trófica, meio ambiente

ABSTRACT

The cultivation of fish in channels of igarapés is very common in the rural area of the Amazon region and this work sought to investigate the effects of this creation on the aquatic environments and the ichthyofauna. This research was divided in three chapters, where the first describes a theoretical reference about this type of activity and its importance for small fish farmers and their possible consequences that may appear in the environment with the implementation of the crop. In the second chapter, the changes nurseries about fish communities, water quality and substrates were discussed. And in the third chapter we tried to evaluate qualitatively and quantitatively the changes caused by the installation of fish farms in igarapé channels on trophic structure of natural fish communities. The study sites were determined in the municipalities of Novo Airão and Presidente Figueiredo. We selected for each area four igarapés with fish farming and eight igarapés without fish farm. We performed sampling with fish samples, characterization of the igarapés and analysis of the physical and chemical variables of the water and the geoenvironmental characteristics of the igarapés. After sorting and identification of species, these were classified into trophic categories. To analyze the data, we performed indices of diversity, dominance, equitability, principal component analysis (PCA) among the points sampled. Data analyzes were performed between geoenvironmental characteristics, physical and chemical variables of water and trophic categories. Later, we synthesized the data obtained in a Multivariate Permutational Variance Analysis (PERMANOVA), in order to verify the possible effects of the composition of species under the conditions sampled and the environmental variables analyzed. A total of 2302 fish belonging to six (6) orders were collected. The results showed that the data were not sufficient to affirm that the piscicultures of igarapé channels are carrying out some kind of disturbance or environmental alteration in the igarapés studied. The collection sites presented specific and different richness and abundance, trophic categories with no apparent alteration, environmental and limnological characteristics with variations, but these may be associated to the natural conditions of the igarapés.

keyword: fish, igarapés, trophic ecology, environment

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1. Mapa dos locais de coletas. (A) Pontos ocorreram às coletas no município de Presidente Figueiredo; (B) Pontos onde ocorreram as coletas no município de Novo Airão 44
- Figura 2. Imagem ilustrativa adaptada da metodologia de Mendonça et al., (2005) sobre as coletas das medidas das variáveis físicas e químicas e as características geoambientais..... 47
- Figura 3. Análise de Correspondência dos igarapés amostrados em Novo Airão para os três pontos de coletas. PtoS: espécies sobrepostos: *Pseudanos varii* (Pvar); *Bryconops giacopinii* (Bgia); *Hemigrammus analis* (Hana); *Hemigrammus belotti* (Hbel); *Hemigrammus coeruleus* (Hcoe); *Hemigrammus vonderwinkleri* (Hvon); *Hyphessobrycon cf. agulha* (Hagu); *Elachocharax pulcher* (Epul); *Microcharacidium weitzmani* (Mwei); *Copella nattereri* (Cnat); *Nanostomus eques* (Nequ); *Pyrrulina semifasciat* (Psem), *Laimosemion cf. romeri* (Lrom), *Rhamdia sp.* (Rsp)..... 58
- Figura 4. Análise de Correspondência dos igarapés amostrados em Presidente Figueiredo para as três condições estudadas. Para nomes das espécies ver Tabela 1. PtoS: espécies (pontos) sobrepostas: PtoS1: *Hyphessobrycon cf. agulha* (Hagu); *Moenkhausia comma* (Mcom); *Hopleritrynus unitaeniatus* (Huni); *Myoglanis koepckeii* (Mkoe). PtoS2: *Heros sp.* (Hsp); *Rivulus micropus* (Rimc); *Sternopygus macrurus* (Smac). PtoS3: *Acestrorhynchus falcatus* (Afal); *Bryconops cf. caudomaculatus* (Bcau); *Iguanodectes variatus* (Ivar); *Hemigrammus cf. pretoensis* (Hpre); *Crenuchus spirulus* (Cspi); *Gymnotus coropinae* (Gcor); *Crenicichla alta* (Calt); *Brachyglanis frenata* (Bfre) 59
- Figura 5. Ordenação biplot pela análise de componentes principais (PCA) das variáveis físicas, químicas e características geoambientais amostradas em Novo Airão. 5a) Amostragens comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a montante ; 5b) Amostragens comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a jusante. Im: Largura média; pf: Profundidade média; pm: Profundidade máxima; vs: Velocidade média superficial; vz: Vazão média; O2: oxigênio dissolvido (mg/L); temp: temperatura (°C); cond: condutividade elétrica (µS/cm-1); orto: Ortofosfato (mg/L); Pt: Fosforo total (mg/L); St: sólidos totais em suspensão (mg/L) 62
- Figura 6. Ordenação biplot pela análise de componentes principais (PCA) das variáveis físicas, químicas e características geoambientais amostradas em Presidente Figueiredo. 6a) Amostragens comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a montante ; 6b) Amostragens comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a jusante. Im: Largura média; pf: Profundidade média; pm: Profundidade máxima; vs: Velocidade média superficial; vz: Vazão média; O2: oxigênio dissolvido

(mg/L); temp: temperatura (°C); cond: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$); orto: 63
Ortofosfato (mg/L); Pt: Fosforo total (mg/L); St: sólidos solúveis totais (mg/L).

CAPÍTULO 3

Figura 1. Mapa dos locais de coletas. (A) Pontos ocorreram as coletas no município de Presidente Figueiredo; (B) Pontos onde ocorreram as coletas no município de Novo Airão 88

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Apresenta os resultados das pesquisas realizadas pela palavra-chave e suas combinações	25
--	----

CAPÍTULO 2

Tabela 2. Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante.....	53
---	----

Tabela 3. Resultados dos valores médios e percentuais das variáveis físicas e químicas e características geoambientais e tipo dos substratos (F.O.%) das áreas de estudo (Novo Airão e Presidente Figueiredo) e nos locais amostrados (igarapés com e sem viveiros)	61
---	----

Tabela 4. Resultados da análise de componentes principais nos dois primeiros eixos calculados para as variáveis físicas e químicas e características geoambientais dos igarapés das áreas de estudo. Em destaque os valores de loadings ou “peso” das variáveis mais representativas para cada eixo.....	64
--	----

Tabela 5. Análise PERMANOVA realizada a partir de parâmetros de riqueza e abundância e escores mais representativos das variáveis físicas, químicas e das características geoambientais	65
---	----

Tabela 6. Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante e sua classificação quanto as categorias tróficas segundo a metodologia específica	94
---	----

Tabela 7. Valores absolutos de riqueza, abundância e biomassa das categorias tróficas dos peixes coletados nos igarapés amostrados com e sem viveiros em Novo Airão	98
---	----

Tabela 8. Valores absolutos de riqueza, abundância e biomassa das categorias tróficas dos peixes coletados nos igarapés amostrados com e sem viveiros em Presidente Figueiredo	98
--	----

Tabela 9. Resultados da análise de componentes principais nos dois primeiros eixos calculados para as categorias tróficas de Novo Airão e Presidente Figueiredo. Em destaque os valores de <i>loadings</i> mais representativos para cada eixo	99
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
OBJETIVOS	
Geral	18
Específicos	18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 1	23
1. Introdução	23
2. Metodologia	25
3. Resultados e discussão	26
4. Referências bibliográficas	32
CAPÍTULO 2	37
Resumo	38
Abstract	39
1. Introdução	40
2. Material e métodos	43
2.1. Áreas de estudos	43
2.2. Descrição dos locais de coleta	44
2.3. Caracterização dos viveiros e das espécies encontradas	45
2.4. Variáveis físicas e químicas da água	45
2.5. Características geoambientais dos igarapés	46
2.6. Coleta dos peixes	47
2.7. Análise dos dados	48
3. Resultados	51
3.1. Comunidades de peixes nos igarapés com e sem viveiros	51
3.2. Variáveis físicas e químicas e as características geoambientais dos igarapés com e sem viveiros	60
3.3. Os efeitos dos igarapés com e sem piscicultura sobre as variáveis físicas e químicas da água, características geoambientais e a ictiofauna local	65
4. Discussão	66
4.1. A ictiofauna local e os igarapés com e sem viveiros	66
4.2. Os efeitos dos igarapés com e sem viveiros sobre as variáveis	

físicas e químicas, características geoambientais e a ictiofauna local	68
5. Considerações finais	72
6. Agradecimentos	73
7. Referências bibliográficas	74
CAPÍTULO 3	81
Resumo	82
Abstract	83
1. Introdução	84
2. Material e métodos	87
2.1. Áreas de estudo	87
2.2. Descrição dos locais de coleta	88
2.3. Caracterização dos viveiros e das espécies encontradas ..	89
2.4. Variáveis físicas e químicas da água.....	89
2.5. Coleta dos peixes	90
2.6. Classificação trófica dos peixes	90
2.7. Análise dos dados	91
3. Resultados	93
3.1. Categorias tróficas da ictiofauna	93
4. Discussão	100
5. Considerações finais	104
6. Agradecimentos	105
7. Referências Bibliográficas	106

1. INTRODUÇÃO GERAL

A bacia Amazônica é formada por muitos rios, riachos e igarapés, sendo estes típicos de terra firme formando uma complexa rede hídrica (MENDONÇA et al., 2008; ESPIRITO-SANTO et al., 2009) e suas dimensões podem chegar a mais de 6 milhões km² desempenhando importante papel nas trocas de energia e fonte de umidade para outras regiões do Brasil (ROCHA et al., 2015). Estes corpos d'água apresentam características de acordo com gradientes como sazonalidade, temperatura, cobertura florestal e o tipo de solo específico (SABINO, 2000) e formam muitos habitats e microhabitats como áreas marginais, meia-água, remansos que estão relacionados às estruturas dos habitats, como área da poça, profundidade do igarapé, cobertura de dossel e o hidroperíodo (PAZIN et al., 2006; ESPIRITO-SANTO et al., 2009; KEMENES; FORSBERG, 2014). Estas características ambientais estão interligadas e são fatores que exercem influência tanto na diversidade dos ambientes quanto na composição e abundância dos organismos que dependem destes ambientes, principalmente a comunidade de peixes.

Os peixes de igarapés da Amazônia são adaptados ao sistema hidrológico, habitats e nichos específicos e transformações bruscas nas paisagens podem causar sérias interferências nos ecossistemas como a adição de pressões bióticas a estas comunidades (FICKE et al., 2007). Um tipo de transformações nas paisagens são as expansões urbanas que promovem a retirada da matéria orgânica e exposição do solo podendo ocasionar instabilidade, além de promover o lançamento de esgotos sem tratamento em rios e realizar modificações na estrutura física dos corpos d'água (FERREIRA et al., 2012) o que pode acarretar mudanças bruscas em longo prazo. Entretanto, estudos sobre a influência das ações antrópicas e mudanças nos ecossistemas amazônicos são realizados a muitos anos (ESPIRITO-SANTO et al., 2009; FERREIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2015) e visam avaliar a influência destas transformações sobre os processos biológicos (ZENI et al., 2016), bem como favorecer o controle sobre os impactos ambientais (FICKE et al., 2007; VAZ et al., 2017).

Várias são as interferências provocadas por ações antrópicas como por exemplo, a agricultura em áreas urbanas (MAIA et al., 2015), a degradação florestal a partir das áreas agrícolas que são indicadores de impactos negativos sobre os ecossistemas aquáticos (PAULA et al., 2018), ou impactos sobre a qualidade da

água de cursos d'água próximos aos centros urbanos (FERREIRA et al., 2012), um estudo de Ternus et al., (2011) indicou que os rios em áreas urbanas recebem maior pressão e alterações em suas características originais do que os rios área rural, embora estes últimos tivessem uma influência significativa de degradação de mata ciliar devido às atividades agrícolas.

Outra atividade antrópica que requer atenção é a aquicultura, principalmente a piscicultura. Estas atividades requerem cuidados quanto ao manejo dos viveiros e animais, uma vez, que seus efluentes geralmente são descartados diretamente nos córregos. No Brasil e ao redor do mundo, esta atividade possui um alto potencial de introdução de espécies não nativas, propagação de doenças (AMÉRICO et al., 2013), exogamia ou até mesmo extinção ou substituição de espécies dos córregos naturais o que pode gerar um potencial ecológico grave (COLE et al., 2009; LIMA et al., 2018). A piscicultura pode aumentar a quantidade de sólidos suspensos nos córregos e igarapés, assim aumentando a quantidade de nutrientes e matéria orgânica como o nitrogênio e fósforo derivada da ração não consumida pelos peixes, fezes e outros (CYRINO et al., 2010), o que pode comprometer a qualidade da água em corpos d'água principalmente a jusante dos viveiros (SILVA et al., 2013) e posteriormente pode causar alterações na ecologia do ecossistema aquático (TELLO et al., 2010). Para diminuir esse conjuntos de fatores negativos muitos trabalhos recomendam a utilização de boas práticas de manejo (ROTTA; QUEIROZ, 2003; SAPKOTA et al., 2008) que são atividades de cuidados com a produção e propriedade de forma a minimizar seus impactos sobre o meio ambiente (MACMILLAN et al., 2003).

A aquicultura e piscicultura são atividades de produção que utilizam recursos naturais como água, energia e solo para sua implementação e manutenção. Estas seguem crescendo rápido e mundialmente como qualquer setor de produção de alimentos (FAO, 2010; FAO, 2016). A atividade aquícola também é praticada em todos os estados brasileiros e se divide em piscicultura (criação de peixes), carcinicultura (criação de camarões), ranicultura (criação de rãs), jacaricultura (criação de jacarés), quelonicultura (criação de quelônios) e malacocultura (criação de moluscos). Porém, dentro da atividade aquícola o ramo da piscicultura é a mais comum, onde a produção de peixes continentais no Brasil chegou a representar mais de 86% da produção total nacional entre 2009-2011 (BRASIL/MPA, 2012).

A prática da piscicultura pode ser realizada em viveiros de barragens, escavados, tanques-rede e em canais de igarapés (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002). Sendo este último praticado exclusivamente no Estado do Amazonas, principalmente na região metropolitana de Manaus (PANTOJA-LIMA et al., 2015) e caracteriza-se pela adaptação de viveiros de criação de peixes em leitos de igarapés onde aproveita as características físicas dos igarapés, bem com a declividade e vazão natural do igarapé (AFFONSO et al., 2012). A criação de peixes em canal de igarapé se mostrou adaptada aos igarapés da Amazônia e se assemelha as pisciculturas tipo “raceway” que necessitam de fluxo contínuo de água corrente. O problema desta atividade é a preocupação com a carga poluidora devido ao uso de altas concentrações de densidade de estocagem das espécies cultivadas sem qualquer controle, bem como a utilização de grande volume de água e assim aumentado à possibilidade de impacto ambiental causado pelos efluentes destas atividades (CREPALDI et al., 2006).

Nos últimos anos esta atividade foi amplamente difundida e serviu de modelo para programas de desenvolvimento sustentável para pequenos produtores da região, fixando o homem no campo e evitando a derrubada da floresta (AFFONSO et al., 2012) e como esse tipo de produção de criação utiliza os córregos naturais aumentam as preocupações sobre quais os possíveis impactos desta atividade sobre o ecossistema amazônico. Sem qualquer tipo de controle sobre esse tipo de produção em determinadas propriedades que possuem a atividade intensificada e manejo inadequado pode-se ampliar a possibilidade de impacto ambiental. As perturbações ambientais podem se apresentarem de diversas formas como a queda na qualidade dos recursos hídricos, perda e alteração dos habitats, mudanças na estabilidade dos ecossistemas, redução dos recursos pesqueiros, interferência com as comunidades de bentos e de microrganismos, alteração nas cadeias alimentares e interferência na dispersão de comunidades íctias e de mamíferos (SILVA et al., 2010).

E assim, são necessários estudos que avaliem e caracterizem os efeitos das modificações e impactos sobre os ecossistemas aquáticos. Este trabalho visa investigar a ictiofauna, além de avaliar os parâmetros físicos e químicos d'água e verificar as possíveis variações nos hábitos alimentares de algumas espécies de peixes capturadas em córregos que possuem viveiros em dois municípios da região

Amazônica. Informamos que este trabalho de pesquisa fez parte do Edital nº 14 – CNPq/Universal/2014

OBJETIVOS

Geral

Avaliar os efeitos da criação de peixes em canal de igarapé sobre a qualidade de água e comunidades de peixes naturais destes corpos d'água em dois municípios do Amazonas.

Específicos

1. Descrever a composição e a riqueza das comunidades de peixes dos igarapés com e sem piscicultura, bem como verificar possíveis variações entre riqueza e abundância nos igarapés amostrados.
2. Avaliar a qualidade da água dos igarapés com e sem atividade piscícola.
3. Identificar as categorias tróficas dos peixes dos igarapés com e sem cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFFONSO, G.E.; Brasil, E.M.; Souza, R.T.Y.B.; Ono, E.A. 2012. Criação de Matrinchã (*Brycon amazonicus*) em canais de igarapé no Alto Rio Negro, AM. In: *Projeto Fronteira: Desvendando as fronteiras do conhecimento na região amazônica do alto rio negro*. Editores: Luiz A.G.de Souza e Eloy G. Castellón. INPA.
- AMÉRICO, J.H.P.; Torres, N.H.; Machado, A.A.; Carvalho, S.L. 2003. Piscicultura em tanques-rede: impactos e consequências na qualidade da água. *Revista Científica ANAP Brasil*. 6 (7): 137-150.
- ARBELÁEZ-ROJAS,G.A.; Fracalossi,D.M.; FIM,J. D. I. 2002. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 31, n.3, p: 1059-1069.
- BRASIL, MPA, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012. *Boletim estatístico da pesca e aquicultura*. Governo Federal: Brasília. 128p.
- COLE, D.W.; Cole, R.; Gaydos, S.J.; Gray, J.; Hyland, G.; Jacques, M.L.; Powell-Dunford, N.; Sawhney, C.; Au, W.W. 2009. Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 212: 369-377.
- CYRINO, J.E.P.; Bicudo, A.J.A.; Sado, R.Y.; Borghesi, R. Dairiki, J.K. 2010. A piscicultura e o meio ambiente – uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39: 68-87.
- CREPALDI, D. V.; Teixeira, E. A.; Faria, P.M.C.; Ribeiro, L.P.; Melo, D.C.; Carvalho, D.; Sousa, A.B.; Saturnino, H. M. 2006. Sistemas de produção na piscicultura. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. Belo Horizonte, V.30, n.3/4, p.86-99.
- ESPÍRITO-SANTO, H.M.V.; Magnusson, W.E.; Zuanon, J.; Mendonça, F.P.; Landeiro, V.L. 2009. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biology*. 54 (3): 536-548. Doi: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02129.x>.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. 2010. *El Estado Mundial de la pesca e la acuicultura*. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. 242p.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. *The state of world fisheries and aquaculture: contributing to food security and nutrition for all*. Rome, 200pp.

FERREIRA, S.J.F.; Miranda, S.A.F.; Marques-Filho, A.O.; Silva, C.C. 2012. Efeito da pressão antrópica sobre igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, área de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 42 (4): 533-540. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000400011>.

FICKE, A.D.; Myrick, C.A.; Hansen, L.J. 2007. Potencial impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. 17: 581-613. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9059-5>

KEMENES, A. e Forsberg, BR. 2014. Factors influencing the structure and spatial distribution of fishes in the headwater streams of the Jaú River in the Brazilian Amazon. *Braz. J. Biol.*, vol.74, n°3 (suppl.). 23-32p.

LIMA, L.B.; Oliveira, F.J.M.; Giacomini, H.C.; Lima-Junior, D.P. 2018. Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. *Reviews in Aquaculture*. 10: 111-122. Doi: 10.1111/raq.12150.

MACMILLAN, J.R.; Huddleston, T.; Woolley, M.; Fothergill, K. 2003. Best management practice development to minimize environmental impact from large flow-through trout farms. *Aquaculture*. 226: 91-99. Doi: 10.1016/S0044-8486(03)00470-8

MAIA, S. A.; Wachholz, F.; Santos, R.G.; Júnior, J.C.F. 2015. Os impactos da agricultura urbana na qualidade da água na nascente de igarapé do Mindu – comunidade Nova Esperança (Manaus – AM). *Boletim Amazônico de Geografia, Belém*, v.02, n.04, p.01-09. Jul./dez. DOI: 10.17552/2358-7040/bag.v2n4p1-9.

MENDONÇA, F.P.; Pazin, V.; Espírito-Santo, H.; Zuanon, J.; Magnusson, W.E. 2008. Peixes. In: Reserva Ducke: *A biodiversidade amazônica através de uma grade*. Organizadores: Oliveira, M.L.; Baccaro, F.B.; Braga-Neto, R; Magnusson, W.E. Editora Áttema Desing Editorial. Manaus – Amazonas.

PANTOJA-LIMA, J.; Santos, S.M.; Oliveira, A.T.; Araújo, R.L.; Silva-Junior, J. A. L.; Bernardino, G.; Alves, R.R.S.; Ferraz-Filho A. Gomes, A.L.; ARIDE, P.H.R. 2015. Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas. In: Marcos Tavares Dias, Wagner dos Santos Mariano. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. 2ed. São Carlos: Pedro & João, v.2, p.313-332.

PAULA, F. R.; Gerhard, P.; Ferraz, S.F.B.; Wenger, S. J. 2018. Multi-scale assessment of forest cover in na agricultural landscape of southeastern Brazil: Implications for management and conservation of stream habitat and water quality. *Ecological Indicators*. 85: 1181-1191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.061>.

PAZIN, V.F.V.; Magnusson, W.E.; Zuanon, J.; Mendonça, F.P. 2006. Fish assemblages in temporary ponds adjacent to “terra-firme” streams in Central Amazonia. *Freshwater Biology*, 51 (6): 1025-1037. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2006.01552.x.

ROCHA, C.M.C.; Routledge, E.A.B.; Lima, A. F.; Varela, E.S.; Lundstedt, L.M. Panorama da aquicultura na Amazônia. 2015. *Revista de Agropecuária da Embrapa Oriental – Agro Foco*. Ano I. n°2.

ROTTA, M. A.; Queiroz, J.F. 2003. Boas Práticas de Manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes. *EMBRAPA Pantanal: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. Documento 47. Corumbá-MS.

SABINO, J. 2000. Estudo comparativo em comunidades de peixes de riachos da Amazônia Central e Mata Atlântica: distribuição espacial, padrões de atividade e comportamento alimentar. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 152p.

SAPKOTA, A.; Sapkota, A. R.; Kucharski, M.; Burke, J.; Mckenzie, S.; Walker, P.; Lawrence, R. 2008. Aquaculture practices and potential human health risk: Current knowledge and future priorities. *Environment International*. 34: 1215-1226. Doi: 10.1016/j.envint.2008.04.009.

SANTOS, S.M.; Lima, J.P.; Oliveira, A.T.; Aride, P.H.R.; Barbosa, R.P.; Freitas, C.E.C. 2015. Interações tróficas entre as comunidades de peixes e a floresta ripária de igarapés de terra firme (Presidente Figueiredo – Amazonas – Brasil). *Revista Colombiana de Ciência Animal*, 7 (1): 35-43.

SILVA, J.J.L.S.; Marques, M.; Damásio, J.M. 2010. Impactos do desenvolvimento do potencial hidroelétrico sobre os ecossistemas aquáticos do Rio Tocantins. *Ambiente & Água – Na Interdisciplinar Journal of Applied Science*. Taubaté, v.5, n.1, p.189-203. Doi: 10.4136/ambi-agua.129.

SILVA, M.S.G.M.; Losekann, M.E.; Hisano, H. 2013. Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. *EMBRAPA Meio Ambiente*. Documento 95. Jaguariúna, SP.

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus. 2003. *Potencialidades regionais: estudos de viabilidade econômica – Piscicultura*. Manaus – AM. 21p.

TELLO, A.; Corner, R.A.; Telfer, T.C. 2010. How do land-based salmonid farms affect stream ecology ?. *Environmental Pollution*. 158: 1147-1158.

TERNUS, R. Z.; Souza-Franco, G. M.; Anselmini, M.E.K.; Mocellin, D.J.C.; Magno, J.D. 2011. Influence of urbanisation on water quality in the basin of the upper

Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 23, n° 2, p. 189-199.

VAZ, A.A.; Vaz, A.A.; Pelizari, G.P.; Iagioni, R.C.; Smith, W.S. 2017. A biota aquática em um riacho tropical e suas relações com fatores ambientais. *Biodiversidade Brasileira*, 7(1): 55-68.

ZENI, Thayzi Oliveira; Ostrensky, Antonio; Castilho Westphal, Gisela G. 2016. Respostas adaptativas de peixes a alterações ambientais de temperatura e de oxigênio dissolvido. *Archives of Veterinary Science*. v.21, n.3, p.01-16. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v21i3.40165>

CAPÍTULO 1

Pisciculturas em igarapés e os riscos ambientais

1. Introdução

Amazônia possui grande diversidade biológica que contribui para o modo de vida das populações rurais e ribeirinhas (COSTA; MITJA, 2010). A agricultura e a criação de animais são os principais fontes de renda e motivo de permanência no campo e estas atividades são motivos de preocupação, pois podem gerar graves degradações ambientais (SIMON; GARAGORRY, 2005; MOLINA et al., 2017). As atividades de agricultura e de criação de animais dependem fortemente de qualidade e quantidade de água para o manejo e implementação destas atividades (MAIA et al., 2015). Uma atividade zootécnica necessita de grande quantidade de água são as pisciculturas e assim como em outras partes do mundo no Brasil a atividade piscícola possui entraves e problemas técnicos que dificultam seu desenvolvimento (SAINT-PAUL, 2017).

No Estado do Amazonas, os municípios pertencentes a Região Metropolitana de Manaus, RMM (Rio Preto da Eva, Iranduba, Itacoatiara, Manaus, Manacapuru e Presidente Figueiredo) destacam-se na piscicultura, pois estão situados às margens de rodovias estaduais e federais e localização facilita a aquisição de insumos e o escoamento da produção (PANTOJA-LIMA et al., 2015). A atividade piscícola é importante para a região Norte do país, porém os impactos ambientais desta atividade sem qualquer tipo de controle e manejo podem ser significativos, principalmente nos ambientes aquáticos. As perturbações ambientais podem se apresentar de diversas formas como a queda na qualidade dos recursos hídricos, perda e alteração dos habitats, mudanças na estabilidade dos ecossistemas, redução dos recursos pesqueiros, interferência com as comunidades de bentos e de microrganismos, alteração nas cadeias alimentares e interferência na dispersão de comunidades íctias e de mamíferos (SILVA et al., 2010) e com o manejo inadequado e atividade de produção intensificada pode-se ampliar a possibilidade de impacto ambiental (TELLO et al., 2010).

Este capítulo trata de uma revisão bibliográfica sobre o cultivo de peixes realizados em canais de igarapé, uma modalidade praticada comumente em

pequenas propriedades rurais do Estado do Amazonas e no qual pouco se sabe sobre os impactos gerados por este tipo de cultivo de peixes nos leitos de igarapés e neste contexto realizamos um levantamento de artigos científicos de possíveis danos que possam ser causados ao meio ambiente, bem como, verificar as características e políticas públicas que possam vir ser adotadas de forma a ajudar o homem do campo a melhor desenvolvimento desta atividade em suas pequenas propriedades.

2. Metodologia

Esta pesquisa foi realizada em forma de revisão de literatura do tipo narrativa, pois não utilizou critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura. Para as buscas das fontes bibliográficas selecionamos os principais portais de buscas de trabalhos e artigos científicos, bem como literatura cinza (dissertações de mestrado e teses de doutorado) e isso para ampliar a pesquisa sobre o assunto abordado. Para esta pesquisa foram solucionados pesquisas de trabalhos científicos dos últimos 20 (vinte) anos (janeiro/2008 – dezembro/2018) este período foi estipulado a fim de verificar a abrangência e relevância do tema na comunidade científica. Foram selecionados literaturas científicas a partir da palavras-chave “piscicultura” em três idiomas: inglês, espanhol e português. E devido a grande amplitude desta palavra buscamos realizar combinações com outros tipos de palavras técnicas e restringimos a pesquisas realizadas na região Amazônica e a atividade realizada em água doce, a fim de refinar a busca. Para isso utilizamos as palavras técnicas “efeitos das pisciculturas”, “impactos das pisciculturas” e “piscicultura em igarapés”, estas palavras possuem relação com sistemas de produção de peixes e que podem causar mudanças ambientais provocadas pela atividade nos ecossistemas aquáticos e assim, selecionamos 66 trabalhos científicos, porém nem todos utilizados no texto.

Tabela 1. Apresenta os resultados das pesquisas realizadas pela palavra-chave e suas combinações.

Portais de busca		Palavra-chave: piscicultura		
		efeitos	impactos	igarapés
google scholar scholar.google.com.br	resultados	13700	12100	1330
	selecionados	16	14	6
periódicos capes periodicos.capes.gov.br	resultados	193	145	8
	selecionados	2	3	-
Scielo www.scielo.org	resultados	14	42	-
	selecionados	2	2	-
Scopus www.scopus.com	resultados	23	19	4
	selecionados	-	-	-
Science Direct sciencedirect.com	resultados	522	317	120
	selecionados	5	14	2

3. Resultados e discussão

As criações de peixes podem ser classificadas de acordo com práticas de produção e depende do objetivo do empreendimento entre outros aspectos. Atualmente, as produções com recirculação de água vem ganhando destaque, pois é um sistema economicamente viável, seguro, permite controle do ambiente do viveiro, permite produção e reprodução constantes e abastecimento contínuo e são consideradas ecologicamente corretas, pois utilizam filtros para reutilização da água dos viveiros. Outro tipo são os sistemas de fluxo contínuo ou raceway como o nome já descreve possui abastecimento de água de forma contínua o que permite grandes densidade de estocagem de peixes, porém esses possuem pontos negativos que é a utilização de grande volume de água é inviável pelos altos custos de energia (CREPALDI et al 2006).

Bastante comuns são os viveiros de terra escavados com e sem revestimento e necessitam de controle limnológico e constante, pois geram efluentes que podem ser liberados diretamente em corpos d'água (HENRY-SILVA e CAMARGO, 2008; CYRINO et al., 2010; MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010) e os tanques-redes onde os viveiros (ou gaiolas) são dispostos diretamente nos corpos d'água (geralmente lagos e rios) porém, podem promover grandes impactos ambientais provocando interferências na qualidade d'água, nas comunidades bentônicas, planctônicas e peixes (RAMOS et al., 2010) destacando a necessidade de fiscalização constante, a fim de evitar instalação descontroladas de tanques o que pode afetar a capacidade de suporte ambiental, podendo interferir no equilíbrio ambiental (RAMOS et al., 2010). Nessa direção, Lima et al., 2016 reforça que a expansão dos parques aquícolas negligencia os efeitos negativos associadas a invasões biológicas, e ainda, ressalta que a aquicultura no Brasil é baseada em espécies não-nativas .

Em oposto a esta modalidade, está a piscicultura orgânica que é considerada tipo de produção quase impraticável atualmente, pois a formulação das rações e o processamento dos alimentos consistem de técnicas economicamente inviáveis e dispendiosos, porém autores como Brabo et al., 2017 apontam que junto com o policultivo de tambaqui e curimatã, a piscicultura orgânica seria uma alternativa viável para região Amazônica, pois aproveitaria as fases de desenvolvimento destes peixes para lhe conferir o alimento natural adequadamente (Boscolo et al., 2012).

Ou seja, dependendo da piscicultura a ser escolhida, esta deverá promover o equilíbrio entre produção e manutenção do meio ambiente visando a segurança ambiental e produtividade (CYRINO et al., 2010; MENNERAT et al., 2010; BROWN et al., 2011; ZHANG et al., 2011) e buscar que a atividade seja desenvolvida com menos tempo e espaço vem crescendo (LIMA et al., 2016). Outra forma de controle das pisciculturas é a utilização de Boas Práticas de Manejo (BPM) que são atividades regulares adotadas na criação que ajudam na manutenção e diminuição dos impactos ambientais (FREITAS et al., 2014). Boyd et al., 2008, descreve BPM como um conjunto de medidas práticas necessárias para resolver ou prevenir os problemas do gerenciamento dos recursos de forma eficaz.

E, com o crescimento da aquicultura global a saúde humana estar sendo expostas a riscos biológicos e químicos (antibióticos, terapêuticos e outros produtos químicos) e que intervenções apropriadas são necessárias afim de prevenir ou reduzir riscos contaminação dos ambientes aquáticos (SAPKOTA et al., 2008) e Jesus, 2017 descreve que dependendo da atividade de piscícola esta pode necessitar de um perito técnico na área de segurança do trabalho para descreve-la como atividade insalubre e que investimentos na área de segurança do trabalho dentro das pisciculturas são necessárias (JESUS, 2017).

Na região Amazônica a atividade piscícola sempre merece atenção devido o lançamento de seus efluentes e com isso os processos de eutrofização artificial (antrópica) que prejudicam todo um ecossistema aquático (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008). Porém, as pisciculturas de alta densidades ocorre a fertilização dos viveiros para aumento produção e com grande cargas de nutrientes podem acelerar o processo de eutrofização (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010). Essa preocupação aumenta quando se trata de cultivos de peixes em leitos de igarapés que ganhou destaques nos últimos anos no Estado do Amazonas mostrando se tecnicamente viável para a produção em escala familiar (FIM et al., 2009; ROCHA et al., 2015). Se trata de uma atividade introduzida recentemente e possui como objetivo principal a finalidade social e econômica de gerar renda e proteína animal para o pequeno piscicultor do interior do Estado do Amazonas.

Esse tipo de modalidade de cultivo de peixes é realizado em leitos de igarapé, onde são construídos viveiros nos próprios leitos dos igarapés, ou seja, em Áreas de Preservação Permanente (APP). Esta modalidade foi adaptada do “raceway ou fluxo

contínuo”, porém utiliza-se o canal do igarapé como viveiro adaptado em vez de tanques de concreto. As características desta prática são de aproveitamento da declividade e a vazão natural do curso d’água (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002; AFFONSO et al., 2012) e utiliza-se a espécie matrinxã (*Brycon amazonicus*) no cultivo devido a sua fácil adaptação em cativeiro, fácil aceitação no mercado consumidor local, rápido crescimento para tamanho comercial, fácil comercialização, carne muito apreciada (ZANIBONI-FILHO et al., 2006). Em um levantamento realizado pelo Projeto Pro-Rural Aquicultura (2013-2015) em todo estado do Amazonas esta atividade apresentou a predominância não apenas da matrinxã (68%), mas o incremento das espécies tambaqui (19%) e pirapitinga (3%) (PANTOJA-LIMA et al., 2015). Porém, a matrinxã possui alguns pontos negativos como onerosa e baixa oferta de alevinos. Isto ocorre devido sua característica reprodutiva que apresenta elevado canibalismo em suas primeiras horas de vida (ZANIBONI-FILHO et al., 2006; GANDRA, 2010). Esta característica tornou-se um fator determinante para a permanência ou abandono da atividade por parte dos pequenos piscicultores.

Nos últimos anos, o cultivo de peixes em canais de igarapé se tornou uma prática comum entre os piscicultores de pequena escala da região metropolitana de Manaus (PANTOJA-LIMA et al., 2015), pois se trata de atividade de produção de fácil adaptação, boa aceitação das espécies cultivadas e demonstrou eficiência e principalmente, tem uma papel social e de alternativa à redução do êxodo. (ZANIBONI-FILHO et al., 2006; AFFONSO et al. 2012). Porém, esta facilidade da atividade levou ao rápido aumento dos viveiros de produção o que levou a falta de legislação e fiscalização até o ano de 2008. A partir desta data, o Conselho Estadual de Meio Ambiente no Amazonas (CEMAAM) regulamentou a atividade por meio da Resolução n°. 001/2008 e, posteriormente a criação de peixes em canais de igarapé foi disciplinada pela Lei No. 3.802 de 29 de agosto de 2012 que preconiza a atividade de aquicultura no Estado do Amazonas e dá outras providências, o que permitiu o cultivo em igarapés com vazão mínima (15 L/s) e com distância mínima entre viveiros estabelecida e se a atividade serve de interesse público e/ou social proibindo viveiros com volume superiores a 1000 m³. Após a publicação da lei, o controle da construção do número de viveiros e da produção que encontrava-se descontrolada até o ano de 2008, ficou inviável à atividade para o médio piscicultor,

o que gerou aumento no número de viveiros abandonados e leitos de igarapés com alteração sem qualquer obediência à lei estadual.

Além disso, os piscicultores realizam modificações nos ambientes para as construções dos viveiros nos igarapés, tais como desmatamento da floresta ripária, modificação na estrutura física dos leitos com a escavação manual das margens dos igarapés para adequação das laterais dos viveiros, “limpeza” do fundo dos igarapés, o que gerou aumento da abertura do canal (FIM et al., 2009). Este uso inadequado dos ambientes pode refletir na composição natural da ictiofauna dos igarapés e alterações da vegetação ripária, bem como na diminuição de variedade de habitats (WRIGHT;FLECKER, 2004). Contudo, são escassas as informações referentes aos impactos destas modificações provocadas pela atividade sobre os igarapés e por consequência, às comunidades de peixes. E, se não manejada adequadamente o cultivo pode ser um fator para o surgimento de processos de eutrofização alterando a ecologia dos ecossistemas aquáticos (MACEDO;SIPAÚBA, 2010; HEINRICH et al., 2014; LAZZARI;BALDISSEROTTO, 2008).

Os sistemas aquáticos Amazônicos são altamente dinâmicos e dependem dos ambientes adjacentes e de suas características químicas distintos entre si (QUEIROZ et al., 2009; HORBE et al., 2005; AFFONSO et al., 2012) estas características influenciam na diversidade dos ambientes, pois estão diretamente relacionados à composição e abundâncias das espécies dependentes deste ambiente (NESSIMIAN et al., 2008; ESPIRITO-SANTO et al., 2009; SANTOS et al., 2015). As espécies de ambientes naturais são adaptadas ao sistema hidrológico, aos habitats e nichos específicos. Caso ocorram mudanças em longo prazo, sua fisiologia e/ou ciclo de vida poderá ser afetada e as comunidades de peixes podem mudar adicionando pressões bióticas nas comunidades aquáticas (FICKE et al., 2007).

O desmatamento nas áreas de preservação próximas aos igarapés é um fator que merece atenção, uma vez que a ausência da mata ripária próximas aos igarapés pode elevar a temperaturas destes corpos d' água e por consequência diminuir os alimentos alóctones. Outro fator que pode surgir é aumento da quantidade de perifiton o que favorecerá no processo de invasão de espécies nativas normalmente encontradas em córregos maiores (LORION;KENNEDY, 2009). O estudo de Nessimian et al., 2008, encontrou correlação significativa das condições de uso da

terra e florestas ripária em relação às características dos igarapés. Estes autores afirmam que mudanças drásticas na cobertura vegetal, influenciam tanto nas comunidades de peixes como na de insetos. As mudanças bruscas na cobertura vegetal e morfologia dos igarapés influenciam também na diversidade de insetos terrestres e aquáticos, pois determinados táxons são dependentes e característicos de ambientes específicos como os banco de folhiços, remanso, areia, barrancos marginais. Estes substratos são utilizados como abrigo e local para alimentação dos macroinvertebrados e insetos, sendo que, todos estes são importantes para a manutenção e equilíbrio ecológico das comunidades aquáticas, principalmente na cadeia trófica dos peixes de igarapés (BENETTI;HAMADA, 2003; FIDELIS et al., 2008).

As alterações nas características ambientais também podem causar modificações nos parâmetros limnológicos devido os efluentes da piscicultura (MELO et al., 2005; TERNUS et al., 2011; FERREIRA et al., 2012). As águas amazônicas dificultam a aplicação da Resolução nº 357/2005 que trata da classificação dos corpos de água e padrões para lançamento de efluentes (SILVA et al., 2016), o que torna difícil a classificação das águas de efluentes como poluidoras ou não. Em trabalho realizado em igarapés amazônicos por Horbe et al., (2005) este autor, destacou as características limnológicas as quais foram similares entre igarapés poluídas e os não poluídos. Enquanto que Ternus et al., (2011) avaliaram as características limnológicas de rios da bacia do Alto Rio Uruguai (SC) e encontraram alterações nas variáveis físicas e químicas dos rios influenciados por áreas urbanas do que nos rios influenciados pela agricultura e pecuária. O estudo de Vaz et al., (2017) sobre riachos de uma área de Parque Natural em São Paulo, detectou a influência do processo de sedimentação ao longo de dois anos sobre as comunidades bentônicas e as características físicas e químicas da água. Estes mesmos autores descrevem que apesar do estudo ser realizado em uma Unidade de Conservação, provavelmente o estado de conservação dos igarapés favoreceram o controle de potenciais impactos e estes local, o que pode melhorar a integridade do local ou até mesmo a deterioração da qualidade de água.

Em resumo, as instalações de cultivo de peixes em áreas de preservação juntamente com manejo e uso adequado do solo por agricultores e pecuarista também são formas de prevenir maiores impactos com os ecossistemas aquáticos e

terrestres. Leitão et al. (2011) descreve que a solução para minimização dos impactos gerados por certos tipos de cultivos que necessitam de grande quantidade de água e a utilização de reúso da água como, por exemplo, as pisciculturas com recirculação de água. Porém, para os viveiros construídos nos igarapés esse reaproveitamento da água torna-se mais difícil devido as tipos de instalações dos viveiros. Enfim, existem diversas maneiras de diminuir os efeitos dos agentes de poluições ambientais na Amazônia e para outras partes do mundo, tudo depende das tomadas de decisões e planejamento regional para cada localidade e não generalizar. Neste sentido, Lima e Pozzobon (2005) explicam ainda, que o homem necessita se conscientizar da sustentabilidade ecológica que simplesmente é capacidade do homem de ocupar uma determinada área e explorar seus recursos naturais sem ameaçar a integridade ecológica do meio ambiente ao longo do tempo.

4. Referências bibliográficas

- AFFONSO, G.E.; Brasil, E.M.; Souza, R.T.Y.B.; Ono, E.A. 2012. Criação de Matrinchã (*Brycon amazonicus*) em canais de igarapé no Alto Rio Negro, AM. In: Ed.: Luiz A.G.de Souza e Eloy G. Castellón, *Projeto Fronteira: Desvendando as fronteiras do conhecimento na região Amazônica do Alto Rio Negro*. INPA/MCTI. p.84-97.
- ARBELÁEZ-ROJAS. G.A., Fracalossi, D.M.; Fim, J.D.I. 2002. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 31, n.3, p: 1059-1069. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500001>.
- BENETTI, Cesar J.; Hamada, Neusa. 2003. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*. 33(4): 701-710. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000400015>.
- BOYD, C.E.B.; Lim, C.; Queiroz, J.; Salie, K.; Wet, L.; McNevin, A. 2008. *Best management practices for responsible aquaculture*. USAID, 47p.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; NEU, D. H.; DIETERICH, F. 2012. Sistema orgânico de produção de pescado de água doce. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*. Salvador, v.13, n.2, p. 578-590.
- BRABO, M.F.; Saraiva, C. M.C.; Nascimento, J.R.; Reis, T.S.; Campelo, D.A.V.; Veras, G.C. 2017. Piscicultura orgânica na Amazônia Brasileira: limitações e possibilidades. *Informações Econômicas*, SP. V.47, n.3.
- BROWN, T.; Chappell, J.; Boyd, C. 2011. A comercial-scale, in-pond raceway system for Ictalurid catfish production. *Aquacultural Engineering*, 44: 72-79. 2011. Doi: 10.1016/j.aquaeng.2011.03.003.
- COSTA, J. R.; MITJA, D. 2010. Uso dos recursos vegetais por agricultores familiares de Manacapuru. *Acta amazonica*. Vol. 40(1): 49-58.
- CREPALDI, D.V.; Teixeira, E.A.; Faria, P.M.C.; Ribeiro, L.P.; Melo, D.C.; Carvalho, D.; Sousa, A.B.; Saturnino, H. M. 2006. Sistemas de produção na piscicultura. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. Belo Horizonte, V.30, n.3/4, p.86-99.
- CYRINO, J.E.P.; Bicudo, A.J.A.; Sado, R.Y.; Borghesi, R.; Dairiki, J.K. 2010. A piscicultura e o meio ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.68-87. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>
- ESPÍRITO-SANTO, H.M.V.; Magnusson, W.E.; Zuanon, J.; Mendonça, F.P.; Landeiro, V.L. 2009. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in

small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biology*. 54 (3): 536-548. Doi: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02129.x>.

FERREIRA, S.J.F.; Miranda, S.A.F.; Marques-Filho, A.O.; Silva, Silva, C.C. 2012. Efeito da pressão antrópica sobre igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, área de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica*. Vol. 42 (4): 533-540. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000400011>.

FICKE, A.D.; Myrick, C.A.; Hansen, L.J. 2007. Potencial impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. 17: 581-613. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9059-5>

FIDELIS, Luana; Nessimian, Jorge L.; Hamada, Neusa. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazonica*. 33(1): 127-134. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000100014>.

FIM, J.D.I.; Guimarães, S.F.; Filho, A.S.; Bobote, A.G.; Filho, G.R.N. 2009. *Manual de criação de matrinhã (Brycon amazonicus) em canais de igarapé*. Editora INPA. Manaus-Amazonas. 48p.

FREITAS, R.S.; Boijink, C.L.; Muniz, A.W.; Dairiki, J.K.; Inoue, L.A.K. 2014. Qualidade da água e perspectivas para gerenciamento ambiental dos cultivos de tabaqui no município de Rio Preto da Eva, Am. *Revista Scientia Amazonia*, 3(1): 116-126.

GANDRA, A.L. 2010. O mercado do pescado da região metropolitana de Manaus. *Série: O mercado do pescado nas grandes cidades latino-americanas*. CFC/FAO/INFOPECA. 91p.

HEINRICH, C.G.; Leal, V.L.; Schuch, M.; Düpont, A.; Lobo, E.A. 2014. Epilithic diatoms in headwater áreas of the hydrographical sub-basin of the Andreas Stream, RS, Brazil, and their relation with eutrophication processes. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol. 26, n.4, p.347-355. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2014000400003>.

HENRY-SILVA, G.G.; Camargo, A.F.M. 2008. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – Relato de caso. Nota científica. *Boletim do Instituto da Pesca*, 34(1): 163-173.

HORBE, Adriana M.C.; Gomes, L.F.; Miranda, Sebastião F.; Silva, Maria do S.R. 2005. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. *Acta Amazonica*. Vol 35 (2): 119-124. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000200002>.

JESUS, G.F.A. 2017. Riscos químicos associados à piscicultura. Monografia de especialização. *Universidade do Sul de Santa Catarina*. Florianópolis – SC. 45p.

Lazzari, R.; Baldisseroto, B. 2008. Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. *Boletim do Instituto da Pesca*, 34 (94): 591-600.

LEITÃO, R.C.; Cavalcante, R.R.R.; Ribeiro, E.M.; Claudino, R.L.; Maciel, N.M.; Rosa, M.F. 2011. Reúso da água da despesca na produção de camarão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.15, n.12, p. 1314-1320.

LIMA, D; Pozzobon, J. 2005. Amazônia socioambiental: Sustentabilidade ecológica e diversidade social. In: *Estudos Avançados, Dossiê Amazônia Brasileira*, vol.19, nº5. p: 45-76.

LIMA, L.B.; Oliveira, F.J.M.; Giacomini, H.C.; Lima-Junior, D.P. 2016. Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. *Reviews in Aquaculture*, 10(1): 111-122. Doi: <https://doi.org/10.1111/raq.12150>

LORION, C.M.; Kennedy, B.P. 2009. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwaer streams. *Ecological Applications*, 19(2): 468-479. Doi: <http://dx.doi.org/10.1890/08-0050.1>

MACEDO, C. F.; Sipaúba-Tavares, L. 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 36 (2): 149 – 163.

MAIA, S.A.; Wachholz, F.; Santos, R.G.; Júnior, J.C.F. 2015. Os impactos da agricultura urbana na qualidade da água na nascente do igarapé do Mindu – Comunidade Nova Esperança (Manaus – AM). *Boletim Amazônico de Geografia*. V.02, n.04, p.01-09. Jul./dez. DOI: 10.17552/2358-7040/bag.v2n4p1-9.

MENNERAT, A.; Nilsen, F; Ebert, D.; Skorpung, A. 2010. Intensive farming: evolutionary implications for parasites and pathogens. *Evol Biol*. 37: 59-67. Doi: 10.1007/s11692-010-90089-0.

MELO, E.G.F.; Silva, M.S.R.; Miranda, S.A.F. 2005. Influência antrópica sobre água de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. *Revista On-line Caminhos de Geografia*. 5(16):40-47.

MOLINA, M.C.; Roa-Fuentes, C. A.; Zeni, J.O.; Casatti, L. 2017. The effects of land use at different spatial scales on instream features in agricultural streams. *Limnologica*. 65, 14-21p. Doi: 10.1016/j.limno.2017.06.001.

NESSIMIAN, J.L.; Venticinque, E.M.; Zuanon, J.; Marco Jr, P.; Gordo, M.; Fidelis, L. Batista, J. D.; Juen, L. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect

assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*. 614: 117-131. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441x>

PANTOJA-LIMA, J.; Santos, S.M.; Oliveira, A.T.; Araújo, R.L.; Silva-Junior, J. A. L.; Bernardino, G.; Alves, R.R.S.; Ferraz-Filho A. Gomes, A.L.; Aride, P.H.R. 2015. *Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas*. In: Marcos Tavares Dias, Wagner dos Santos Mariano. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. 2ed. São Carlos: Pedro & João, v.2, p.313-332.

QUEIROZ, M.M.; Horbe, A.M.C.; Seyler, P.; Moura, C.A.V. 2009. Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. *Revista Acta Amazonica*. Vol.39(4): 943-952. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400022>.

RAMOS, I.P.; Zanatta, A.S.; Zica, E.O.P.; Silva, R.J.; Carvalho, E.D. 2010. Impactos ambientais de pisciculturas em tanques-rede sobre águas continentais brasileiras; revisão e opinião. *Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura III. Jaboticabal/SP: Sociedade Brasileira de Biologia Aquática*, 87-98.

ROCHA, C.M.C.; Routledge, E.A.B.; Lima, A. F.; Varela, E.S.; Lundstedt, L.M. 2015. Panorama da aquicultura na Amazônia. *Revista de Agropecuária da Embrapa Oriental – Agro Foco*. Ano I. n°2.

SAINT-PAUL, U. 2017. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*. 5 (1): 1-9. DOI: 10.2312/ActaFish.5.1.1-9. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.2312/Actafish.2017.5.1.1-9>.

SANTOS, S.M.; Lima, J.P.; Oliveira, A.T.; Aride, P.H.R.; Barbosa, R.P.; Freitas, C.E.C. Interações tróficas entre as comunidades de peixes e a floresta ripária de igarapés de terra firme (Presidente Figueiredo – Amazonas – Brasil). *Revista Colombiana de Ciência Animal*. 7 (1): 35-43. 2015.

SAPKOTA, A.; Sapkota, A.R.; Kucharski, M.; Burke, J.; McKenzie, S.; Walker, P. Lawrence, R. 2008. Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities. *Environmental International*, v. 34, p.1215-1226. Doi: 10.1016/j.envint.2008.04.009

SILVA, M.S.R.; Miranda, S.A.F.; Santana, G.P. 2016. Bacia hidrográfica do Rio Amazonas: Condições de suas águas versus Resolução n°357/CONAMA/2005. *Scientia Amazonia*, V.6, n.2, 83-90.

SIMON, M. F.; Garagorry, F.L. 2005. The expansion of agriculture em the Brazilian Amazon. *Environmental Conservation*. 32(3): 203-212.

TELLO, A.; Corner, R.A., Telfer, T.C. 2010. How do land-based salmonid farms affect stream ecology? *Environmental Pollution*, 158: 1147-1158. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.11.029>

TERNUS, R.Z.; Souza-Franco, G.M.; Anselmini, M.E.K.; Mocellin, D.J.C.; Magro, J.D. 2011. Influence of urbanisation on water quality in the basin of the upper Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol.23, n.2, p. 189-199. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2011000200009>

VAZ, A.A.; Pelizari, G.P.; Biagioni, R.C.; Smith, W.S. 2017. A biota aquática em um riacho tropical e suas relações com fatores ambientais. *Biodiversidade Brasileira*, 7(1):55-68.

WRIGHT, J. P.; Flecker, A.S. 2004. Deforesting the riverscape: the effects of wood on fish diversity in a Venezuelan piedmont stream. *Biological Conservation*, 120: 443-451. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.02.022>

ZANIBONI-FILHO, Evoy; Reynalte-Tataje, David; Weingartner, Marcos. 2006. Potencialidad del género Brycon em la piscicultura brasileña. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Vol12:2.p.233-240.

Zhang, S.; Li, G.; Wu, H.; Liu, X.; Yao, Y.; Tao, L.; Liu, H. 2011. An integrated recirculation aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: The effects on water quality and fish production. *Aquacultural Engineering*, 45: 93-102. Doi: [10.1016/j.aquaeng.2011.08.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.08.001).

Capítulo 2

Efeitos da piscicultura em canais de igarapé sobre a qualidade da água e as comunidades de peixes da Amazônia Central

Suelen Miranda dos Santos¹, Adriano Teixeira de Oliveira², Paulo Henrique Rocha Aride³, Fernando Pereira Mendonça¹, Jansen Zuanon⁴, Jackson Pantoja Lima¹.

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Presidente Figueiredo. Rua Onça Pintada, s/n, Bairro: Galo da Serra. Presidente Figueiredo - AM, CEP: 69.735-000. suelen.santos@ifam.edu.br; fernando.mendonca@ifam.edu.br; jackson.lima@ifam.edu.br
2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro. Avenida Sete de Setembro, n° 1975, Bairro: Centro, CEP: 69.020-120. Manaus-Amazonas. adriano.teixeira@ifam.edu.br
3. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus Piúma. Rua Augusto Costa de Oliveira, n° 660, Bairro: Praia Doce. Piúma - ES, CEP: 29285000. paulo.aride@ifes.edu.br
4. Jansen Zuanon, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Caixa Postal 478, CEP: 69011-970. Manaus - AM; Fax: (92) 643-3224. jzuanon3@gmail.com

***Financiamento: Edital Universal CNPq e CAPES**

Resumo

Os impactos ambientais provocados pela piscicultura podem levar a alterações nos ecossistemas aquáticos e principalmente nas comunidades de peixes. Neste artigo buscamos investigar as possíveis alterações provocadas a partir da construção de viveiros em leitos de igarapés amazônicos. Os locais de estudos foram nos municípios de Novo Airão e Presidente Figueiredo, ambos afastados da capital do Estado do Amazonas. Selecionamos para cada área quatro igarapés que possuíam viveiros de peixes e oito igarapés sem viveiros. Nestes igarapés foram realizadas amostragens nos igarapés sem e com piscicultura (montante e jusante). Foram realizadas capturas de peixes e caracterização dos igarapés segundo a metodologia específica e também realizadas análises físicas e químicas da água. Foram realizados comparativos entre os índices de riqueza, abundância entre os pontos coletados, análise de correspondência das espécies identificadas pelos locais de coletas. Foram realizado Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e também realizados análises de componentes principais (PCA) para as características geoambientais e variáveis físicas e químicas da água, e com base nos resultados obtidos sintetizamos em uma Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA), a fim de verificar os possíveis efeitos da composição das espécies sob as condições amostradas e as variáveis ambientais analisadas. Foram coletadas no total 2302 peixes pertencentes a 53 espécies, 6 ordens e 15 famílias e com os resultados encontrados não podemos afirmar e nem negar que modificações poderiam estar ocorrendo nos corpos d' água em função da atividade de criação. As variações entre riqueza, abundância e as comunidades de peixes podem estar ligadas a fatores ambientais naturais.

Palavras-chave: riacho, piscicultura, degradação ambiental, impactos da aquicultura.

Abstract

The environmental impacts caused by fish farming can lead to changes in aquatic ecosystems and especially in fish communities. In this article we seek to investigate the possible changes caused by the construction of nurseries in beds of Amazonian igarapés. The study cities were Novo Airão and Presidente Figueiredo, both far from the capital of the State of Amazonas. For each area four igarapés were selected that had fish ponds and eight igarapés without nurseries. In these igarapés samples were taken in the intact igarapés (without pisciculture) and in two points of the igarapés with pisciculture (upstream and downstream). Fish captures and characterization of the igarapés were carried out according to the methodology and also carried out physical and chemical analysis water. Comparisons were made between the indexes of richness and abundance between the points collected, correspondence analysis of the species identified by the collection sites. We perform non-metric multidimensional scaling (NMDS) as well as principal component analyzes (PCA) for the geoenvironmental characteristics and physical and chemical variables of the water and, based on the results obtained, we synthesized in a Permutational Analysis of Variance Multivariate (PERMANOVA), in order to verify the possible effects of the composition of the species under the conditions sampled and the environmental variables analyzed. A total of 2302 fish belonging to 53 species, 6 orders and 15 families were collected and with the results found we can not affirm or deny that modifications could be taking place in the water in function of the fish farm. Variations between richness, abundance and fish communities may be linked to natural environmental factors.

Key words: stream, fish farm, environmental degradation, impacts of aquaculture.

1. Introdução

A aquicultura é o processo de criação de organismos aquáticos, incluindo peixes e mariscos, répteis e plantas aquáticas e para tal realiza intervenções no meio ambiente, seja no processo de alimentação, medicamentos, reprodução controlada, contenção ou outros métodos de manejo que visam melhorar a sua produtividade (SAPKOTA et al., 2008). Este tipo de atividade, embora seja uma das principais fontes de produção de pescado no mundo, pode ocasionar impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos, causando interferências na qualidade da água, nas comunidades de peixes, podendo em alguns casos prejudicar a saúde humana (NAYLOR et al., 2000; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2005; COLE et al., 2009; ZHANG et al., 2011). Estes recursos naturais devem ser usados de forma racional, uma vez que os impactos ambientais provenientes da aquicultura ocorrem principalmente na fase de implantação e de operação dos cultivos.

A expansão da aquicultura no Brasil tem como base a introdução de espécies não nativas, sendo a tilápia (*Oreochromis* spp., especialmente a *O. niloticus*) a mais cultivada (LIMA et al., 2016), seguida pela espécie nativa, o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Lima et al., (2016) descrevem que introdução de espécies não nativas pode levar a problemas ambientais como destruição de habitats naturais; aumento na pressão dos estoques; deterioração da qualidade da água; uso intensivo de químicos e antibióticos e hormônios nos sistemas de produção. No Brasil, diversos estudos têm apresentado a eutrofização como um dos principais tipos de impactos ambientais potenciais (MACEDO;SIPAÚBA-TAVARES, 2010). Silva et al., (2013) evidenciam o nitrogênio e o fósforo como os possíveis responsáveis pela eutrofização dos efluentes de piscicultura de tal modo que podem comprometer a qualidade da água os cursos hídricos a jusante dos viveiros. Produtos como fertilizantes, calcários (calagem) utilizado na agricultura e outras podem ocasionar a eutrofização de um corpo d'água e, por conseguinte causando danos ambientais e riscos a segurança alimentar (BOYD;MASSAUT, 1999).

No Brasil existem diversos sistemas de piscicultura (viveiros de barragens e escavados, tanques-rede/gaiolas) e práticas de produção, onde o método mais adequado depende do objetivo do empreendimento, entre outros aspectos (CREPALDI et al., 2006). Na Amazônia, em especial no Estado do Amazonas, predominam os cultivos em viveiros escavados, viveiros de barragem, tanques redes

e uma nova modalidade adaptada para a região surgiu nos últimos anos denominada de criação de peixes em canais de igarapé e estes são implementados em menor concentração (PANTOJA-LIMA et al., 2015). Este recém cultivo de peixes realizado em leitos de igarapé ganhou destaques nos últimos anos mostrando se tecnicamente viável para a produção em escala familiar (FIM et al., 2009; ROCHA et al., 2015).

O cultivo de peixes em canais de igarapés trata-se de criações em Áreas de Preservação Permanente (APP), no caso construído diretamente no leito do igarapé. Esta prática de piscicultura é baseada em sistema tipo “raceway”, porém utiliza o canal do igarapé onde se aproveita a declividade e a vazão natural do curso d’água (AFFONSO et al., 2012). Este tipo sistema de produção de fácil adaptação, boa aceitação demonstrando eficiência e alternativa para redução do êxodo do produtor da zona rural para a cidade (ZANIBONI-FILHO et al., 2006; AFFONSO et al., 2012). Devido os cultivos de peixes serem realizados no leito do igarapé, a atividade é considerada com potencialmente poluente, pois os efluentes são lançados diretamente no meio aquático (AFFONSO et al., 2012). Além disso, a atividade também altera a morfologia do canal do igarapé com possibilidade de efeitos sobre a estrutura e categorias tróficas das assembleias de peixes, uma vez que para a construção dos viveiros de criação ocorre a necessidade de remoção de parte da floresta ripária e seus substratos.

PANTOJA-LIMA et al., (2015) argumentam que embora a atividade esteja regulamentada (Lei n° 3802 – 29/08/2012), pouco se sabe sobre custos de produção, manejo alimentar e principalmente sobre os impactos provenientes desta atividade nas comunidades de peixes naturais dos igarapés da Amazônia Central. Estudos descrevem o papel que a manutenção da floresta possui para a conservação das comunidades de peixes, sejam eles em escala local (LORION;KENNEDY, 2009; MAGALHÃES et al., 2014) ou multi-escalas de paisagem (FREDERICO et al., 2014; LEAL et al., 2016), bem como os efeitos ocasionados pelas mudanças nas matas ripárias dos igarapés, nos substratos e nas características ambientais dos igarapés sobre a integridade dos corpos hídricos (KEMENES;FORSBERG, 2014). Estas alterações podem ocasionar a sobrevivência ou extinção de algumas espécies de peixes (ESPIRITO-SANTO et al., 2011; TERESA et al., 2015).

E com toda essa abordagem a respeito da importância da criação de peixes em canais de igarapés para o desenvolvimento da pequena piscicultura e sua relevância social e financeira para o homem do campo e tendo em vista também a importância da floresta para a manutenção e conservação dos ambientes amazônicos e sua influência sobre a comunidade ictiofaunística de igarapés da Amazônia que este trabalho possui finalidade verificar e avaliar mudanças ou alterações tanto nas características ambientais, qualidade da água ou na estrutura das comunidades de peixes que possuem viveiros de criação de peixes. Uma vez, que não se sabem os possíveis impactos da atividade sobre os ecossistemas aquáticos amazônicos.

2. Material e métodos

2.1. Áreas de Estudos

As áreas selecionadas foram os municípios de Presidente Figueiredo (PF) e Novo Airão (NA), ambos situados no estado do Amazonas. A primeira área (PF) faz parte do Projeto Universal do Projeto Universal nº 014/2014, o que garantiu o custeio e logística para a realização deste trabalho científico. E a segunda área (NA) também faz parte de outro projeto desenvolvido Projeto Pro-Rural, realizado entre os anos de 2013-2015 e que tinha como objetivo caracterizar a piscicultura no Estado do Amazonas o que sustentou as escolhas destas duas localizações, além destas estarem em lados opostos e sobre a influência do Rio Negro.

O município de Novo Airão está localizado à margem direita do Rio Negro (Figura 1B) fica localizado ao norte de Manaus (capital do Estado) distante cerca de 180 km e possui área de mais de 37 mil km². Possui acesso pela AM 070 e posteriormente AM 352, ambas rodovias estaduais. Possui uma população de acordo com o CENSO 2010 de 14723 pessoas. O período mais chuvoso inicia em novembro até abril e o período seco inicia em maio até outubro. As temperaturas médias anuais variam em torno de 24 a 27°C (MOURA, 2009).

O município de Presidente Figueiredo está localizado à margem esquerda do Rio Negro (Figura 1A) está situado ao norte de Manaus com uma área de mais de 25 mil km² e está localizado a Km 110 da capital amazonense pela rodovia BR 174 (Manaus- Boa Vista – RR) (CPRM, 1998). Possui uma população de acordo com o CENSO 2010 de 27175 pessoas. O período mais chuvoso, inicia em novembro até junho e o período seco inicia em setembro e segue até novembro. As temperaturas médias anuais variam em torno de 25,5°C (RODRIGUES et al., 2001). O tipo de solo desta região são os latossolos amarelo com hidromórficos gleyzados nas áreas de planície (HORBE;OLIVEIRA, 2008).

Após a seleção das áreas de estudo realizamos levantamento das propriedades rurais que possuíam criações através do Projeto PRO RURAL e assim, buscamos realizar a seleção dos viveiros de criação através de visitas técnicas prévias, no qual percorremos mais de dois mil quilômetros no período de outubro/2015 a janeiro/2017 nas rodovias acima descritas. Posteriormente, selecionamos 12 igarapés (com e sem viveiros) em cada área de estudo, descartamos os viveiros abandonados.

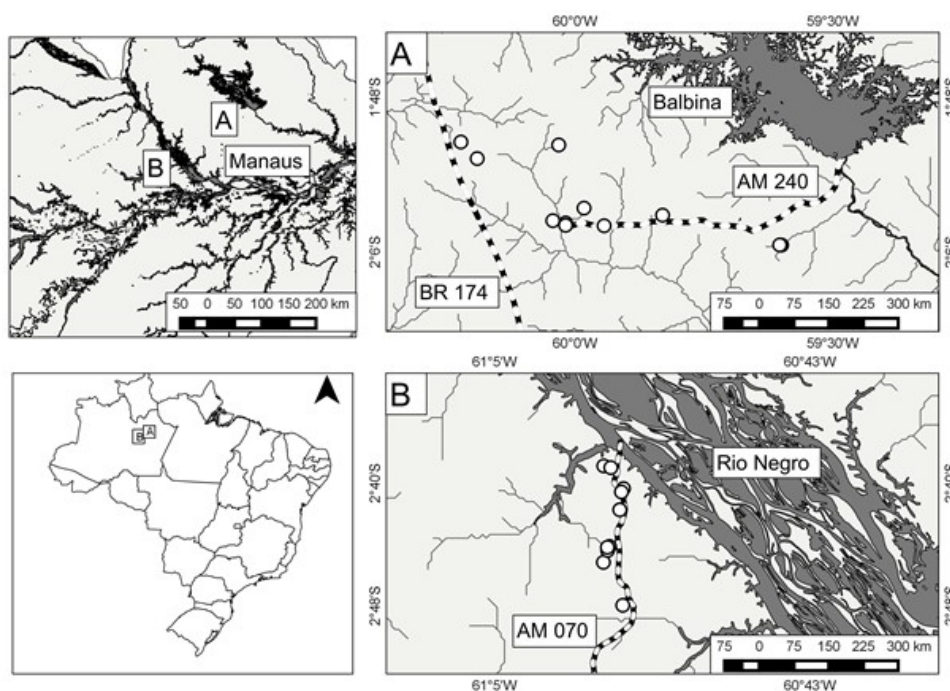


Figura 1. Mapa dos locais de coletas. (A) Pontos ocorreram às coletas no município de Presidente Figueiredo; (B) Pontos onde ocorreram as coletas no município de Novo Airão.

2.2. Descrição dos locais de coleta

Em cada local de coleta foram registradas as coordenadas geográficas utilizando GPS, modelo Etrex, marca Garmin (*datum* WGS84). As amostragens foram realizadas entre os meses de outubro/2016 a novembro/2017. Em cada área de estudo amostramos 12 igarapés, sendo 08 igarapés sem viveiros (ISV) que não apresentavam perturbações antrópicas aparentes e representam os pontos amostrais controle e 04 igarapés com viveiros (ICV) representantes dos pontos amostrais com alterações e assim, realizamos análise dos dados coletados comparando “igarapés controle” (sem alteração) versus “igarapés com alteração”

As amostragens realizadas nos igarapés consistiram de demarcação de trechos de 50 metros, onde realizamos medições e coletas (água e peixe) em busca da caracterização dos ambientes estudados. Nos igarapés sem viveiros (ISV) foram selecionados apenas um trecho amostral de 50 metros e nos igarapés com viveiros (ICV) foram selecionados dois trechos amostrais (50 metros cada), um a montante (ICV-M) e outro a jusante do viveiro (ICV-J).

As amostragens receberam autorização de finalidade científica pelo Instituto Chico Mendes para a Conservação da Natureza por meio do SISBIO/ICMBIO, nº 51874-1 e nº 55949-1.

2.3. Caracterização dos viveiros e das espécies encontradas

Os viveiros selecionados foram construídos com materiais como telas de plástico e madeiras, tanto nas laterais quanto na entrada e saída de água sem qualquer suporte profissional. Todos os viveiros estavam povoados com densidade de estocagem média de 20 - 80 peixes/m³. As espécies encontradas foram matrinxã (*Brycon amazonicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*). Os proprietários alimentavam os peixes com ração industrializada, porém não tinham controle sobre o tipo, a marca e a quantidade utilizada, além de frutas como alimentação alternativa, sendo esta também sem qualquer tipo de controle.

A maioria dos viveiros eram recentes, com menos de 18 meses de atividade e com apenas um viveiro localizado em Novo Airão, que possuía atividade de piscicultura maior que 24 meses. Foi observado que esta atividade tem como uma das características a sazonalidade, ou seja, o pequeno piscicultor só realiza o cultivo pelo período necessário de 10-12 meses, desativando por poucos meses a espera de uma melhor aquisição de insumos, continuidade na produção ou abandoná-la definitivamente.

2.4. Variáveis físicas e químicas da água

Antes das coletas experimentais de peixes foram realizadas medidas das variáveis físicas e químicas: pH, utilizando aparelho de pHmetro da marca ALFAKIT, modelo AT-315; temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/L) utilizando o aparelho de oxímetro da marca da ALFAKIT, modelo AT-150. Para as análises de concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/L), nitrito (mg/L), nitrato (mg/L), ortofosfato (mg/L), fósforo total (mg/L) e sólidos totais (mg/L) foram utilizados a metodologia segundo *Standard Methods for the examination of water & wastewater (APHA)*. E também, foram medidos *Profundidade média e profundidade máxima média* (Zn): foram calculadas em metros a partir de 9 sondagens equidistantes em

quatro transectos transversais ao longo do trecho e *Velocidade média da corrente* que é determinada a partir da média entre quatro pontos dispostos no centro do canal.

As amostras de água foram colhidas no centro do igarapé, à meia coluna d'água em uma garrafa âmbar de 500mL, em seguida armazenadas e caixa térmica com gelo e encaminhadas para análise ao Laboratório de Limnologia da Universidade Federal do Amazonas. Todas as medidas e coletas das amostras de água foram realizadas pelo período diurno (09h – 14h) e antes das atividades de pescarias experimentais. Nos igarapés com módulos de cultivo instalados, as variáveis físicas e químicas foram coletadas: à montante do módulo de cultivo (20 metros de distância) e jusante do módulo de cultivo (20 metros de distância).

2.5. Características geoambientais dos igarapés

Estas características foram determinadas conforme metodologia utilizada por Mendonça et al., (2005). As amostragens destas variáveis foram realizadas em transectos de 50 metros para os igarapés sem viveiros e dois transectos de 50 metros para os igarapés com viveiros (um trecho a montante e outro a jusante). Em cada ponto de coleta foram amostrados a estrutura mensurando-se:

a) *Largura média do canal (L)*: calculada em metros a partir da média de 4 medidas equidistantes ao longo do trecho determinado;

b) *Vazão média* (m^3/s): foi obtida relacionando-se velocidade média, largura e profundidade, pela fórmula:

$$Q = A \cdot V_m$$

Onde:

Q = vazão;

V_m = velocidade média da corrente;

A = área transeccional média na secção transversal do curso de água.

e) *Tipos de substratos*: classificados em 9 categorias: areia, seixos, rochas, argila, troncos (madeiras com diâmetro acima de 10 cm), liteira (composta de folhas e pequenos galhos), liteira fina (material particulado fino), raízes (emaranhado de raízes, em maioria finas, provenientes da vegetação marginal), macrófitas

(vegetação aquática). A composição do substrato em cada trecho foi determinada a partir de sondagens ao longo do trecho. A composição geral do substrato de cada riacho foi caracterizada pela frequência de ocorrência (%) de cada tipo de substrato.

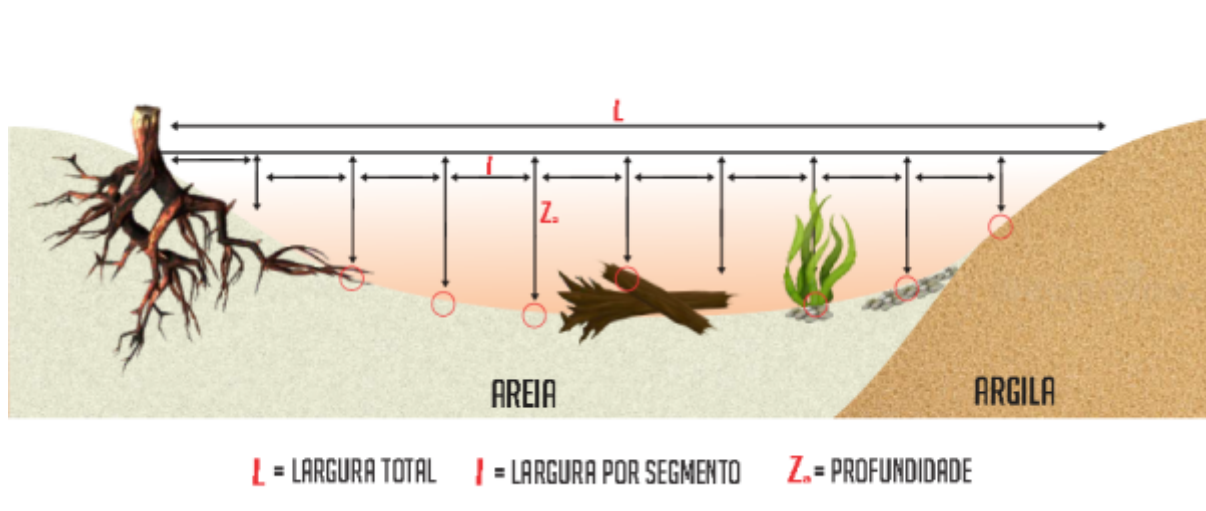


Figura 2. Imagem ilustrativa adaptada da metodologia de Mendonça et al., (2005) sobre as coletas das medidas das variáveis físicas e químicas e das características geoambientais.

2.6. Coleta dos peixes

As amostragens dos peixes foram realizadas por meio de pescarias experimentais seguindo a metodologia descrita por Mendonça et al., (2005) com adaptações. A metodologia descreve que para captura dos peixes devem ser utilizadas redes de cerco e puçás com esforço de pesca padronizado em todos os locais de coletas. Nestas pescarias foram utilizados três coletores, durante 120 minutos, explorando todos os ambientes encontrados num trecho de 50 metros do igarapé. No presente estudo o esforço amostral foi adaptado pra quatro (04) coletores por 90 minutos de coleta para o mesmo trecho (50 metros de igarapé).

Os exemplares coletados foram eutanasiados com o uso de anestésico (eugenol), posteriormente fixados em formalina (10%) e transportados para o Laboratório de Recursos Pesqueiros do IFAM Campus Presidente Figueiredo para triagem. Todos exemplares foram acondicionados em álcool 70%. A identificação taxonômica das espécies foi realizada com uso de chaves dicotômicas, literatura especializada e auxílio de pesquisadores especialistas. Em seguida, foram

realizadas as morfometrias de todos os exemplares (comprimento padrão em centímetros e peso em grama). As espécies e alguns exemplares foram depositados na coleção de peixes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

2.7. Análise dos dados

Ictiofauna

Foram avaliados e estimados os valores de riqueza (número de espécies) e a abundância (número de indivíduos), média e desvio padrão por espécies e locais estudados, a fim de verificar as possíveis modificações entre os igarapés sem cultivo (ISC) e com viveiros de cultivos (ICV). E, com os dados de riqueza realizamos uma Análise de Correspondência (AC), onde os pontos amostrais foram os objetos e as espécies foram os descritores. A AC, visa medir o grau de associação de variáveis categorizadas e os resultados são dispostos em gráficos bidimensionais.

Posteriormente, calculamos o coeficiente de jaccard que é um índice qualitativo que se baseia na presença e ausência de indivíduos nas amostras, os valores do coeficiente variam de 0 (=dissimilar) até 1 (=completa similaridade) (Krebs, 1999) e visa quantificar a similaridade entre as comunidades de peixes coletadas, pois este tipo de análise tende a dar peso para espécies pouco comuns, uma vez que espécies comuns tendem a ocorrer na maioria dos locais e contribuem pouco para a análise de diferenças qualitativas (MENDONÇA, 2010). E posteriormente, os valores utilizados na análise PERMANOVA (Análise de Variância Permutacional Multivariada).

Características físicas e químicas da água e as características geoambientais dos igarapés

Para avaliar possíveis mudanças nas variáveis físicas e químicas e características geoambientais entre os locais estudados com viveiros (ICV) e sem viveiros (ISV) realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) dos igarapés amostrados. Para melhor a análise dos dados e afim de verificar possíveis alterações entre os pontos amostrados as análises foram realizadas em comparação entre as condições (ICV-M e ISV; ICV-J e ISV) e por área de estudo (Novo Airão e

Presidente Figueiredo). Esta comparação entre os ambientes alterados e os que não possuíam viveiros, foi necessária para verificar possíveis indícios de modificação estrutural dos ambientes, como por exemplo, aumento no tamanho da largura de igarapés de pequena ordem e podem ocorrer em longo prazo.

A análise de componentes principais é uma análise de ordenação multivariada que reduz todas as informações em eixos multivariados, chamados de eixos principais e assim podendo ser ordenando os pontos em gráfico bi-dimensional, ao qual evidencia padrões de diferenciação entre os locais amostrados. Para isto, utilizamos os locais de coletas dos igarapés como objetos, e as variáveis da água e geoambientais como os descritores. Porém, antes da análise dos dados foi realizado, uma padronização em todas as variáveis onde foram transformadas para que tivessem o mesmo peso. Essa padronização consistiu da diferença entre o valor da variável pela média do parâmetro e posterior divisão pelo desvio padrão daquele determinada variável, gerando assim, um novo conjunto de dados e a partir desta nova matriz de dados, foi realizada a análise de componentes principais. O objetivo principal deste procedimento é eliminar o problema de escalas e unidades diferenciadas em que as variáveis são medidas (GUEDES et al., 2012).

Relação entre composição de espécies e as características dos corpos d'água

Os resultados obtidos sobre as comunidades de peixes foram o índice de presença e ausência, riqueza, abundância e análise de correspondência simples. E, para reduzir a dimensionalidade dos dados, os locais de coletas foram ordenados e baseados na variação da composição ictiofaunística por meio de um Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), em duas dimensões, de forma a abranger pelo menos 50% da variação original dos dados (MENDONÇA, 2010). As variáveis físicas e químicas e geoambientais dos pontos por condições dos igarapés (ICV-M e ISC; ICV-J e ISC) foram evidenciados pelas Análises de Componentes Principais (PCA) e com esses resultados obtidos sintetizamos em uma Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA), a fim de verificar os possíveis efeitos da composição das espécies nas condições amostradas e as variáveis analisadas. A PERMANOVA é uma análise robusta similar à ANOVA tradicional, porém difere por

não requerer que os pressupostos de normalidade e homocedasticidade sejam atendidos (ANDERSON, 2001; ANDERSON;WALSH, 2013). Realizamos esta análise entre os diferentes pontos amostrais (ICV-M e ISC; ICV-J e ISC) e nas duas áreas de estudo. A análise testa a hipótese de possível divergência (mudanças) entre os locais, considerando o centroide dos valores dos parâmetros ambientais (ANDERSON;WALSH, 2013). Utilizamos para esta análise os valores de presença e ausência, riqueza, abundância, bem como os escores das PCAs (variáveis físicas e químicas da água e das características geoambientais) e os dois principais eixos do NMDS de cada igarapé amostrado. Os programas estatísticos utilizados foram os pacotes do Excel, software PAST 3.0.

3. Resultados

3.1. Comunidades de peixes nos igarapés com e sem viveiros

Foram capturados 2.302 peixes pertencentes a 53 espécies, 6 (seis) ordens, 15 famílias nas duas áreas de estudo. A ictiofauna total foi composta por 31 espécies da ordem Characiformes (58,5%), 8 espécies de Perciformes (15,1%), 8 espécies de Siluriformes (15,1%), 3 de Gymnotiformes (5,65%), 2 de Cyprinodontiformes (3,77%) e 1 espécie de Synbranchiformes (1,88%). A biomassa total dos peixes capturados somou 3.811,46 g, sendo 2.261,92g dos Characiformes (59,3%), seguidos por 1516,05g Perciformes (39,78%), 19,03g Siluriformes (0,5%), 8,77g Synbranchiformes (0,23%), 3,46g Cyprinodontiformes (0,06%), 2,23g Gymnotiformes (0,06%).

Em Novo Airão foram capturados 793 peixes sendo 33 espécies, sendo 5 ordens e 11 famílias. Os Characiformes foi a ordem a mais representativa com 86,1%, seguida dos Perciformes 8,7% e Cyprinodontiformes, Siluriformes e Synbranchiformes com menos de 5% cada. E a biomassa total dos peixes coletados foi de 981,1g. Nos igarapés controle (ISV- igarapés sem viveiros) coletamos 636 peixes, pertencentes a 4 ordens, 10 famílias e 26 espécies e biomassa total de 587,3g, sendo os Characiformes mais representativos com 89,3% dos peixes capturados e estes com biomassa de 455,9 (77,6%), seguido dos Perciformes e Cyprinodontiformes com aproximadamente 5% cada, porém com riqueza baixa, apenas uma espécie cada ordem. Os Siluriformes para este ponto representaram menos de 1%, com uma espécie. Nos igarapés com viveiros e amostragens a montante (ICV-M) foram capturados 74 peixes de 3 ordens, 7 famílias, 14 espécies e biomassa de 179,8g, sendo os Characiformes mais representativos com 10 espécies, seguido de Perciformes com 3 espécies (8,1%) e Synbranchiformes com uma espécie (2,7%). Nos igarapés com viveiros e amostragens a jusante (ICV-J) foram capturados 83 peixes pertencentes a 3 ordens, 7 famílias, 14 espécies e uma biomassa total de 124g. Os Characiformes permaneceram como os mais representativos com 9 espécies (49 peixes) representando 59% dos peixes coletados, seguido dos Perciformes com 38,5% (47,5g) e Siluriformes com apenas 2 exemplares (1 espécie).

Em Presidente Figueiredo foram capturadas 1509 peixes pertencentes a 30 espécies, sendo 5 ordens e 13 Famílias. A biomassa total das espécies coletadas foi

de 2.920,4 g. Os Characiformes representam 93,4% do total dos peixes capturados seguidos Perciformes com 5,6% e Cyprinodontiformes, Gymnotiformes e Siluriformes com menos de 1% cada. Apenas as espécies *Hyphessobrycon melasonatus*, *Pyrrhulina gr. brevis* e *Aequidens pallidus* tiveram exemplares capturados em todos os pontos de coleta e nas duas áreas de estudo. Apenas cinco espécies tiveram abundância superior a 8% do total encontrado nas duas bacias são elas: *Hyphessobrycon cf. agulha* (22,07%), *Pyrrulina gr. brevis* (13,35%), *Hyphessobrycon melasonatus* (12,66%), *Copella nigrofasciata* (8,77%) e *Bryconops giacopinii* (8,12%). Nos igarapés controle (ISV- igarapés sem viveiros) coletamos foram coletados 650 peixes pertencentes a 4 ordens, 9 famílias e 20 espécies e possui uma biomassa total de 1682g. Os Characiformes representam 89,5% dos peixes capturados seguido dos Perciformes com quase 10%, Siluriformes e Gymnotiformes com menos de 1%. Nos igarapés com viveiros e amostragens a montante (ICV-M) foram capturados 151 peixes pertencentes a 05 ordens, 7 famílias, 14 espécies e biomassa total de 126g, sendo os Characiformes com a maior riqueza (8 espécies). Os Perciformes tiveram apenas duas espécies mais a maior biomassa correspondendo a 70,9g (56,3%), seguidos dos Gymnotiformes (2 espécies), Siluriformes e Cyprinodontiformes com apenas uma espécie cada. Nos igarapés com viveiros e amostragens a jusante (ICV-J) foram capturados 708 peixes de 3 ordens, 5 famílias, 12 espécies e 1112g. Os Characiformes tiveram a maior riqueza (9 espécies) e maior biomassa com 1069,8g (96%), seguido dos Perciformes com 2 espécies e Siluriformes obtiveram apenas uma espécie.

Tabela 2. Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante.

n°	sigla	ESPÉCIES	NOVO AIRÃO						PRESIDENTE FIGUEIREDO								
			ISV controle		ICV-M montante		ICV-J jusante		ISV controle		ICV-M montante		ICV-J jusante				
			n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)			
		Characiformes															
		Acestrorhynchidae															
1	Afal	<i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794)							1	0,36							
		Anastomidae															
2	Pvar	<i>Pseudanos varii</i> Birindelli, Lima & Britski, 2012	1	30,9													
		Characidae															
3	Bcau	<i>Bryconops cf. caudomaculatus</i> (Günther, 1864)							45	29,6							
4	Bgia	<i>Bryconops giacopinii</i> (Fernández-Yépez, 1950)	7	39,3					127	150	3	1,03	51	652			
5	Bhum	<i>Bryconops humeralis</i> Machado-Allison, Chernoff & Buckup, 1996	33	166	2	4,74											
6	Binp	<i>Bryconops inpai</i> (Knöppel, Junk & Géry, 1968)			3	43,1	2	21,8	58	94,1	18	5,89	14	49,6			
7	Gste	<i>Gnathocharax steindachneri</i> Fowler, 1913	1	0,74	3	2,52	1	0,3									
8	Hana	<i>Hemigrammus analis</i> Durbin, 1909	8	7,26													
9	Hbel	<i>Hemigrammus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	45	15,5					17	6,37	22	8,63					
10	Hcoe	<i>Hemigrammus coeruleus</i> Durbin, 1908	1	1,32													
11	Hpre	<i>Hemigrammus cf. pretoensis</i> Géry, 1965							5	10,5							
12	Hvon	<i>Hemigrammus vorderwinkleri</i> Géry 1963	4	2,43													
13	Hagu	<i>Hyphessobrycon cf. agulha</i> Fowler, 1913	1	1,32											510	189	
14	Hmel	<i>Hyphessobrycon aff. melazonatus</i> Durbin in Eigenmann, 1908	10	4,22	2	0,86	1	0,49	232	78,1	47	13,4	1	0,43			
15	Hspp	<i>Hyphessobrycon sp</i>									10	3,33					
16	Igei	<i>Iguanodectes geisleri</i> (Géry, 1970)	6	3,42	1	1,33	2	1,91									
17	Ivar	<i>Iguanodectes variatus</i> Géry, 1993							46	60,8							
18	Mcom	<i>Moenkhausia comma</i> Eigenmann 1908													1	2,05	

Tabela 2 (continuação). Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante.

n°	sigla	ESPÉCIES	NOVO AIRÃO						PRESIDENTE FIGUEIREDO					
			ISV controle		ICV-M montante		ICV-J jusante		ISV controle		ICV-M montante		ICV-J jusante	
			n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)
19	Mcop	<i>Moenkhausia copei</i> (Steindachner, 1882)							22	22,2			24	40,7
		Chenuchidae												
20	Cspi	<i>Crenuchus spilurus</i> Günther, 1863	10	5,57	36	51,4	24	44,4	1	0,79				
21	Oaph	<i>Odontocharacidium aphanes</i> (Weitzman & Kanazawa, 1977)					1	0,03						
22	Epul	<i>Elachocharax pulcher</i> Myers, 1927	1	0,06										
23	Mwei	<i>Microcharacidium weitzmani</i> Buckup, 1993	8	0,15										
		Erythrinidae												
24	Eery	<i>Erythrinus erythrinus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2	0,37	1	21,9	1	0,72						
25	Huni	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)											1	67,6
		Lebiasinidae												
26	Cnat	<i>Copella nattereri</i> (Steindachner, 1876)	44	10,2										
27	Cnig	<i>Copella nigrofasciata</i> (Meinken, 1952)	191	56,4	1	0,15	11	2,09						
28	Nequ	<i>Nanostomus eques</i> Steindachner 1876	1	0,01										
29	Nmar	<i>Nanostomus marginatus</i> (Eigenmann, 1909)	1	0,09	1	0,24					19	1,42	15	2,51
30	Pbre	<i>Pyrrulina aff. brevis</i> (Steindachner, 1876)	192	110	16	8,72	6	3,67	4	5,17	20	17,6	70	66,6
31	Psem	<i>Pyrrulina semifasciata</i> (Steindachner, 1876)	1	0,69					24	16,4	1	0,01		
		Cyprinodontiformes												
		Rivulidae												
32	Lrom	<i>Laimosemion cf. romeri</i> (Costa, 2003)	33	1,82										
33	Rmic	<i>Rivulus micropus</i> (Steindachner, 1863)									2	1,64		
		Gymnotiformes												
		Gymnotidae												
34	Gcor	<i>Gymnotus coropinae</i> Hoedeman, 1962							1	0,6				

Tabela 2 (continuação). Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante.

n°	sigla	ESPÉCIES	NOVO AIRÃO						PRESIDENTE FIGUEIREDO					
			ISV controle		ICV-M montante		ICV-J jusante		ISV controle		ICV-M montante		ICV-J jusante	
			n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)
		Loricariidae												
49	Adis	<i>Acestridium discus</i> Haseman, 1911	2	0,4			2	0,85						
50	Agym	<i>Acestridium gymnogaster</i> Reis & Lehmann A., 2009	1	0,21										
51	Ahop	<i>Ancistrus aff. hoplogenys</i> (Günther, 1864)							2	6,62				
52	Rlan	<i>Rineloricaria lanceolata</i> (Günther, 1868)							1	0,03				
		Synbranchiformes												
53	Ssp	<i>Synbranchus sp.</i>			2	8,77								
		soma	636	587,3	74	179,8	83	123,7	650	1682,1	151	126,0	708	1112,2
		Número de espécie	26		14		14		20		14		12	

As análises de correspondências apresentam a relação entre as espécies coletadas e os pontos amostrados por área de estudo. Em Novo Airão (Figura 2), algumas espécies permaneceram relacionadas a um único ponto amostral, isto é devido a espécies só ter sido em um único ponto. Quanto ao PtoS representa um conjunto de espécies sobrepostas que indica que foram coletadas somente nos igarapés sem viveiros, cuja amostra apresenta apenas uma exemplar de cada espécie, são elas: *Pseudanos varii* (Pvar), *Bryconops giacopinii* (Bgia), *Hemigrammus analis* (Hana), *Hemigrammus belotti* (Hbel), *Hemigrammus coeruleus* (Hcoe), *Hemigrammus vonderwinkleri* (Hvon), *Hyphessobrycon cf. agulha* (Hagu), *Elachocharax pulcher* (Epul), *Microcharacidium weitzmani* (Mwei), *Copella nattereri* (Cnat), *Nanostomus eques* (Nequ), *Pyrrhulina semifasciata* (Psem), *Laimosemion cf. romeri* (Lrem), *Rhamdia* sp. (Rsp) e *Acestridium gymnogaster* (Agym).

Em comum nos três pontos amostrais (montante, jusante e controle) ficaram agrupadas no centro do gráfico oito espécies: *Gnathocharax steindachneri* (Gste), *Iguanodectes geisleri* (Igei), *Hyphessobrycon melasonatus* (Hmel), *Crenuchus spirulus* (Cspi), *Erythrinus erythrinus* (Eery), *Copella nigrofasciata* (Cnig), *Pyrrhulina gr. brevis* (Pbre) e *Aequidens pallidus* (Apal). Os demais pontos amostrais com espécies em comum foram controle (ISV) e montante (ICV-M) com *Bryconops humerais* (Bhum), *Nannostomus marginatus* (Nmar) e as espécies *Bryconops inpai* (Binp), *Crenicichla inpa* (Cinp) coletados nos pontos montante e jusante o que permitiu que os pontos ficassem agrupados ao centro da figura.

Para a região de Presidente Figueiredo, a Figura 3 representa as espécies associadas aos locais das amostragens (montante, jusante e controle). PtoS1, PtoS2 e PtoS3 representam espécies sobrepostas e coletadas somente em um dos locais. PtoS1 (jusante): *Hyphessobrycon cf. agulha* (Hagu), *Moenkhausia comma* (Mcom), *Hopleritrynus unitaeniatus* (Huni), *Apistograma hippolytae* (Ahip). PtoS2 (montante): *Heros* sp. (Hsp), *Pyrrhulina semifasciata* (Psem), *Rivulus micropus* (Rmic) e *Sternopygus macrurus* (Smac); e PtoS3 (controle): *Acestrorhynchus falcatus* (Afal), *Bryconops caudomaculatus* (Bcau), *Iguanodectes variatus* (Ivar), *Hemigrammus cf. pretoensis* (Hpre), *Crenuchus spirulus* (Cpsi), *Pyrrhulina semifasciata* (Psem), *Gymnotus coropinae* (Gcor), *Crenicichla alta* (Calt), *Brachyglanis frenata* (Bfre), *Ancistrus aff. hoplogenyis* (Ahop). Entre montante e jusante apenas as espécies *Nanostomus marginatus* (Nmar) e *Pyrrhulina gr. brevis*

(Pbre) estão mais relacionadas. As espécies coletadas nos três pontos de amostragens (montante, jusante e controle) e que no gráfico se apresentam na parte superior esquerda: *Bryconops giacopinii* (Bgia), *Bryconops inpai* (Binp), *Hyphessobrycon melasonatus* (Hmel), *Pyrrhulina gr. brevis* (Pbre) e *Aequidens pallidus* (Apal).

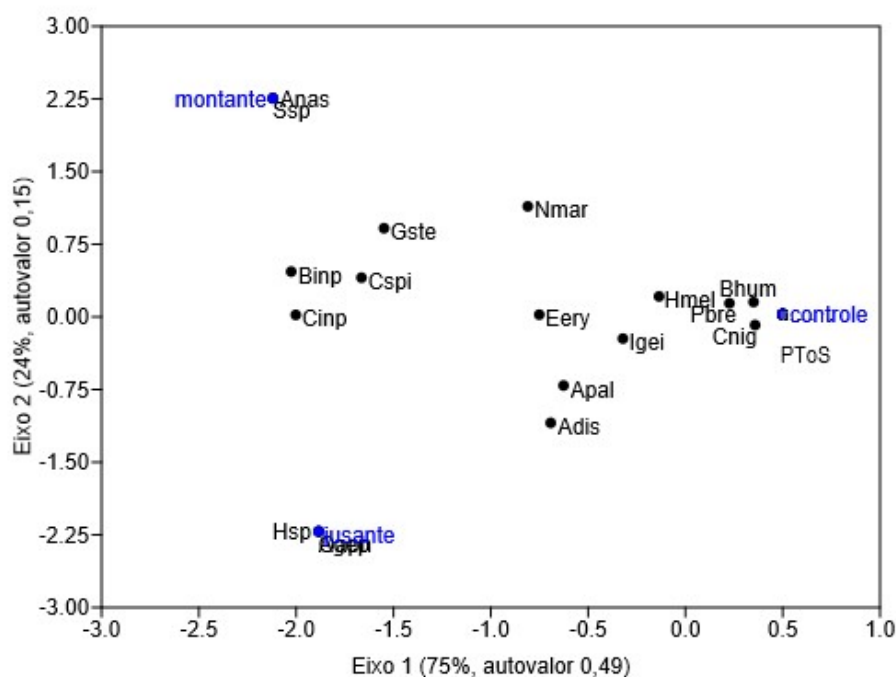


Figura 3. Análise de Correspondência dos igarapés amostrados em Novo Airão para os três pontos de coletas. PtoS: espécies sobrepostos: *Pseudanos varii* (Pvar); *Bryconops giacopinii* (Bgia); *Hemigrammus analis* (Hana); *Hemigrammus belotti* (Hbel); *Hemigrammus coeruleus* (Hcoe); *Hemigrammus vanderwinkleri* (Hvon); *Hyphessobrycon cf. agulha* (Hagu); *Elachocharax pulcher* (Epul); *Microcharacidium weitzmani* (Mwei); *Copella nattereri* (Cnat); *Nanostomus eques* (Nequ); *Pyrrhulina semifasciat* (Psem), *Laimosemion cf. romeri* (Lrom), *Rhamdia sp.* (Rsp).

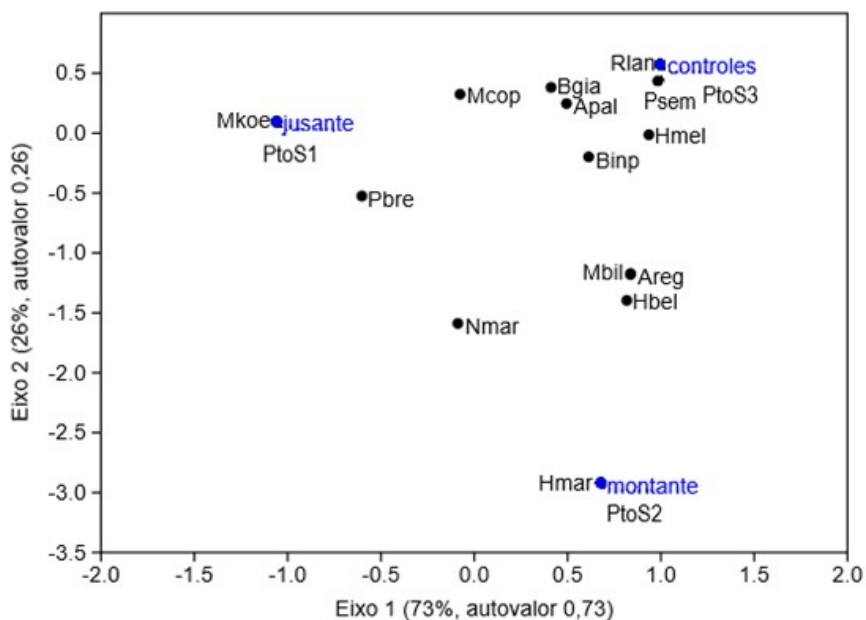


Figura 4. Análise de Correspondência dos igarapés amostrados em Presidente Figueiredo para as três condições estudadas. Para nomes das espécies ver Tabela 1. PtoS: espécies (pontos) sobrepostas: PtoS1: *Hyphessobrycon cf. agulha* (Hagu); *Moenkhausia comma* (Mcom); *Hopleritrynus unitaeniatus* (Huni); *Myoglanis koepckei* (Mkoe). PtoS2: *Heros sp.* (Hsp); *Rivulus micropus* (Rimc); *Sternopygus macrurus* (Smac). PtoS3: *Acestrorhynchus falcatus* (Afal); *Bryconops cf. caudomaculatus* (Bcau); *Iguanodectes variatus* (Ivar); *Hemigrammus cf. pretoensis* (Hpre); *Crenuchus spirulus* (Cspi); *Gymnotus coropinae* (Gcor); *Crenicichla alta* (Calt); *Brachyglanis frenata* (Bfre).

Os pontos amostrais ICV-J (jusante) em Presidente Figueiredo apresentaram uma abundância mais elevada devido a grande quantidade de *Hyphessobrycon cf. agulha* que representou mais de 70% dos exemplares capturados neste ponto. Outras duas espécies que se destacaram neste mesmo local foram *Bryconops giacopinii* e *Pyrrhulina gr. brevis* que juntas a *Hyphessobrycon agulha* somaram quase 90% do total capturado neste ponto.

3.2. Variáveis físicas e químicas e as características geoambientais dos igarapés com e sem viveiros

Em ambas as áreas de estudos os valores das médias das variáveis físicas e químicas, bem como as características geoambientais estão apresentadas na tabela 3 e 5 e nos gráficos 5 (a,b) e 6 (a,b). A tabela 3 indica os resultados destas variáveis nas áreas de estudo, não apresentando grandes variações entre os pontos de mostragens (montantes, jusantes e controles), principalmente pH, temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido para as duas áreas de estudo. As oscilações ocorreram em velocidade superficial da água e vazão média dos igarapés, mas estes estão relacionados às características de cada ambiente amostrado.

Em Novo Airão, o gráfico 5a, mostra as variáveis físicas, químicas da água e geoambientais dos igarapés sem viveiros e com os pontos a montante, ao indicar as que mais contribuíram para a variância do primeiro eixo (PC 1) foram temperatura (temp), largura média (lm), profundidade média (pf) e máxima (pm), velocidade superficial (vs) e vazão média (vz). Para o segundo eixo (PC2) as que contribuíram para a variância foram pH, condutividade elétrica (cond), nitrato (nitra), fósforo total (ft) e sólidos totais em suspensão (st). O gráfico 5b, mostra as variáveis dos igarapés sem viveiros e com os pontos a jusante e indicaram que as que mais contribuíram para a variância do primeiro eixo (PC 1) foram nitrito (nitri), ortofosfato (orto), sólidos totais em suspensão (sts), largura média (lm), profundidade média (pf) e máxima (pm).

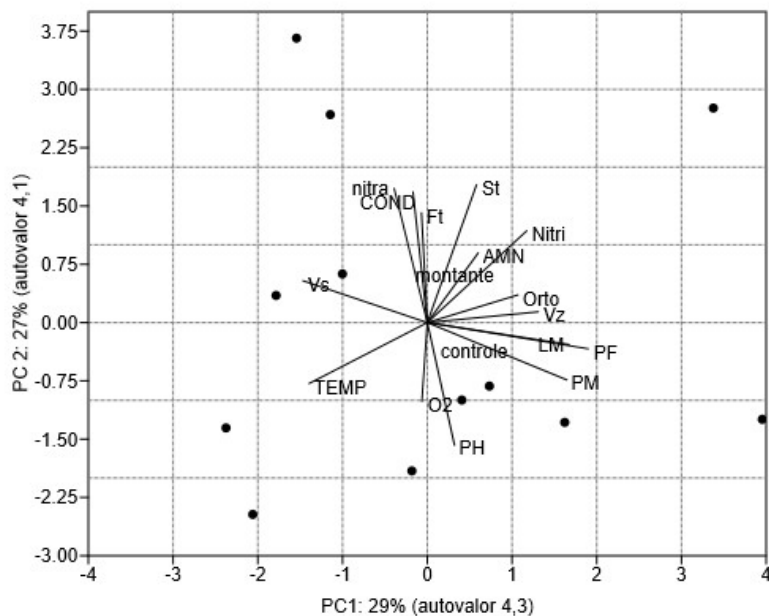
Em Presidente Figueiredo, o gráfico 6a, mostra as variáveis físicas, químicas e geoambientais dos igarapés sem viveiros e com os pontos a montante, ao indicar as que mais contribuíram para a variância do primeiro eixo (PC 1) foram temperatura (temp), condutividade elétrica (cond), nitrato (nitra), nitrito (nitri), fósforo total (ft), ortofosfato (orto). Para o segundo eixo (PC2) as que contribuíram para a variância foram pH, largura média (lm), profundidade média (pf) e máxima (pm). O gráfico 6b, mostra as variáveis dos igarapés sem viveiros e com os pontos a jusante ao indicar as que mais contribuíram para a variância do primeiro eixo (PC 1) foram nitrato (nitra), fósforo total (ft), ortofosfato (orto), largura média (lm), profundidade média (pf) e máxima (pm).

Tabela 3. Resultados dos valores médios e percentuais das variáveis físicas e químicas e características geoambientais e tipo dos substratos (F.O.%) das áreas de estudo (Novo Airão e Presidente Figueiredo) e nos locais amostrados (igarapés com e sem viveiros).

		Novo Airão															Tipos de substratos (%)									
		pH	TEMP (°C)	COND (μ S/cm-1)	O2 (mg/L)	AMN (mg/L)	Nitra (mg/L)	Nitri (mg/L)	FT (mg/L)	Orto (mg/L)	Sts (mg/L)	LM (m)	PF (m)	PM. (m)	VS (m)	Vz (m/s)	AR	AG	LT	LF	TR	MA	RA	SE	RO	
ICV-M	média	4,39	27,65	14,03	5,34	0,04	0,06	0,01	0,04	0,02	0,03	1,65	0,19	0,44	18,58	0,04	53	3	63	-	-	-	16	-	-	
montante	DP	0,31	2,17	6,07	0,98	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	4,09	0,17	0,28	9,36	0,02	23	-	37	-	-	-	9	-	-	
ICV-J	média	4,58	28,10	12,74	4,52	0,04	0,06	0,00	0,04	0,02	0,04	1,76	0,25	0,255	19,60	0,07	36	-	41	3	-	-	25	-	2	
jusante	DP	0,28	2,05	6,81	1,11	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,13	0,13	0,09	28,36	0,07	24	-	44	-	-	-	14	-	-	
ISV	média	4,50	27,35	15,38	5,28	0,03	0,04	0,00	0,02	0,02	0,02	2,17	0,26	0,365	15,80	0,09	51	-	47	0,75	-	-	17	-	-	
Sem viveiros	DP	0,44	0,83	3,26	1,08	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	1,07	0,12	0,16	5,17	0,1	18	-	29	1	-	-	14	-	-	
		Presidente Figueiredo																								
ICV-M	média	4,89	25,30	12,73	5,48	0,00	0,14	0,02	0,02	0,01	0,07	3,58	0,32	0,62	13,62	0,07	25	-	26	30	10	7	8	-	39	
montante	DP	0,60	0,34	5,76	0,44	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,04	1,81	0,25	0,42	8,46	0,09	18	-	18	23	8	6	5	-	-	
ICV-J	média	4,46	25,30	12,68	6,17	0,00	0,09	0,01	0,04	0,02	0,13	2,42	0,24	0,38	15,19	0,07	34	7	17	17	6	-	21	44	19	
jusante	DP	0,66	0,78	5,70	2,96	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	0,08	2,17	0,16	0,24	3,33	0,10	28	1	11	8	-	-	11	-	-	
ISV	média	5,28	26,75	10,43	5,68	0,00	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	4,76	0,50	0,68	18,37	0,19	35	9	30	3	7	-	6	13	39	
Sem viveiros	DP	0,26	0,74	3,42	0,71	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	1,13	0,20	0,32	23,46	0,48	15	5	17	-	3	-	3	13	39	

*TEMP: temperatura; COND: Condutividade elétrica; O2: oxigênio dissolvido; AMN: nitrogênio amoniacal; Nitra: nitrato; Nitri: Nitrito; FT: Fosforo total; Orto: Ortofosfato; SST: Sólidos totais em suspensão (Sts); LM: Largura média; PF: Profundidade média; PM: Profundidade máxima; VS: Velocidade média superficial; Vazão média; AR: areia; AG: argila; LT: liteira; LF: liteira fina; TR: tronco; MA: Macrófitas; RA: raízes; SE: seixo; RO: rocha.

5a)



5b)

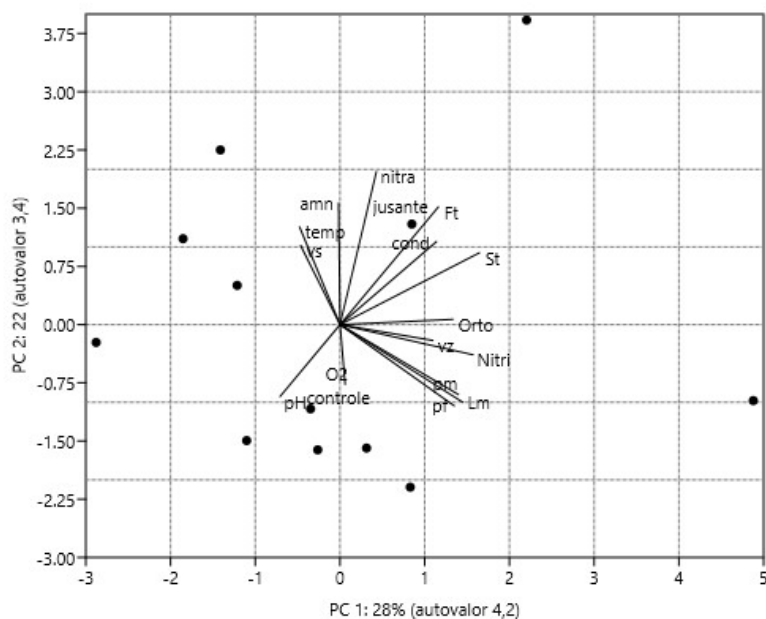
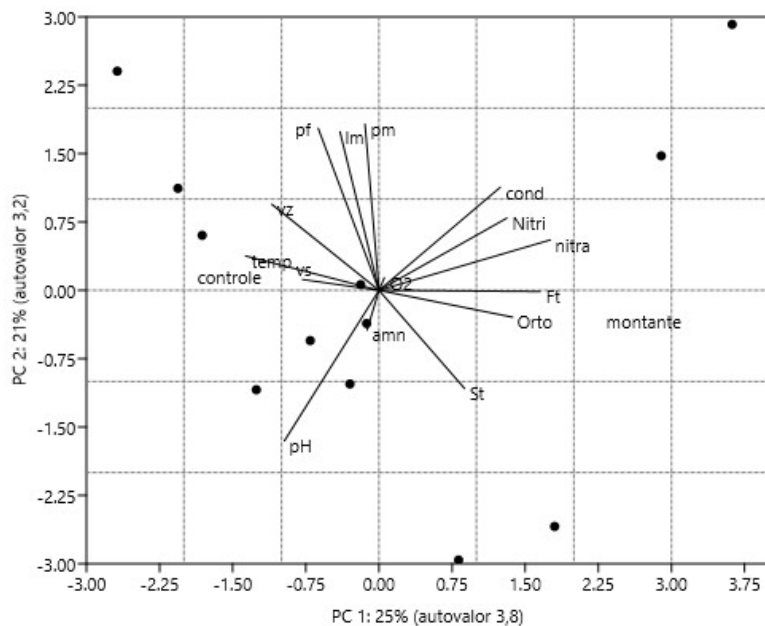


Figura 5. Ordenação biplot pela análise de componentes principais (PCA) das variáveis físicas e químicas e das características geoambientais amostradas em Novo Airão. 5a) Amostras comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a montante ; 5b) Amostras comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a jusante. Im: Largura média; pf: Profundidade média; pm: Profundidade máxima; vs: Velocidade média superficial; vz: Vazão média; O₂: oxigênio dissolvido (mg/L); temp: temperatura (°C); cond: condutividade elétrica (μS/cm-1); orto: Ortofósforo (mg/L); Pt: Fósforo total (mg/L); St: sólidos totais em suspensão (mg/L).

6a)



6b)

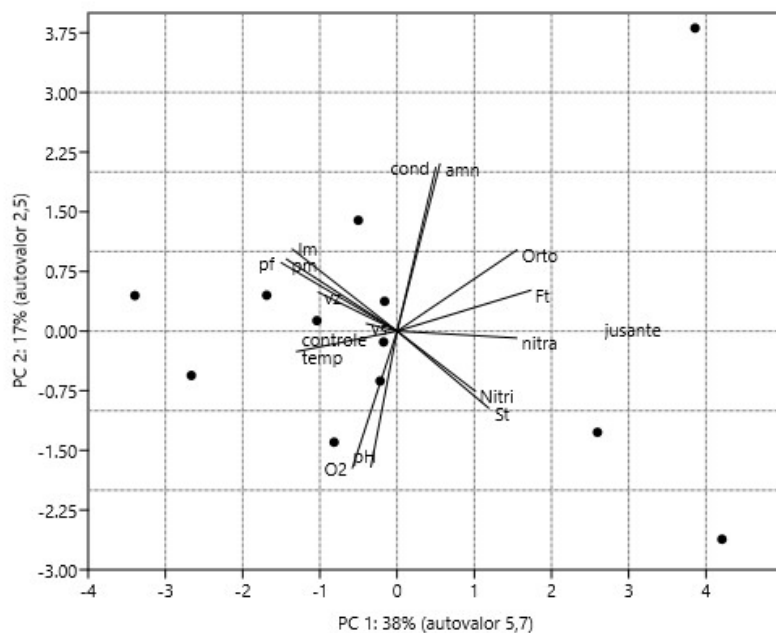


Figura 6. Ordenação biplot pela análise de componentes principais (PCA) das variáveis físicas e químicas e das características geoambientais amostradas em Presidente Figueiredo. 6a) Amostras comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a montante ; 6b) Amostras comparando as variáveis dos igarapés sem viveiros com os pontos a jusante. Im: Largura média; pf: Profundidade média; pm: Profundidade máxima; vs: Velocidade média superficial; vz: Vazão média; O₂: oxigênio dissolvido (mg/L); temp: temperatura (°C); cond: condutividade elétrica (µS/cm-1); orto: Ortofosfato (mg/L); Pt: Fosforo total (mg/L); St: sólidos solúveis totais (mg/L).

Tabela 4. Resultados da análise de componentes principais nos dois primeiros eixos calculados para as variáveis físicas e químicas e características geoambientais dos igarapés das áreas de estudo. Em destaque os valores de loadings ou “peso” das variáveis mais representativas para cada eixo.

	Novo Airão				Presidente Figueiredo			
	ICV-M e ISV		ICV-J e ISV		ICV-M e ISV		ICV-J e ISV	
	(montantes e sem viveiros)		(jusantes e sem viveiros)		(montantes e sem viveiros)		(jusantes e sem viveiros)	
	CP 1	CP2	CP 1	CP2	CP 1	CP2	CP 1	CP2
pH	0,074	-0,367	-0,167	-0,219	-0,235	-0,401	-0,075	-0,379
Temperatura	0,325	0,182	-0,113	0,298	-0,332	0,091	-0,288	-0,057
Condutividade	-0,039	0,391	0,269	0,253	0,302	0,274	0,111	0,456
Oxigênio	-0,015	-0,236	0,014	-0,181	0,013	0,032	-0,128	-0,382
Amônia	0,139	0,208	-0,003	0,370	-0,029	-0,105	0,123	0,466
Nitrato	-0,091	0,401	0,101	0,467	0,426	0,134	0,343	-0,019
Nitrito	0,273	0,275	0,372	-0,092	0,318	0,192	0,225	-0,168
Fosforo total	-0,015	0,329	0,275	0,359	0,401	-0,003	0,383	0,113
Ortofosfato	0,248	0,083	0,315	0,016	0,332	-0,071	0,344	0,226
Sólidos s. totais	0,135	0,412	0,390	0,219	0,213	-0,261	0,263	-0,211
Largura média	0,389	-0,065	0,343	-0,237	-0,097	0,422	-0,301	0,228
Profundidade média	0,442	-0,078	0,319	-0,248	-0,151	0,431	-0,333	0,191
Profundidade máxima	0,383	-0,171	0,331	-0,213	-0,034	0,442	-0,318	0,200
Velocidade superficial	-0,341	0,125	-0,109	0,241	-0,190	0,028	-0,087	0,020
Vazão média	0,304	0,032	0,259	-0,048	-0,266	0,229	-0,226	0,108
Variância (%)	29,2%	27,3%	28,3%	22,7%	25,6%	21,9%	38,1%	17%
Variância total	56,5%		51%		47,5%		55,1%	

Quanto aos tipos de substratos amostrados estavam presentes: areia, liteira, raízes. Novo Airão apresentou uma média de três tipos de substratos enquanto que Presidente Figueiredo apresentou média de cinco tipos de substrato por local amostrado. Durante as amostragens não detectamos a presença de substratos como tronco, macrófitas aquáticas e seixo em Novo Airão.

3.3. Os efeitos dos igarapés com e sem piscicultura sobre as variáveis físicas e químicas da água, características geombientais e a ictiofauna local

Os índices evariáveis utilizados para a realização da PERMANOVA nos pontos amostrados em Novo Airão e Presidente Figueiredo, para as duas condições dos igarapés com e sem viveiros, são apresentados na Tabela 5. Apenas o valor da análise de Permanova dos igarapés de Presidente Figueiredo para os locais montantes e sem viveiros que evidenciam uma variação no efeito entre as variáveis e os índices das comunidades de peixes ($P < 0,05$). Entretanto, o teste de Mantel não evidenciou a existência de correlação entre as variáveis e os índices analisados nos pontos montante (ICV-M) e ISV (igarapés sem viveiros) ($r = -0,41$, $p = 0,96$, a partir de 9999 permutações), não comprovando a hipótese alternativa de efeitos das pisciculturas sobre os igarapés amostrados, refutando assim, as detecções da PERMANOVA.

Tabela 5. Análise PERMANOVA realizada a partir de parâmetros de riqueza e diversidade e escores mais representativos das variáveis físicas e químicas e características geoambientais.

	Condição	SQT	SQD	F	p
NA	ICV-M (montante) e ISV	1,066	0,986	0,807	0,485
	ICV-J (jusante) e ISV	1,066	0,998	0,675	0,589
PF	ICV-M (montante) e ISV	1,122	0,713	5,735	0,003
	ICV-J (jusante) e ISV	0,927	0,761	2,185	0,108

*SQT: soma total dos quadrados; SQD: soma dos quadrados dentro

4. Discussão

4.1. A ictiofauna natural e os igarapés com e sem viveiros

Com base nas capturas realizadas podemos descrever que a riqueza e abundância das espécies coletadas nos igarapés foram similares a alguns estudos realizados em igarapés da Amazônia como exemplo, Bührnheim e Cox-Fernandes, 2003 (22 espécies); Dias et al., 2009 (32 espécies); Santos et al., 2015 (13 espécies) e outros estudos como número de espécies superior (MENDONÇA et al., 2005; ARAÚJO et al., 2009; BARROS et al., 2013) e conseguindo a média de variação de 4 a 6 espécies por igarapé amostrado. No entanto, quando comparamos a riqueza dos ambientes sem alteração (sem viveiros) com os alterados (com viveiros) verificamos que nos igarapés sem viveiros a riqueza foi maior tanto em Presidente Figueiredo quando em Novo Airão, porém não podemos descrever e nem afirmar que a construção dos viveiros poderiam estar influenciando na composição das comunidades dos peixes dos locais amostrados, pois segundo Kemenes;Forsberg (2014) e Vannote (1980), essa diferença de composição pode estar associada à limitações ecológicas e táticas alimentares de cada espécie ao longo do gradiente longitudinal do igarapé.

Em todos igarapés amostrados as espécies *A. pallidus*, *H. melazonatus*, *P. brevis*, estavam presentes e segundo estudo de Anjos (2007) descreve que estes são indicativos de ausência de poluição ou baixo impacto antrópico. Ao contrário, espécies pertencentes às famílias Poeciliidae, Heptapteridae e Loricariidae são indicadoras de poluição ou de urbanização de ecossistemas aquáticos, pois toleram variações e impactos ambientais (DAGA et al., 2012). Apesar de ter identificados exemplares pertencentes a estas famílias não podemos afirmar que está ocorrendo algum tipo de impacto, uma vez que foram poucas espécies e indivíduos coletados destas famílias. Felipe;Súarez (2010) relataram que riachos com interferência antrópica possuem os índices de riqueza e equitabilidade reduzidos indicando perturbação ambiental, pois ocorre perda de algumas espécies nativas e aumento de espécies tolerantes.

As espécies *C. nigrofasciata*, *C. nattereri*, *C. spirulus* foram coletadas em maior abundância nos locais sem viveiros e pouco presentes ou ausentes nos locais com viveiros o que reforça a ideia do autor acima que indicam o estado e qualidade de conservação dos igarapés. Para as espécies que ocorreram em apenas um dos

locais amostrais, *Gnathocharax steindachneri*, *Iguanodectes variatus*, *Moenkhausia copei*, por podemos supor que essas diferenças possam ser naturais, ou seja, vantagem da espécie em explorar o meio de forma a maximizar o consumo de energia (SMITH et al., 1997; VANNOTE, 1980) e onde esta característica pode influenciar no processo de dispersão das espécies (VANNOTE, 1980), além disso, uma adaptação às mudanças ambientais (ESPÍRITO-SANTO et al., 2011).

Os siluriformes foram pouco representativos nas coletas em ambas as áreas de estudos, bem como os Gymnotiformes com quatro representantes em Novo Airão e nenhum representante coletado em Presidente Figueiredo e descrevemos que a ausência de representantes e indivíduos destes grupos podem estar associado ao tipo de metodologia de coleta que foi incompleta, pois não foram utilizados detectores de pulsos elétricos para facilitar a localização dos campos elétricos dos Gymnotiformes (MENDONÇA et al., 2005) e assim dificultando a captura de representantes desta ordem e além disto, Anjos (2005) reforçou que são necessários 100 metros de amostragens em igarapés para que a representatividade da coleta (riqueza) seja significativa e que esta riqueza está diretamente relacionada ao esforço amostral (ANJOS;ZUANON, 2007).

Assim, como em outros estudos sobre ictiofauna em igarapés da Amazônia podemos descrever que a riqueza, abundância e diversidade estão associadas a diferentes fatores como metodologia de coleta, esforço amostral, formação geológica da região (Formação Alter do Chão) e sazonalidade (RIBEIRO;ZUANON, 2006; ANJOS;ZUANON, 2007; ESPÍRITO-SANTO et al., 2017). Outros fatores que podem influenciar na diversidade, riqueza e abundância segundo Veira;Shibatta (2007) são os igarapés com ou sem impactos antrópicos e estes autores descrevem para os locais com alterações antrópicas podem modificar as variações limnológicas e com isso influenciar na presença ou ausência de espécies. Mesmo com as variações apresentadas não podemos descrever que as pisciculturas de canais de igarapés influenciam nas comunidades de peixes e também não podemos afirmar que estas comunidades estão suportando estes pequenos distúrbios ambientais. Mesmo assim, descrevemos que se ocorrer aumento da atividade de piscicultura sem qualquer controle, por exemplo, aumento no número de viveiros por igarapé e ainda faltar o gerenciamento destes efluentes, estes distúrbios ou modificações físicas podem alterar tanto a estrutura das comunidades de organismos aquáticos quanto

os cursos naturais dos igarapés ao longo do tempo (CREPALDI et al., 2006; FELIPE; SÚAREZ, 2010).

4.2. Os efeitos dos igarapés com e sem viveiros sobre as variáveis físicas e químicas, características geoambientais e a ictiofauna local

As comunidades de peixes de igarapés possuem forte relação com as variáveis geológicas e geoambientais (MENDONÇA et al., 2005). Com os resultados obtidos pelas análises de componentes principais realizadas tanto para Novo Airão quanto para Presidente Figueiredo e nas condições analisadas, as variáveis mais representativas foram temperatura, condutividade, nitrato, fósforo e compostos e sólidos solúveis totais. Estudos como de Toledo;Nicolella (2002) descrevem que estas podem ser indicativos de alterações do ecossistema aquático com a ajuda de poluição por despejo de resíduos domésticos, industriais ou agrícolas e assim, mudanças e deterioração da qualidade da água. Porém, não podemos descrever que esteja ocorrendo modificações ambientais nos igarapés estudados e nem algum tipo de alteração devido a construção dos viveiros para criação, pois para os ambientes aquáticos amazônicos alterações se tornam perceptíveis quando ocorrem mudanças nas suas características como visão ou olfato (SILVA et al., 2013), fatores que não estavam ocorrendo nos locais. Neste estudo, as amostras de águas coletadas apresentaram aspectos típicos de águas límpidas e pobres em material dissolvido (HORBE et al., 2005; DARWICH et al., 2005), no qual são fortemente influenciados pelos processos geoquímicos da região e pluviosidade (LEMKE;SÚAREZ, 2013).

Outros fatores representativos e ligados não somente a questões limnológicas como também as características ambientais foram largura média e as profundidades médias e máxima podemos descrever que são fatores que possuem relação na estrutura das comunidades de peixes de igarapé (MENDONÇA et al., 2005; BARROS et al., 2013) e juntos com os substratos mais frequentes areia, liteiras e raízes formam uma diversidade de microhabitats que são determinantes para algumas famílias de peixes e constituem elementos de abrigo e alimentação para diversos animais aquáticos (BÜHRNHEIM;COX-FERNANDES, 2003). Complementando, Mortati (2004) encontrou maiores índices de colonização em bancos de remansos (70%) do que nos bancos nas correntezas (~30%), ou seja,

ainda assim, são importantes a vazão e a velocidade da água dos igarapés e que podemos descrever que este conjunto de fatores e características são importantes para a heterogeneidade dos ambientes aquáticos amazônicos.

As mudanças nas características limnológicas e ambientais podem afetar diretamente as comunidades de organismos aquáticos dos igarapés, principalmente a de peixes (CARVALHO;TEJERINA-GARRO, 2015) e todos estes estão diretamente ligadas ao impacto ambiental e quando abordamos sobre qualidade da água de igarapés amazônicos e seus parâmetros precisamos levar em consideração as características geomorfológicas dos locais e os ciclos anuais que são importantes na distribuição de íons e gases dissolvidos na coluna d'água (DARWICH et al., 2005, QUEIROZ et al., 2009; HORBE et al., 2005), além de fatores ligados ao aumento do volume de água durante o período das chuvas amazônicas que podem aumentar o material alóctone e a carga de nutrientes que alimenta todo o ecossistema amazônico e com isto camuflar um possível alteração nos ambientes.

Tendo em vista que as pisciculturas são consideradas ações antrópicas de alto impacto ambiental devido lançamento de efluentes teoricamente isso levaria a uma quantidade de sólidos dissolvidos na água e assim modificações na variável a condutividade elétrica (TERRA et al., 2010), porém os valores encontrados forma baixos (10 a 15 uS/cm-1). O que podemos descrever que nestes igarapés o lançamento de sólidos solúveis, não estava influenciando e nem alterados as características naturais dos locais. As leis brasileiras não mencionam o nível de CE para ambiente impactado, porém, em geral valores superiores a 100uS/cm indicam ambientes impactados (VAZ et al., 2017). Em estudos realizados por Melo et al. 2005 em igarapés com alta alta influência antrópica próximos a Manaus estes encontraram níveis de CE acima de 140 uS.cm-1.

Os grupos nitrogenados são também variáveis preocupantes quando descrevemos de piscicultura. A amônia foi representativa em todos os locais segundo as análises de PCA. No entanto, Presidente Figueiredo apresentou valores que ficaram abaixo do limite de detecção para as análises realizadas na maioria dos igarapés (0,00 mg/L) e somente em dois igarapés (um a montante e outro a jusante) apresentaram valores em torno de 0,035 mg/L. Em Novo Airão, os valores ficaram entre 0,012 a 0,055 mg/L e mesmo com estes valores não podemos afirmar que esteja ocorrendo degradação ambiental ou ação antrópica causada pelos viveiros,

uma vez que estudos complementares ao longo do gradiente do igarapé são necessários para descrever se modificações possam estar acontecendo, além disso, os grupos nitrogenados quando alterados podem alterar a densidade do oxigênio dissolvido do meio, o qual se houver aumento da amônia o crescimento dos peixes pode ser afetado (TRUSSEL, 2011; CARDOSO et al., 2014).

Para fósforo total que se apresentou representativo nos locais de estudos segundo as PCAs, podemos afirmar que esta variável limitante pode ser responsável pela eutrofização de ecossistema como lagoas e rios, já em viveiros causar a mortandade de peixes (KLEIN;AGNE, 2012) e juntamente com o ortofosfato estes também podem indicar excesso de quantidade de alimentos ofertado aos peixes (KUBITZA, 2003; RAMOS et al., 2010). Embora, as análises não apontam para eutrofização dos ambientes estudados se faz necessários estudos mais amplos nas áreas adjacentes ao igarapés, pois os valores destas variáveis podem estar ligadas as áreas agrícolas próximos ou áreas de esgoto sendo despejados inadequadamente nos igarapés (GUEDES et al., 2012).

Quanto aos valores para oxigênio dissolvido aferidos a montante estes ficaram acima do limite médio de 5,0 mg/L, recomendado pela Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005, porém essa variável está diretamente ligada à velocidade da correnteza de áreas de corredeira que são comuns em Presidente Figueiredo e igarapés que resultam em boa oxigenação ao longo do ano. Com relação aos valores de temperatura os seus valores foram maiores nos ambientes a jusante e nos igarapés sem viveiros em Novo Airão, sendo que a média em todas as condições foi similar a encontrada por Arbeláez-Rojas et al., (2002) e mesmo com pouca diferença os valores se enquadram na Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005, no art. 34 das condições e padrões de lançamento de efluentes que se refere que os efluentes deverão ter temperaturas inferiores a 40°C. Inclusive, estes os valores da temperatura para todos os pontos amostrados estão abaixo dos trabalhos realizados próximos a cidade de Manaus e em águas pretas (QUEIROZ et al., 2009 e DARWICH et al., 2005).

Além das variáveis da água e geoambientais analisadas outro fator preocupante com a implementação de uma piscicultura em um igarapés é o desmatamento das florestas ripárias aos igarapés. As florestas ripárias são importantes para todo o bioma Amazônico e um componente essencial para as

comunidades de peixes, uma vez, que estes se mostram dependentes do fornecimento de alimentos (plantas, sementes e insetos), bem como acrescentam uma disponibilidade de habitats. A ausência de mata ripária pode influenciar na estrutura trófica das comunidades locais e por consequência na estrutura e composição das comunidades dos peixes locais, podendo levar ao longo de tempo a uma homogeneização funcional da ictiofauna (BORDIGNON et al., 2015; TERESA et al., 2015; CARVALHO;TEJERINA-GARRO, 2015). Leitão (2015) enfatizou que a remoção das matas ripárias aumenta a vegetação submersa e com isso, pode levar à redução da regularidade funcional das assembléias e alterações na estrutura dos leitos dos riachos e na identidade funcional das assembléias, sendo as fragmentações das matas podendo reduzir a amplitude dos nichos ocupados e homogeneização funcional das assembléias locais.

Com os dados e resultados obtidos podemos descrever também, que não encontramos robustes estatística para afirmar ou não que os fatores abordados neste trabalho causam alguma alteração ou degradação ambiental derivada da criação de peixes em canais de igarapé. Os impactos das pisciculturas sobre os ecossistemas são constantemente abordados em diversos estudos (BOYD;MASSAUT, 1999; COLE et al., 2009; SILVA et al., 2013), porém Emirkolaie (2008) aborda que efluentes de piscicultura com poluentes podem afetar a qualidade da água, porém com efeitos não significativos e que não causam impacto no ecossistema aquático. Mas evatizamos que o gerenciamento da água e a gestão de insumos são fatores primordiais para a melhoria das pisciculturas para que estas se tornem um sucesso empresarial (CREPALDI et al., 2006; EWOUKEM et al., 2012). Diversos autores reforçam que a diversificação de produção e reuso dos efluentes de pisciculturas podem contribuir com a viabilidade econômica positiva aliada a sustentabilidade ambiental (JERÔNIMO et al. 2016; NASCIMENTO et al., 2016; LEITÃO et al., 2011).

5. Considerações finais

Com os resultados analisados podemos concluir que os dados não foram suficientes para afirmar que as pisciculturas de canais de igarapé estejam realizando algum tipo de distúrbio ou alteração ambiental nos igarapés estudados. Os locais de coletas apresentaram riqueza e abundância específicas e diferentes, porém essas diferenças podem estar associadas às condições naturais dos igarapés. Complementar a isso, amostragens em trechos amostrais acima de 50 metros serão necessários, afim de poder afirmar se os viveiros estariam influenciando na ictiofauna local.

Para as análises ambientais e limnológicas não sofreram mudanças ou alguma alteração em função da construção dos viveiros, nem quando comparamos os locais amostrados, ou a outras literaturas. Outro fator que pode ter influenciado para não ter sido percebido variações seriam as coletas pontuais que poderiam ter influenciado nos valores das variáveis, sendo necessário um avaliação das medições ao longo do dia. Porém, como se trata de atividade de criação em igarapés, sempre deverá ser tomados devidos cuidados, pois as grandes áreas próximas aos viveiros (mata riparia, margem e substratos) são removidas e isso sempre é prejudicial às comunidades em geral.

Não encontramos robustes estatística para afirmar ou negar que existem efeitos ou não entre as variáveis analisadas e a comunidade de peixes naturais dos igarapés em função da criação de peixes nos leitos dos igarapés e com isso, não temos como responder a pergunta deste trabalho com os dados e análises apresentadas, sendo necessários estudos complementares para responder.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio financeiro por meio do Edital Universal. E ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Presidente Figueiredo (IFAM CPRF) pelo apoio e suporte para execução do projeto; à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo apoio no Laboratório de Limnologia e Qualidade Água e ingresso no programa de pós graduação. Agradecemos também à CAPES pelo bolsa de doutorado de SMS. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

7. Referências bibliográficas

- AFFONSO, G.E.; Brasil, E.M.; Souza, R.T.Y.B.; Ono, E.A. 2012. Criação de Matrinchã (*Brycon amazonicus*) em canais de igarapé no Alto Rio Negro, AM. In: *Projeto Fronteira: Desvendando as fronteiras do conhecimento na região Amazônica do Alto Rio Negro*. Editores: Luiz A.G.de Souza e Eloy G. Castellón. INPA.
- AMIRKOLAIE, A. Keramat. 2008. Environmental impact of nutrient discharged by aquaculture waste water on the Haraz River. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 3 (5): 275-279.
- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*. 26: 32–46.
- ANDERSON, M.J.; Walsh, D.C.I. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the of heterogeneous dispersions: What null hypothesis are you testing ?. *Ecological Monographs*, 83(4): 557-574.
- ANJOS, H. D. B. 2007. Efeitos da fragmentação florestal sobre as assembléias de peixes de igarapés da zona urbana de Manaus, Amazonas. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA / Universidade Federal do Amazonas (UFAM). 114p.
- ANJOS, M.B. e Zuanon, J. 2007. Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 5(1): 45-52.
- ARAÚJO, T.R.; Cella-Ribeiro, A.; Doria, C.R.C.; Torrente-Vilara, G.T. 2009. Composition and trophic structure of the ichthofauna from a stream downriver from Santo Antonio Falls in the Madeira River, Porto Velho, RO. *Biota Neotrop.*, (9) 3: 21-29.
- ARBELÁEZ-ROJAS.G.A.; Fracalossi, D.M.; Fim, J.D.I. 2002. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 31, n.3, p: 1059-1069.
- BARROS, DF.; Albernaz, ALM., Zuanon, J.; Espirito Santo, HMV., Mendonça, F.P. and Galuch, A.V. 2013. Effects of isolation and environmental variables on fish community structure in the Brazilian Amazon Madeira-Purus interfluve. *Braz.J.Biol.*, vol.73, n°3, p.491-499.
- BORDIGNON, C.R.; Casatti, L.; Pérez-Mayorga, m.A.; Teresa, F.B.; Brejão, G.L. 2015. Fish complementarity is associated to forests in Amazonian streams. *Neotropical Ichthyology*, 13 (3): 579-590.

BOYD, C.E. and Massaut, L. 1999. Risks associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquacultural Engineering*. 20: 113-132.

BÜHRNHEIM, Cristina M. and Cox-Fernandes, Cristina. 2003. Structure of fish assemblages in Amazonian rian-forest effects of habitats and locality. *Copeia*, nº2: 255-262.

CARDOSO, I.L.; Rezende, M.P.G.; Paiva, B.A.F.; Ramires, G.G. 2014. Relação dos parâmetros limnológicos com a estrutura ictiológica de uma lagoa localizada em área urbana no ecótono cerrado/Pantanal. *Revista Eletrônica de Biologia (REB)*. Volume 7 (4): 357-370.

CARVALHO, R.A. and Tejerina-Garro, F.L. 2015. The influence of environmental variables on the structure of headwater stream fish assemblages: a study of two tropical basins in Central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 13 (2): 349-360.

COLE, D.W.; Cole, R.; Gaydos, S.J.; Gray, J.; Hyland, G.; Jacques, M.L.; Powell-Dunford, N.; Sawhney, C.; Au, W.W. 2009. Aquaculture: Environmental, toxicological, and health issues. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 212: 369-377.

CPRM – Companhia de pesquisa de recursos minerais. 1998. Situação fundiária do município de Presidente Figueiredo – AM. Programa de Integração Mineral em municípios da Amazônia. Primaz de Presidente Figueiredo. 26p.

CREPALDI, D.V.; Teixeira, E.A.; Faria, P.M.C.; Ribeiro, L.P.; Melo, D.C.; Carvalho, D.; Sousa, A.B.; Saturnino, H. M. 2006. Sistemas de produção na piscicultura. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. Belo Horizonte, V.30, n.3/4, p.86-99.

DAGA, V.S.; Gubiani, E.A.; Cunico, A.M.; Baumgartner, G. 2012. Effects of abiotic variables on the distribution of fish assemblages in streams with diferente anthropogenic activities in Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 10 (3): 643-652.

Darwich, A.J.; Aprile, F.M.; Robertson, B.A. 2005. Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaço-temporal de águas pretas amazônicas. In: *Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio negro, Amazônia Central*. Organizadores: E.N. Santos-Silva; F.M. Aprile; V.V. Scudeller; S. Melo. Editora INPA, Manaus.

DIAS, M.S.; Magnusson, W.E. and Zuanon, J. 2009. Effects of reduced-impact logging on fish assemblages in Central Amazonia. *Conservation Biology*. Volume 24, n.1. 278-286.

ESPIRITO-SANTO, H.M.V.; Magnusson, W.E.; Zuanon, J.; Emílio, T. 2011. Short-term impacts of fish removal from small Amazonian forest atreams. *Biotropica*. 43 (5): 529-532.

ESPIRITO-SANTO, H.M.V.; Rodríguez, M.A.; Zuanon, J. 2017. Strategies to avoid the trap: stream fish use fine-scale hydrological cues to move between the stream channel and temporary pools. *Hydrobiologia*. Volume 792, Issue 1, pp 183-194.

EWOUKEM, T.E.; Aubin, J.; Mikolasek, O.; Corson, M.S.; Tomedi Eyango, M.; Tchoumboue, J.; Van der Werf, H.M.G.; Ombredane, D. 2012. Environmental impacts of farms integrating aquaculture and agriculture in Cameroon. *Journal of Cleaner Production*. 28: 208-214.

FELIPE, T.R.; Suárez, Y.R. 2010. Caracterização e influência dos fatores ambientais nas assembleias de peixes de riachos em duas microbacias urbanas, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropical*. Vol.10, n.2. 143-151.

FIM, J.D.I.; Guimarães, S.F.; Filho, A.S.; Bobote, A.G.; Filho, G.R.N. 2009. *Manual de criação de matrinhã (Brycon amazonicus) em canais de igarapé*. Editora INPA. Manaus-Amazonas. 48p.

FREDERICO, R.G.; Marco Jr, P.; Zuanon, J. 2014. Evaluating the use of macroscale variables as proxies for local aquatic variables and to model stream fish distributions. *Freshwater Biology*. 59: 2303-2314.

GUEDES, H.A.S.; Silva, D.D.; Elesbon, A.A.A.; Ribeiro, C.B.M.; Matos, A.T.; Soares, J.H.P. 2012. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental*. V.16.n.5. p.558-563.

HORBE, Adriana M.C.; Gomes, L.F.; Miranda, Sebastião F.; Silva, Maria do S.R. 2005. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. *Acta Amazonica*. Vol 35 (2): 119-124.

HORBE, A.M.C. e Oliveira, L.G. de Souza. 2008. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. *Revista Acta Amazonica*. Vol. 38 (4): 753-760.

JERÔNIMO, M.K.; Gomes, M.B.; Sousa, C.E.; Brito, T.O.S.; Alvarenga, E.M. 2016. Perspectivas de viabilidade econômica e ambiental: Integração entre a piscicultura e fruticultura irrigada em São João do Piauí (PI). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. V.11, n°5, p.103-109.

KEMENES, A.; Forsberg, BR. 2014. Factors influencing the structure and spatial distribution of fishes in the headwater streams of the Jaú River in the Brazilian Amazon. *Braz. J. Biol.*, vol.74, n°3 (suppl.). 23-32p.

KLEIN, C.; Agne, S.A.A. 2012. Fósforo: de nutriente á poluente!. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. 8 (8): 1713 -1721.

KUBITZA, F. 2003. *Qualidade da água no cultivo de eixes e camarões*. 1° edição. 229p. ilustradas.

LEAL, C.G.; Pompeu, P.S.; Gardner, T.A.; Leitão, R.P.; Hughes, R.M. Kaufmann, P.R.; Zuanon, J.; Paula, F.R.; Ferraz, S.F.B.; Thomson, J.R.; Nall, R.M.; Ferreira, J.; Barlow, J. 2016. Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. *Landscape Ecol.* Volume 31, Issue 8, pp 1725-1745.

Leitão, R. P. 2015. *Estrutura funcional e conservação de assembléias de peixes de riachos na Amazônia Brasileira*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. 164p.

LEITÃO, R.C.; Cavalcante, R.R.R.; Ribeiro, E.M.; Claudino, R.L.; Maciel, N.M.; Rosa, M.F. 2011. Reúso da água da despesca na produção de camarão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.15, n.12, p. 1314-1320.

LEMKE, A.P. and Suárez, Y. R. 2013. Influence of local and landscape characteristics on the distribution and diversity of fish assemblages of streams in the Ivinhema River basin, Upper Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol.25, n.4, p.451-462.

LIMA, L.B.; Oliveira, F.J.M.; Giacomini, H.C.; Lima-Junior, Dilermando. 2016. Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. *Reviews in Aquaculture*. 0, 1-12.

LORION, C. M.; Kennedy, B. P. 2009. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. *Ecological Applications*, 19(2): 468 – 479.

Macedo, C. F.; Sipaúba-Tavares, L. 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do Instituto Pesca*, São Paulo, 36 (2): 149 – 163.

MAGALHÃES, J.L.L.; Lopes, M.A.; Queiroz, H.L. 2014. Development of a flooded forest anthropization index (FFAI) applied to Amazonian áreas under pressure from different human activities. *Ecological Indicators*. 48: 440-447.

MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R.M.; Morales, A.E.; Sanz, A. 2005. Antioxidant defenses in fish: biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 15: 75:88.

MENDONÇA, F.P.; Magnusson, W.E; Zuanon, J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of Central Amazonia. *Copeia*, 4:751–764.

MENDONÇA, F.P. 2010. Níveis de similaridade entre assembléias de peixes em riachos de terra-firme: padrões locais, coexistência em mesoescala e perspectivas

macroregionais na Amazônia Brasileira. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA. Manaus, Amazonas. 155p.

MORTATI, A. F. 2004. Colonização por peixes no folhiços submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapés na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas / Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus – AM.

MOURA, Sarita. 2009. Diagnóstico ambiental urbano da cidade de Novo Airão – Amazonas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. São Carlos – SP. 182p.

NASCIMENTO, T.S.; Monteiro, R.N.F.; Sales, M.A.L.; Floriano, L.S.; Pereira, A.I.A. 2016. Irrigação com efluente de piscicultura no cultivo de mudas de tomate. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. Vol.10; nº4; p.866-874.

NAYLOR, R.L.; Golburg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsky, N.; Beveridge, M.C.M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H.; Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. Vol.405.

PANTOJA-LIMA, J.; Santos, S.M.; Oliveira, A.T.; Araújo, R.L.; Silva-Junior, J. A. L.; Bernardino, G.; Alves, R.R.S.; Ferraz-Filho A. Gomes, A.L.; Aride, P.H.R. 2015. Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas. In: Marcos Tavares Dias, Wagner dos Santos Mariano. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. 2ed. São Carlos: Pedro & João, v.2, p.313-332.

QUEIROZ, M.M.; Horbe, A.M.C.; Seyler, P.; Moura, C.A.V. 2009. Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. *Revista Acta Amazonica*. Vol.39(4): 943-952.

RAMOS, Igor P.; Zanatta, Augusto S.; Zica, Érica de O.P.; Silva, Reinaldo J.; Carvalho, Edmir D. 2010. Impactos ambientais de pisciculturas em tanques-rede sobre águas continentais brasileiras: revisão e opinião. *Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura III*. Jaboticabal/SP: Sociedade Brasileira de Biologia Aquática. 87-98p.

RIBEIRO, O.M. & Zuanon, J. 2006. Comparação da eficiência de dois métodos de coleta de peixes em igarapés de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica*. Vol. 36(3): 389-394.

ROCHA, C.M.C.; Routledge, E.A.B.; Lima, A. F.; Varela, E.S.; Lundstedt, L.M. 2015. Panorama da aquicultura na Amazônia. *Revista de Agropecuária da Embrapa Oriental – Agro Foco*. Ano I. nº2.

RODRIGUES, T.E.; Júnior, R.C.O.; Santos, P.L.; Silva, P.R.O. 2001. Caracterização e classificação dos solos do município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas. *Documento 123. Embrapa Amazônia Oriental*. 50p.

Santos, S.M.; Lima, J.P.; Oliveira, A.T.; Aride, P.H.R.; Barbosa, R.P.; Freitas, C.E.C. 2015. Interações tróficas entre as comunidades de peixes e a floresta ripária de igarapés de terra firme (Presidente Figueiredo – Amazonas – Brasil). *Revista Colombiana de Ciência Animal*. 7 (1): 35-43.

SAPKOTA, A.; Sapkota, A.R.; Kucharski, M.; Burke, J.; McKenzie, S.; Walker, P.; Lawrence, R. 2008. Aquaculture practices and potential human health risks: Current knowledge and future priorities. *Environment International*. 34: 1215-1226.

SILVA, M.S.G.M.; Losekann, M. E.; Hisano, H. 2013. Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. *Documentos 95. EMBRAPA Meio Ambiente*. Jaguariúna,SP. 39p.

SMITH, W.S.; Barrella, W.; Cetra, M. 1997. Comunidade de peixes como indicadora de poluição ambiental. *Revista Brasileira de Ecologia*. 1: 67-71.

TERESA, F.B.; Casatti, L.; Cianciaruso, M.V. 2015. Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. *Neotropical Ichthyology*, 13(2): 361-370.

TERRA, V.R.; Pratte-Santos, R.; Aliprandi, R.B.; Barcelos, F.F.; Martins, J.L.D.; Azevedo-Jr, R.R.A. Barbiéri, R.S. 2010. Estudo limnológico visando avaliação da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, ES. *Natureza on line*. 8 (1): 8-13.

TOLEDO, L.G.; Nicolella, G. 2002. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p. 181-186.

TRUSSEL, R.P. 2011. The percent un-ionized ammonian aqueous ammonia solutions at different pH levels and temperature. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada (JournalSeek)*. 29:1905-1507. Doi: 10.1139/f72-236.

VANNOTE, R. L.; Minshall, G. W.; Cummins, K. W.; Sedell, J. R. & Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37:130-137.

VAZ, A.A.; Vaz, A.A.; Pelizari, G.P.; Iagioni, R.C.; Smith, W.S. A biota aquática em um riacho tropical e suas relações com fatores ambientais. *Biodiversidade Brasileira*, 7(1): 55-68. 2017.

VIEIRA, D. B.; Shibatta, O.A. 2007. Peixes como indicadores da qualidade ambiental do ribeirão Esperança, município de Londrina, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica*. V.7.n.1.DoI: 10.1590/S1676-06032007000100008.

ZANIBONI-FILHO, E.; Reynalte-Tataje, D.; Weingartner, M. 2006. Potencialidad del género Brycon em la piscicultura brasileña. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Vol12:2.p.233-240.

ZHANG, S.Y.; Li, G.; Wu, H.B.; Liu, X.G.; Yao, Y.H.;; Tao, L.; Liu, H. 2011. An integrated recirculation aquaculture system (RAS) for land-based fish farming: the effects on water quality and fish production. *Aquacultural Engineering*. 45: 93-102.

Capítulo 3

Influência da piscicultura no leito de igarapés amazônicos sobre as categorias tróficas da ictiofauna*

Suelen Miranda dos Santos¹, Adriano Teixeira de Oliveira², Paulo Henrique Rocha Aride³, Fernando Pereira Mendonça¹, Jansen Zuanon⁴, Jackson Pantoja Lima¹.

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Presidente Figueiredo. Rua Onça Pintada, s/n, Bairro: Galo da Serra. Presidente Figueiredo - AM, CEP: 69.735-000. suelen.santos@ifam.edu.br; fernando.mendonca@ifam.edu.br; jackson.lima@ifam.edu.br
2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro. Avenida Sete de Setembro, n° 1975, Bairro: Centro, CEP: 69.020-120. Manaus-Amazonas. adriano.teixeira@ifam.edu.br
3. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus Piúma. Rua Augusto Costa de Oliveira, n° 660, Bairro: Praia Doce. Piúma - ES, CEP: 29285000. paulo.aride@ifes.edu.br
4. Jansen Zuanon, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Caixa Postal 478, CEP: 69011-970. Manaus - AM; Fax: (92) 643-3224. jzuanon3@gmail.com

***Financiamento: Edital Universal CNPq e CAPES**

Resumo

Os impactos ambientais provocados pela piscicultura podem levar a alterações nos ecossistemas aquáticos e principalmente nas comunidades de peixes. Neste artigo buscamos investigar as possíveis alterações provocadas a partir da construção de viveiros em leitos de igarapés amazônicos sobre as cadeias tróficas das comunidades de peixes naturais da Amazônia Central. Os locais de estudos foram nos municípios de Novo Airão e Presidente Figueiredo (Amazonas). Foram realizadas amostragens de captura de peixes (sem piscicultura) nos igarapés com piscicultura e sem piscicultura, segundo a metodologia estabelecida e em paralelo realizamos análises limnológicas. As espécies foram classificadas em categorias tróficas. Realizamos análises comparativas entre riqueza, abundância e biomassa total por igarapé e por local amostrado e posteriormente, realizamos análises de componentes principais (PCA) nas categorias tróficas, a fim de verificar modificações na estrutura das categorias tróficas entre os pontos estudados. Foram coletados 2302 peixes. Os resultados relativos aos parâmetros limnológicos foram similares aos descritos para ambientes aquáticos amazônicos. As categorias tróficas para os locais apresentaram similaridade ao descrito na literatura, com preferência alimentar pelos insetos alóctones. Não foi possível afirmar que mudanças nas categorias tróficas poderiam estar ocorrendo em função da atividade de criação de peixes em canais de igarapés.

Palavras-chave: aquicultura; Amazônia; impacto ambiental

Abstract

The environmental impacts caused by fish farming can lead to changes in aquatic ecosystems and especially in fish communities. In this article we aim to investigate the possible changes caused by the construction of nurseries in beds of Amazonian streams on the trophic chains of the natural fish communities of Central Amazonia. The study sites were in the municipalities of Novo Airão and Presidente Figueiredo (Amazonas). Fish sampling (without pisciculture) was carried out in the igarapés with pisciculture and without pisciculture, according to the methodology established and in parallel we performed limnological analyzes. The species were classified into trophic categories. We performed comparative analyzes between richness, abundance and total biomass per igarapé (stream) and sampled site and later, we performed principal component analyzes (PCA) in the trophic categories, in order to verify changes in the structure of the trophic categories between the points studied. A total of 2302 fish were collected. The results related to the physical and chemical variables were similar to those described for Amazonian aquatic environments. The trophic categories for the sites presented similarity to the one described in the literature, with food preference for the non - native insects. It was not possible to affirm that changes in the trophic categories could be occurring due to the fish farming activity in streams channels.

Key words: *aquaculture; amazon; environmental impact*

1. Introdução

A região Amazônica apresenta a maior bacia hidrográfica do planeta e é formado por rios, lagos, riachos e igarapés, apresentando assim uma infinidade de habitats para os peixes. Os igarapés da Amazônia possuem uma alta diversidade de espécies de peixes que estão intimamente ligadas às características ambientais (BÜHRNHEIM, 2002; ESPIRITO-SANTO et al., 2009), variação sazonal (PAZIN et al., 2006) e heterogeneidade de ambientes (BÜHRNHEIM; COX-FERNANDES, 2003; BÜHRNHEIM, 2002; MENDONÇA et al., 2005) o que gera as diferenças nas composições das assembleias. Buhrnheim (2002) trabalhando em igarapés da Amazônia central descreveu a existência de um efeito local que influencia na distribuição de peixes dentro de um habitat e Rezende (2007) complementa que fatores ambientais como velocidade da corrente e os tipos de substratos são características relevantes para as comunidades de macroinvertebrados.

Em um ecossistema a coexistências de assembleias é um fator importante, nos ambientes aquáticos principalmente para as assembleias de peixes as interações tróficas entre as espécies são de fundamental importância (SANTOS et al., 2015; ANJOS, 2005). Muitas espécies de peixes compartilham do mesmo alimento em um habitat, Abelha et al., (2001) enfatizam que as variações individuais da mesma espécie podem diferir de acordo com o habitat, dieta e morfologia coexistindo assim simpatricamente e que o sucesso da alimentação está ligado a fatores como comportamento animal e disponibilidade de alimento (VAZZOLER, 1996).

A floresta ripária também é componente importante para as comunidades de peixes de igarapés, uma vez, que estes se mostram dependentes do fornecimento de alimentos (plantas, sementes e insetos), bem como acrescentam uma disponibilidade de habitats (BÜHRNHEIM, 2002; BÜHRNHEIM; COX-FERNANDES, 2003; SANTOS et al., 2015). Os riachos (igarapés, córregos) da Amazônia Central em geral, possuem uma rica ictiofauna. ESPIRITO-SANTO et al., (2009) coletaram 53 espécies em riachos de uma área de reserva próximos a cidade Manaus, Kemeses; Forsberg (2014) capturaram 66 espécies de peixes em igarapés de cabeceiras, Santos et al., 2015 capturaram 13 espécies em igarapés que apresentavam algum tipo de impacto antrópico. A maioria das espécies capturada nesses igarapés, não realizam grandes migrações, permanecendo quase todo ciclo

de vida no mesmo sistema ou habitat, portanto, as comunidades são relativamente estáveis quanto a composição. Neste caso as espécies podem ter parte do ciclo de vida diretamente relacionada à estrutura e complexidade das zonas ripárias. Mas especificamente, as espécies podem apresentar dependência com relação à entrada de material alóctone no sistema, seja na forma de alimento, ou como componentes estruturais que garanta a diversidade de microhabitats no ambiente (SABINO;ZUANON, 1998; COLLARES-PEREIRA et al.,1995; ESTEVES;ARANHA, 1999).

Estudos sobre os igarapés da Amazônia e seus fatores ambientais determinantes são importantes para tomadas de decisões de políticas públicas sobre o uso adequado das áreas de proteção e reservas florestais (ALLAN et al., 1997). Além disso, nos últimos anos estudos sobre os possíveis efeitos dos impactos antrópicos nestes ambientes aquáticos vem ganhando destaques tanto para Amazônia (FERREIRA et al., 2012; ESPIRITO-SANTO et al., 2011) quanto para outras regiões do Brasil (SMITH et al., 1997; DAGA et al., 2012; BESSA et al., 2017). Uma das atividades antrópicas que requer cuidados e atenção é a piscicultura, principalmente a criação de peixes em leitos de igarapés atividade comum para produtores agrícolas de pequeno porte moradores da região amazônica, principalmente nos municípios ao redor da capital do Estado do Amazonas (PANTOJA-LIMA et al., 2015). Esta recente modalidade de cultivo surgiu nos últimos anos e se mostrou tecnicamente viável para a produção em escala familiar (FIM et al., 2009; PANTOJA-LIMA et al., 2015; ROCHA et al. 2015; LIMA, 2016), porém trata-se de criações de peixes em Áreas de Preservação Permanente (APP) e devido os viveiros serem construídos no leito do igarapé esta atividade é considerada com potencialmente poluente, pois os efluentes são lançados diretamente no meio aquático (AFFONSO et al., 2012).

Esta atividade de criação necessita alterar a morfologia do leito do riacho para melhor adequação dos viveiros (AFFONSO et al., 2012) e, estas alterações podem vir a modificar a estrutura das comunidade de peixes naturais, bem como das categorias tróficas das assembleias de peixes. Essas modificações consistem na remoção da floresta ripária e dos substratos e com isto, ao longo do tempo podem ocorrer mudanças nos substratos, comprometendo a qualidade da água e, por consequência podem interferir na dinâmica das comunidades biológicas e,

principalmente na ecologia trófica das comunidades de peixes naturais destes igarapés, uma vez que, os peixes de igarapés são dependentes da mata ripária (SANTOS et al., 2015). Esta atividade também pode promover aporte de nutrientes oriundos da ração industrializada e alimentos alternativos (produtos de consumo agropecuário) podendo provocar alterações limnológicas como a eutrofização e a retenção do correço natural associadas as disposições das telas de contenção colocadas em toda largura do canal. E com todos estes fatores descritos, este capítulo vem desenvolver um estudo complementar ao capítulo anterior que visa observar possíveis alterações nas categorias tróficas nos ambientes que possuem viveiros de criação.

Com as modificações das características naturais dos córregos dos igarapés, preocupação com as comunidades de peixes, qualidade destes corpos d'água e desmatamento das florestas ripárias com a continuidade da atividade ao longo dos anos da atividade piscícola, essas mudanças podem assegurar alterações na ecologia trófica já que as comunidades possuem estreita dependência dos alimentos (insetos) ofertados pelas florestas.

2. Material e métodos

2.1. Áreas de estudo

As áreas selecionadas foram os municípios de Presidente Figueiredo (PF) e Novo Airão (NA), ambos situados no estado do Amazonas. A primeira área (PF) faz parte do Projeto Universal do Projeto Universal nº 014/2014, o que garantiu o custeio e logística para a realização deste trabalho científico. E a segunda área (NA) também faz parte de outro projeto desenvolvido Projeto Pro-Rural que foi realizado entre os anos de 2013-2015 e que tinha como objetivo caracterizar a piscicultura no Estado do Amazonas o que sustentou as escolhas destas duas localizações, além destas estarem em lados opostos e sobre a influência do Rio Negro.

O município de Novo Airão está localizado à margem direita do Rio Negro (Figura 1B) fica localizado ao norte de Manaus (capital do Estado) distante cerca de 180 km e possui área de mais de 37 mil km². Possui acesso pela AM 070 e posteriormente AM 352, ambas rodovias estaduais. Possui uma população de acordo com o CENSO 2010 de 14723 pessoas. O período mais chuvoso inicia em novembro até abril e o período seco inicia em maio até outubro. As temperaturas médias anuais variam em torno de 24 a 27°C (MOURA, 2009).

O município de Presidente Figueiredo está localizado à margem esquerda do Rio Negro (Figura 1A) situado ao norte de Manaus com uma área de mais de 25 mil km² e está localizado a Km 110 da capital amazonense pela rodovia BR 174 (Manaus- Boa Vista – RR) (CPRM, 1998). Possui uma população de acordo com o CENSO 2010 de 27175 pessoas. O período mais chuvoso inicia em novembro até junho e o período seco inicia em setembro e segue até novembro. As temperaturas médias anuais variam em torno de 25,5°C (RODRIGUES et al. 2001). O tipo de solo desta região são os latossolos amarelo com hidromórficos gleyzados nas áreas de planície (HORBE; OLIVEIRA, 2008).

Após a seleção das áreas de estudo, realizamos levantamento das propriedades rurais que possuíam criações através do Projeto PRO RURAL e assim, buscamos realizar a seleção dos viveiros de criação através de visitas técnicas prévias no qual percorremos mais de dois mil quilômetros no período de outubro/2015 a janeiro/2017 nas rodovias acima descritas. Posteriormente, selecionamos 12 igarapés (com e sem viveiros) em cada área de estudo, descartamos os viveiros abandonados.

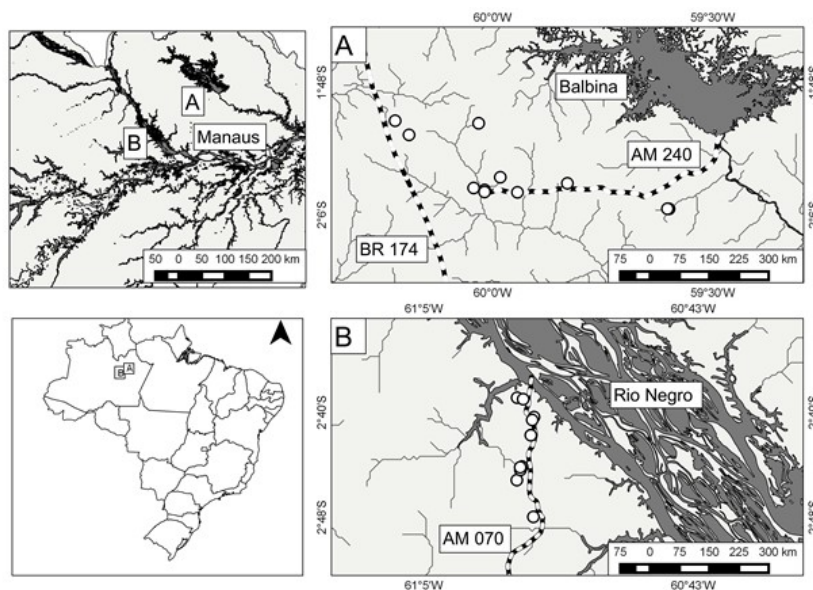


Figura 1. Mapa dos locais de coletas. (A) Pontos ocorreram as coletas no município de Presidente Figueiredo; (B) Pontos onde ocorreram as coletas no município de Novo Airão.

2.2. Descrição dos locais de coleta

Em cada local de coleta foram registradas as coordenadas geográficas utilizando GPS, modelo Etrex, marca Garmin (*datum* WGS84). As amostragens foram realizadas entre os meses de outubro/2016 a novembro/2017. Em cada área de estudo amostramos 12 igarapés, sendo 08 igarapés sem viveiros (ISV) que não apresentavam perturbações antrópicas aparentes e representam os pontos amostrais controle e 04 igarapés com viveiros (ICV) que representam os pontos amostrais com alterações e assim, realizamos análise dos dados coletados comparando “igarapés controle” (sem alteração) versus “igarapés com alteração”

As amostragens realizadas nos igarapés consistiram de demarcação de trechos de 50 metros, onde realizamos medições e coletas (água e peixe) em busca da caracterização dos ambientes estudados. Nos igarapés sem viveiros (ISV) foram selecionados apenas um trecho amostral de 50 metros e nos igarapés com viveiros (ICV) foram selecionados dois trechos amostrais (50 metros cada), um a montante (ICV-M) e outro a jusante do viveiro (ICV-J).

As amostragens receberam autorização de finalidade científica pelo Instituto Chico Mendes para a Conservação da Natureza por meio do SISBIO/ICMBIO, nº 51874-1 e nº 55949-1.

2.3. Caracterização dos viveiros e das espécies encontradas

Os viveiros selecionados foram construídos com material telas de plástico e madeiras tanto nas laterais quanto na entrada e saída de água sem qualquer suporte profissional. Todos os viveiros estavam povoados com densidade de estocagem média de 20 - 80 peixes/m³. As espécies encontradas foram matrinhã (*Brycon amazonicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*). Os proprietários alimentavam os peixes com ração industrializada, porém não tinham controle sobre o tipo, marca e quantidade utilizada, além de utilizar frutas como alimentação alternativa, sendo esta também sem qualquer tipo de controle.

A maioria dos viveiros eram recentes, com menos de 18 meses de atividade e apenas um viveiro localizado em Novo Airão, possuía atividade de piscicultura maior que 24 meses. Foi observado que esta atividade tem como uma das características a sazonalidade, ou seja, o pequeno piscicultor só realiza o cultivo pelo período necessário de 10-12 meses, desativando por poucos meses a espera de uma melhor aquisição de insumos, podendo dar continuidade na produção ou pode abandoná-la definitivamente.

2.4. Variáveis físicas e químicas da água

Antes das coletas experimentais de peixes foram realizadas medidas de pH, utilizando aparelho de pHmetro (Alfakit, modelo AT-315); temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) utilizando o aparelho de oxímetro (Alfakit, modelo AT-150). As amostras de água foram coletadas no centro do igarapé, à meia coluna d'água. Todas as medidas das amostras de água foram realizadas pelo período diurno à montante do módulo de cultivo (20 metros de distância); Jusante do módulo de cultivo (20 metros de distância).

2.5. Coleta dos peixes

As amostragens dos peixes foram realizadas por meio de pescarias experimentais seguindo a metodologia descrita por Mendonça et al., (2005), com adaptações. A metodologia descreve que para captura dos peixes devem ser utilizadas redes de cerco e puçás com esforço de pesca padronizado em todos os locais de coletas. Nestas pescarias atuam três coletores, durante 120 minutos, explorando todos os ambientes encontrados num trecho de 50 metros do igarapé. No presente estudo o esforço amostral foi adaptado pra quatro (04) coletores por 90 minutos de coleta para o mesmo trecho (50 metros de igarapé).

Os exemplares coletados foram eutanasiados com o uso de anestésico (eugenol), posteriormente fixados em formalina (10%) e transportados para o laboratório Laboratório de Recursos Pesqueiros do IFAM Campus Presidente Figueiredo para triagem, os exemplares foram acondicionados em álcool 70%. A identificação taxonômica das espécies foi realizada com uso de chaves dicotômicas, literatura especializada e auxílio de pesquisadores especialistas de diversas instituições (IFAM, INPA e UFAM).

Foram realizadas biometria de todos os exemplares coletados com registro do comprimento padrão (medido em centímetros com uso de paquímetro analógico em mm) e pesagem (medida em gramas). Para a pesagem foi utilizada um balança analítica modelo KN Waagen 1000/2, onde os peixes eram pesados após serem retirados do formol e secos externamente com papel absorvente. Foram registradas a biomassa total obtida pela soma dos pesos de cada espécie em cada igarapé e também a abundância total em número de indivíduos.

2.6. Classificação trófica dos peixes

Para classificar as espécies coletadas nas categorias tróficas foram utilizados as literaturas realizadas pelo Projetos Igarapés (<http://www.igarapes.bio.br>) e Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Os estudos de apoio foram selecionados por abordar, avaliar, analisar ou determinar a ecologia trófica de peixes de igarapés da Amazônia (ANJOS, 2005; SANTOS, 2005; FERNANDES et al., 2017) e para complementar foram utilizados os estudos de Valle (2013), Galvis et al., (2006) e Taphorn (1992). Para as espécies que foram classificadas em duas

categorias tróficas, selecionamos a categoria de maior amplitude dos itens alimentares. Para as quais não havia informações e nem podiam ser realizadas nenhum procedimentos a classificação foi realizada com base em informações fornecidas pela categoria taxonômica mais abrangente.

A classificação trófica adotada pela literatura acima citada, utilizou como critérios as análises de conteúdo estomacal, identificando os itens alimentares de cada espécie. Os autores descreveram e categorizaram as dietas com base na frequência de ocorrência e volume relativo dos itens alimentares encontrados (HYSLOP, 1980) e, posteriormente classificaram de acordo com os seguintes critérios: CAR: carnívoros (dieta composta em pelo menos 60% de matéria de origem animal, sem predominância de nenhum grupo específico); IAL: insetívoros alóctones ($\geq 60\%$ insetos terrestres); IAU: insetívoros autóctones ($\geq 60\%$ insetos aquáticos); IGR: insetívoros generalistas ($\geq 60\%$ insetos, sem predominância quanto à origem); PER: perifívoros ($\geq 60\%$ perifiton); PISC: piscívoros ($\geq 60\%$ peixe); ONI: onívoros (dieta composta por alimentos de origem animal e vegetal, sem predominância de nenhum deles).

2.7. Análise dos dados

Foi aferido os dados de riqueza (número de espécies), abundância (número de indivíduos) e biomassa total (grama) das categorias tróficas, por situação do igarapé (sem viveiros e com viveiros: montante e jusante) e por local amostrado (Novo Airão e Presidente Figueiredo) e seus resultados foram analisados e interpretados comparativamente. As comparações entre as análises são necessárias para verificar possíveis indícios de modificação das categorias tróficas naturais entre os igarapés, como por exemplo aumento ou diminuição de categorias tróficas que podem ocorrer em função do desmantamento e também podem ocorrer em longo prazo em função da criação contínua.

Foi realizado uma Análise de Componentes Principais (PCA) dos locais amostrados separados por condição (sem viveiros e montante e sem viveiro e jusante) e por área de estudo (Novo Airão e Presidente Figueiredo) para avaliar um possível mudanças entre o número de categorias tróficas entre as espécies dos diferentes locais estudados. A análise de componentes principais é uma análise de ordenação multivariada que reduz todas as informações em eixos multivariados,

chamados de eixos principais e assim podendo ser ordenando em gráfico bi-dimensional. Ao qual evidencia padrões de diferenciação entre os locais amostrados. Assim, utilizamos sempre os dois primeiros eixos da ordenação que apresentaram a maior porcentagem da variação das variáveis originais. Os locais de coletas dos igarapés (montantes, jusantes e íntegros) foram os objetos e as variáveis da água e geoambientais, os descritores.

Antes das análises de PCA todas as variáveis da matriz dos dados foram padronizadas e transformadas para que as variáveis tenham o mesmo peso. Essa padronização consistiu da diferença entre o valor da variável pela média do parâmetro e posterior divisão pelo desvio padrão daquele determinado parâmetro, gerando assim um novo conjunto de dados. O objetivo principal deste procedimento é eliminar o problema de escalas e unidades diferenciadas em que as variáveis são medidas (GUEDES et al., 2012). O programa estatístico utilizado foi o PAST 3.

3. Resultados

3.1. Categorias tróficas da ictiofauna

Para todas as amostragens as variáveis físicas e químicas apresentaram valores de pH entre 4,1 e 5,5 (média = $4,7 \pm 0,5$ DP), Temperatura (TEMP) entre 24°C e 29,30 (média = $26,7^\circ\text{C} \pm 1,5$ DP), Condutividade (COND) entre 7,0 e 24,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (média = $13,2 \mu\text{S cm}^{-1} \pm 4,7$ DP), Oxigênio Dissolvido (OD) entre 1,5 e 8,5 mg L^{-1} (média = $5,4 \pm 1,2$ DP).

Foram coletadas 2302 peixes, pertencentes à 53 espécies, divididas em 6 (seis) ordens e 15 (quinze) famílias. A composição da ictiofauna foi composta por 31 espécies da ordem Characiformes (58,5%), 8 espécies de Perciformes (15,1%), 8 espécies de Siluriformes (15,1%), 3 de Gymnotiformes (5,6%), 2 de Cyprinodontiformes (3,7%) e 1 espécie de Synbranchiformes (1,8%). De total de espécies, 21 (39,6%) foram classificadas como insetívoros alóctones, 14 (26,4%) como insetívoros autóctones, 6 (11,3%) carnívoros, 5 (9,4%) onívoros, 4 (7,5%) perifitívoros, 2 (3,8%) insetívoros geral e apenas 1 piscívoro (Tabela 6).

Em Novo Airão foram capturadas 32 espécies (Tabela 7), sendo 15 espécies (596 peixes) e biomassa de 508,6 g classificadas como insetívoros alóctones (IAL), seguidas de insetívoros autóctones (IAU) com 6 espécies (46 peixes) e biomassa de 11,3g, onívoros com 4 espécies (138 peixes) e 300,8g de biomassa, carnívoro com 4 espécies (8 peixes) e biomassa de 66,38 g. Os perifitívoros foram os menos representativos com somente 2 espécies, 5 peixes e biomassa de 1,4g.

Em Presidente Figueiredo foram capturadas 30 espécies (Tabela 8), sendo 13 espécies (1361 peixes) e biomassa de 1396,7g classificadas como insetívoros alóctones (IAL) sendo a mais representativa em abundância e riqueza das categorias tróficas, seguidas de insetívoros autóctones (IAU) com 8 espécies (57 peixes) e biomassa de 81,3g, onívoros com 3 espécies (83 peixes), porém estes apresentaram o segundo melhor valor de biomassa 1294,6 g, carnívoro com 2 espécies (2 peixes) e biomassa de quase 72,9 g, perifitívoros com 2 espécies (3 peixes) e biomassa de 6,6g e a categoria menos significativa foi a piscívora com apenas uma espécie com um peixe e apenas 0,3g de biomassa. As três categorias tróficas mais representativas para as três condições para as duas localidades foram insetívoros alóctones (IAL), onívoros (ONI) e insetívoros autóctones (IAL) respectivamente (Tabelas 8 e 9).

Tabela 6. Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante e sua classificação quanto as categorias tróficas segundo a metodologia específica.

n°	sigla	ESPÉCIES	NOVO AIRÃO						PRESIDENTE FIGUEIREDO						Categorias tróficas
			ISV		ICV-M		ICV-J		ISV		ICV-M		ICV-J		
			n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	
		Characiformes													
		Acestrorhynchidae													
1	Afal	<i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794)							1	0,36					piscívoro
		Anastomidae													
2	Pvar	<i>Pseudanos varii</i> Birindelli, Lima & Britski, 2012	1	30,9											onívoro
		Characidae													
3	Bcau	<i>Bryconops cf. caudomaculatus</i> (Günther, 1864)							45	29,56					insetivo alóctone
4	Bgia	<i>Bryconops giacopinii</i> (Fernández-Yépez, 1950)	7	39,3					127	149,9	3	1,03	51	651,8	insetivo alóctone
		<i>Bryconops humeralis</i> Machado-Allison, Chernoff & Buckup, 1996			2	4,74									insetivo alóctone
5	Bhum		33	166											insetivo alóctone
6	Binp	<i>Bryconopys inpai</i> (Knöppel, Junk & Géry, 1968)			3	43,1	2	21,8	58	94,14	18	5,89	14	49,59	insetivo alóctone
7	Gste	<i>Gnathocharax steindachneri</i> Fowler, 1913	1	0,74	3	2,52	1	0,3							insetivo alóctone
8	Hana	<i>Hemigrammus analis</i> Durbin, 1909	8	7,26											insetivo alóctone
9	Hbel	<i>Hemigrammus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	45	15,5					17	6,37	22	8,63			insetivo alóctone
10	Hcoe	<i>Hemigrammus coeruleus</i> Durbin, 1908	1	1,32											insetivo alóctone
11	Hpre	<i>Hemigrammus cf. pretoensis</i> Géry, 1965							5	10,51					insetivo alóctone
12	Hvon	<i>Hemigrammus vorderwinkleri</i> Géry 1963	4	2,43											insetivo generalista
13	Hagu	<i>Hyphessobrycon cf. agulha</i> Fowler, 1913	1	1,32									510	188,7	insetivo alóctone
14	Hmel	<i>Hyphessobrycon aff. melazonatus</i> Durbin in Eigenmann, 1908	10	4,22	2	0,86	1	0,49	232	78,07	47	13,4	1	0,43	insetivo alóctone
15	Hspp	<i>Hyphessobrycon sp</i>									10	3,33			insetivo generalista
16	Igei	<i>Iguanodectes geisleri</i> (Géry, 1970)	6	3,42	1	1,33	2	1,91							insetivo alóctone
17	Ivar	<i>Iguanodectes variatus</i> Géry, 1993							46	60,77					insetivo alóctone
18	Mcom	<i>Moenkhausia comma</i> Eigenmann 1908											1	2,05	onívoro

Tabela 6 (Continuação). Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante e sua classificação quanto as categorias tróficas segundo a metodologia específica.

n°	sigla	ESPÉCIES	NOVO AIRÃO						PRESIDENTE FIGUEIREDO						Categorias tróficas
			ISV		ICV-M		ICV-J		ISV		ICV-M		ICV-J		
			n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	
19	Mcop	<i>Moenkhausia copei</i> (Steindachner, 1882)							22	22,19			24	40,66	insetívoro autóctone
		Chenuchidae													
20	Cspi	<i>Crenuchus spilurus</i> Günther, 1863	10	5,57	36	51,4	24	44,4	1	0,79					onívoro
21	Oaph	<i>Odontocharacidium aphanes</i> (Weitzman & Kanazawa, 1977)						1	0,03						insetívoro autóctone
22	Epul	<i>Elachocharax pulcher</i> Myers, 1927	1	0,06											insetívoro autóctone
23	Mwei	<i>Microcharacidium weitzmani</i> Buckup, 1993	8	0,15											insetívoro autóctone
		Erythrinidae													
24	Eery	<i>Erythrinus erythrinus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2	0,37	1	21,9	1	0,72							carnívoro
25	Huni	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)										1	67,6		carnívoro
		Lebiasinidae													
26	Cnat	<i>Copella nattereri</i> (Steindachner, 1876)	44	10,2											insetívoro alóctone
27	Cnig	<i>Copella nigrofasciata</i> (Meinken, 1952)	191	56,4	1	0,15	11	2,09							insetívoro alóctone
28	Nequ	<i>Nanostomus eques</i> Steindachner 1876	1	0,01											insetívoro alóctone
29	Nmar	<i>Nanostomus marginatus</i> (Eigenmann, 1909)	1	0,09	1	0,24					19	1,42	15	2,51	insetívoro alóctone
30	Pbre	<i>Pyrrulina aff. brevis</i> (Steindachner, 1876)	192	110	16	8,72	6	3,67	4	5,17	20	17,6	70	66,58	insetívoro alóctone
31	Psem	<i>Pyrrulina semifasciata</i> (Steindachner, 1876)	1	0,69					24	16,42	1	0,01			insetívoro alóctone
		Cyprinodontiformes													
		Rivulidae													
32	Lrom	<i>Laimosemion cf. romeri</i> (Costa, 2003)	33	1,82											insetívoro autóctone
33	Rmic	<i>Rivulus micropus</i> (Steindachner, 1863)									2	1,64			insetívoro alóctone

Tabela 6 (Continuação). Composição das espécies de peixes capturadas em Novo Airão e em Presidente Figueiredo. ISV: igarapés controle ou sem viveiros; ICV-M: igarapés com viveiros com amostragens a montante; ICV-J: igarapés com viveiros com amostragens a jusante e sua classificação quanto as categorias tróficas segundo a metodologia específica.

n°	sigla	ESPÉCIES	NOVO AIRÃO						PRESIDENTE FIGUEIREDO						Categorias tróficas
			ISV		ICV-M		ICV-J		ISV		ICV-M		ICV-J		
			n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	n	Bt (g)	n	B (g)	n	B (g)	
Loricariidae															
49	Adis	<i>Acestridium discus</i> Haseman, 1911	2	0,4			2	0,85							perifitívoro
50	Agym	<i>Acestridium gymnogaster</i> Reis & Lehmann A., 2009	1	0,21											perifitívoro
51	Ahop	<i>Ancistrus aff. hoplogenys</i> (Günther, 1864)							2	6,62					perifitívoro
52	Rlan	<i>Rineloricaria lanceolata</i> (Günther, 1868)							1	0,03					perifitívoro
Synbranchiformes															
53	Ssp	<i>Synbranchus sp.</i>			2	8,77									insetívoro autóctone
soma			636	587,3	74	179,8	83	123,7	650	1682,1	151	126,0	708	1112,2	
Número de espécie			26		14		14		20		14		12		

Tabela 7. Valores absolutos de riqueza, abundância e biomassa das categorias tróficas dos peixes coletados nos igarapés amostrados com e sem viveiros em Novo Airão.

		IAL	IAU	IGR	ONI	CAR	PER	Soma
Sem viveiros (ISV)	Riqueza	15	3	1	3	2	2	26
	Abund.	542	42	4	42	3	3	636
	B (g)	416,5	2,0	2,4	165,2	0,5	0,6	587,3
Montantes (ICV-M)	Riqueza	8	1	-	2	3	-	14
	Abund.	31	2	-	42	3	-	78
	B (g)	61,5	8,7	-	65,9	43,5	-	179,7
Jusantes (ICV-J)	Riqueza	6	2	-	3	2	1	14
	Abund.	23	2	-	54	2	2	83
	B (g)	30,6	0,5	-	69,8	22,2	0,8	124,0
Total	Riqueza	15	6	1	4	4	2	32
	Abund.	596	46	4	138	8	5	797
	B (g)	508,6	11,3	2,4	300,8	66,3	1,4	891,0

Abund.: abundância; B(g): biomassa total. CT: categorias tróficas. IAL: insetívoro alóctone; IAU: insetívoro autóctone; IGR: insetívoro geral; ONI: onívoro; CAR: carnívoro; PER: perífítivo.

Tabela 8. Valores absolutos de riqueza, abundância e biomassa das categorias tróficas dos peixes coletados nos igarapés amostrados com e sem viveiros em Presidente Figueiredo.

		IAL	IAU	IGR	ONI	PISC	CAR	PER	Soma
Sem viveiros (ISV)	Riqueza	9	5	-	2	1	1	2	20
	Abund.	558	29	-	58	1	1	3	650
	B (g)	386,6	33,6	-	1185,2	0,3	5,3	6,6	1617,8
Montantes (ICV-M)	Riqueza	9	3	1	1	-	-	-	14
	Abund.	133	3	10	5	-	-	-	151
	B (g)	50,5	1,4	3,3	70,6	-	-	-	125,9
Jusantes (ICV-J)	Riqueza	6	3	-	2	-	1	-	12
	Abund.	670	25	-	20	-	1	-	716
	B (g)	959,6	46,3	-	38,8	-	67,6	-	1112,3
Total	Riqueza	13	8	1	3	1	2	2	30
	Abund.	1361	57	10	83	1	1	3	1516
	B (g)	1396,7	81,3	3,3	1294,6	0,3	72,9	6,6	2856,0

Abund.: abundância; B(g): biomassa total. CT: categorias tróficas. IAL: insetívoro alóctone; IAU: insetívoro autóctone; IGR: insetívoro geral; ONI: onívoro; CAR: carnívoro; PER: perífítivo.

Quanto as análises de componentes principais os resultados mostraram se similares para ambas áreas de estudo sendo insetívoros alóctones (IAL), insetívoros autóctones (IAU) e onívoros (ONI) os mais representados, porém a variação total em Novo Airão explicou quase 90% e em Presidente Figueiredo entre 75 a 80% (Tabela 10). Podemos observar que IAL explicaram entre 50 – 70% da variância (%) para os eixos CP1 (eixo 1) para as duas situações (montantes e íntegros; jusantes e íntegros) nas duas áreas de estudo (Novo Airão e Presidente Figueiredo). Com isso, os dados reforçam a importância dos insetos para as comunidades de peixes de igarapé.

Tabela 9. Resultados da análise de componentes principais nos dois primeiros eixos calculados para as categorias tróficas de Novo Airão e Presidente Figueiredo. Em destaque os valores de *loadings* mais representativos para cada eixo.

	Novo Airão				Presidente Figueiredo			
	montantes e íntegros		jusantes e íntegros		montantes e íntegros		jusantes e íntegros	
	CP 1	CP2	CP 1	CP2	CP 1	CP2	CP 1	CP2
IAL	0,980	-0,018	0,988	-0,072	0,894	0,378	0,974	-0,202
IAU	0,017	0,717	-0,029	0,434	0,372	0,693	0,170	0,824
ONI	-0,036	-0,662	-0,071	0,830	0,202	0,532	0,131	0,494
PER	0,079	0,157	0,051	-0,087	0,056	-0,280	0,048	-0,18
CAR	-0,148	0,051	-0,065	-0,297	-0,017	-0,030	0,008	0,053
IGR	0,095	0,0196	0,097	-0,144	-0,124	0,106	-	-
PISC	0,095	0,134	0,0003	-0,017	-0,017	-0,030	-0,032	-0,001
Variância (%)	73,2%	15,4%	73,7%	15,9%	61,5%	17,7%	56,5%	19,3%
Var. total		88,6%		89,6%		79,2%		75,8%

4. Discussão

As comunidades de peixes de igarapés possuem forte relação com as variáveis físicas e químicas e as características geoambientais (MENDONÇA et al., 2005) e suas alterações podem indicar poluição dos ecossistema aquático (TOLEDO;NICOLELLA, 2002). As características dos corpos d'água amazônicos são de difícil classificação segundo o que é estabelecido pela Resolução CONAMA n°357/2005 que trata da classificação e enquadramento de corpos d'água, bem como as condições e padrões de lançamentos de efluentes, pois suas características são específicas e variam de acordo com o ambiente e processos geoquímicos da região e pluviosidade (Lemke;Súarez, 2013). Para serem consideradas ambientes poluídos ou alterados estes corpos d'água precisam ter características perceptíveis na visão ou olfato (SILVA et al., 2013). Porém, como os resultados obtidos não podemos afirmar que os locais estudados apresentaram qualquer tipo ou aparente alteração, pois os valores das variáveis físicas e químicas da água estavam similares a outros estudos realizados em águas amazônicas (HORBE et al., 2005; DARWICH et al., 2005; HORBE;OLIVEIRA, 2008). Mesmo assim, é recomendável a implementação de boas práticas nas pisciculturas para a melhoria do gerenciamento ambiental sem maiores alterações ambientais em longo prazo (ROSA et al., 2013).

Além dos fatores limnológicos a heterogeneidade dos ambientes são determinantes para as comunidades de peixes (MENDONÇA et al., 2005; BARROS et al., 2013; MORTATI, 2004). E mudanças nas características do ecossistema amazônico como a construção de viveiros para criação de peixes em leitos de igarapés podem afetar todo o ambiente. Esta atividade de criação pode ser altamente poluente em razão dos efluentes serem lançados diretamente nos corpo d'água sem qualquer tipo de tratamento ou fiscalização. Para a implementação desta atividade é necessário ter a consciência de utilizar melhor as condições ambientais de forma a não modificar abruptamente as características físicas ambientais dos igarapés. Uma vez que modificações das florestas como o desmatamento das florestas ripárias podem alterar a à disponibilidade de alimento, pois provocam redução no sombreamento e com isso possibilidade de redução dos insetos alóctones o que pode modificar as categorias tróficas e a biomassa das

comunidades de peixes (TERESA et al., 2015), o que podem levar a mudanças na ecologia trófica ao longo do tempo.

Os resultados apontaram pela importância dos insetos alóctones para as comunidades de peixes em todos os pontos estudados. Para os igarapés sem viveiros riqueza e abundância das espécies insetívoras alóctones foi maior em relação aos outros pontos (montantes e jusantes) e inclusive obteve representantes em seis categorias nas duas áreas de estudo. Os demais pontos com a presença dos viveiros apresentaram menor abundância e número de categorias tróficas este fator pode estar ligado ao represamento dos igarapés e/ou desmatamentos destas áreas.

Os igarapés de primeira ordem são sistemas alóctones muito dependentes das matas ripárias que servem como fonte de energia e nutrientes (KAWAGUCHI et al., 2003). Essa dependência já vem sendo descrita em vários trabalhos (ANJOS, 2005; SANTOS et al., 2015, FERNANDES et al., 2017). O estudo Anjos (2005) descreve que as famílias Characidae, Lebiasinidae são sempre representativas nas categoria dos insetos alóctones, o que foi corroborado no presente estudo. Inclusive, estes sistemas alóctones possuem significativa relação com os efeitos abióticos dos igarapés (MENDONÇA et al., 2005; ESPIRITO-SANTO et al., 2009; LEMKE;SÚAREZ, 2013). E este estudo apresentou todas estas características o que não podemos afirmar que mudanças possam estar ocorrendo nos igarapés estudados em função dos viveiros de criações de peixes. Porém, permanência da diversidade de substratos vem a oferecer variedade de recursos alimentares e condições de vida como refúgio (MENDONÇA et al., 2005; NESSIMIAN et al., 2008; KEMENES;FORSBERG, 2014).

Tanto em Novo Airão quanto em Presidente Figueiredo, os onívoros foram mais representativos que os insetívoros autóctones indicando espécies mais generalistas quanto à alimentação. Podemos descrever que a estrutura das comunidades e categorias tróficas dos peixes estão também associados a outros fatores como temperatura, substrato, correnteza (VANNOTE et al., 1980; CARVALHO;TEJERINA-GARRO, 2015), deposição do solo, cobertura de dossel e algumas características ambientais como largura e profundidade dos corpos hídricos que contribuem para estruturação da biota aquática (FREDERICO et al., 2014). Como observado neste trabalho, os locais estudados ainda possuem peixes com

ampla diversidade de itens alimentares sendo os insetos componentes representativos na ecologia trófica de peixes de igarapé (BENETTI;HAMADA, 2003) e os macroinvertebrados também são considerados importantes para o equilíbrio ecológico (REZENDE, 2007). A diversidade de alimentos também está ligada a exploração dos recursos alimentares disponíveis no meio aquático e também relacionados às táticas alimentares, adaptabilidade trófica aliada aos aparatos morfológicos e fisiológicos (DELARIVA;AGOSTINHO, 2005; SANTOS, 2005; BALDISSEROTTO et al., 2008) e a capacidade digestiva (ABELHA et al., 2001; MÉRONA;MÉRONA, 2004).

Mudanças tróficas naturais de um riacho de alóctones para autóctones ocorrem com a alteração natural do gradiente longitudinal (VANNOTE et al., 1980; CARVALHO et al., 2009). Porém, os igarapés estudados possuem a influência antrópica grave e direta e essas mudanças podem ocorrer em um curto espaço de tempo, o que leva a grande preocupação. CARVALHO;TEJERINA-GARRO (2015) afirmam que o aumento natural do canal é um indicador de mudanças na estrutura das comunidades de peixes implicando na adição ou substituição de espécies. Apesar destes apontamentos salientamos que fatores limnológicos e as características ambientais podem influenciar na dieta de algumas espécies de peixes (MENDONÇA et al., 2005; CASATTI et al., 2009).

Segundo o estudo de Fim et al., (2009) para a implementação de uma piscicultura em canal de igarapé, se faz necessária a retirada de galhos, alargamento das margens, proteção das margens com rip-rap ou madeiras. Esse tipo de construção das pisciculturas promove o desmatamento das floretas em torno e principalmente a remoção da mata ripária, o que poderia possibilitar um aumento na abundância da biomassa de peixes herbívoros e detritívoros em consequência da redução da sombra e aumento da produtividade primária. Inclusive, estas mudanças como redução de espécies reofílicas devido à redução dos habitats (CARVALHO et al., 2009), pode gerar possíveis distribuições de espécies oportunistas em relação às especialistas uma vez que, espécies oportunistas podem apresentar uma melhor adaptação, visto que estas utilizam uma gama de recursos mais amplo e possuem baixa sensibilidade ao desmatamento (CASATTI et al., 2012; TERESA et al., 2015). No entanto, no presente estudo, não foi possível detectar mudanças quanto a

espécies pertencentes às categorias tróficas herbívoras ou detritívoras em função da criação de peixes em canal de igarapé.

Estudos de longo prazo seriam necessários para elucidar o efeito sazonal da interferência da criação de peixes no canal sobre a mudança nas categorias tróficas. Possivelmente, os locais investigados não sofreram mudanças significativas na estrutura do dossel e, conseqüentemente, mantiveram o padrão de entrada de luz sobre os corpos hídricos, mantendo as estruturas tróficas inalteradas.

O estudo de Espirito-Santo et al., (2017) mostra que algumas espécies de peixes amazônicos de igarapé realizam migrações diárias entre o canal e poças marginais, em sintonia com a subida e descida do nível do igarapé. Isto pode provocar mudanças na “fotografia” da comunidade, ou mesmo, nos levar a interpretações equivocadas sobre os efeitos que estão contribuindo para a estruturação da comunidade de peixes nestes ambientes. O estudo de Pusey;Arthington (2003) afirma que esses efeitos não são sentidos em curto prazo, porém os desmatamentos podem acarretar a homogeneização da estrutura funcional das comunidades de peixes (BORDIGNON et al., 2015). Ao contrário de Bojsen;Barriga (2002), estudando riachos da Amazônia Equatoriana, que descreveram que a riqueza das espécies pode não estar relacionada ao desmatamento, mas a área de superfície dos igarapés.

Logo, com os resultados obtidos não podemos afirmar que estar ou não ocorrendo alterações nas categorias tróficas dos igarapés estudados e nas diferentes condições (sem viveiros, montantes e jusantes), porém acreditamos que estudos em longo prazo deverão ser realizados e complementados a este, pois os efeitos da piscicultura em canais de igarapé ainda são bastante desconhecidos.

5. Considerações finais

Com os resultados analisados podemos concluir que os dados não foram suficientes para afirmar que as pisciculturas de canais de igarapé estejam realizando algum tipo de alteração ambiental nos igarapés estudados. Foram encontradas em torno de seis tipos de categorias tróficas nos ambientes, porém nos igarapés com viveiros este número foi menor e mesmo assim, não podemos afirmar que variação está relacionada às criações de peixes, pois mudanças tróficas ocorrem de forma natural ao longo do gradiente longitudinal do riacho. Porém, a atividade de criação de peixes em leitos de igarapés necessita de gerenciamento dos recursos aquáticos amazônicos para maior e melhor utilização pelos pequenos piscicultores. Outros estudos para identificar mudanças não só na categoria trófica, mas na ecologia trófica ao longo do gradiente combinado com a sazonalidade se faz necessário para assim mitigar possíveis impactos antrópicos. Neste estudo os resultados se limitam a cultivos de pequena escala, realizado em geral por pequenos piscicultores familiares, em condição similar ao previsto na legislação estadual para criações com um módulo de 100m^3 . Entretanto, segundo dados do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) há pisciculturas em módulos de criações contínuas, ou seja, mais de um módulo de 100 m^3 , situados à jusante do módulo inicial, até o limite de 1000 m^3 , os quais não foram investigados e, podem ter impacto diferente desses apresentados no presente estudo.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio financeiro por meio do Edital Universal. E ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Presidente Figueiredo (IFAM CPRF) pelo apoio e suporte para execução do projeto; à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pelo apoio no Laboratório de Limnologia e Qualidade Água e ingresso no programa de pós graduação. Agradecemos também à CAPES pelo bolsa de doutorado de SMS.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

7. Referências bibliográficas

- ABELHA, M.C.F.; Agostinho, A.A.; Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*, 23(2): 425-434. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v23i0.2696>.
- AFFONSO, G.E.; Brasil, E.M.; Souza, R.T.Y.B.; Ono, E.A. 2012. Criação de Matrinchã (*Brycon amazonicus*) em canais de igarapé no Alto Rio Negro, AM. In: Souza, L.A.G. e Castellón, E. G. *Projeto Fronteira: Desvendando as fronteiras do conhecimento na região Amazônica do Alto Rio Negro*. Manaus, AM. INPA.350p.
- ALLAN, J.D.; Erickson, D. L.; Fay, J. 1997. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology*, 37 (1):149-161. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.d01-546.x>
- ANJOS, M. B. 2005. Estrutura de comunidades de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central: composição, distribuição e características tróficas. Manaus, Amazonas. Dissertação de mestrado INPA/UFAM.81p.
- BALDISSEROTTO, B.; Copatti, C.E.; Gomes, L.C.; Chagas, E. C.; Brinn, R. P.; Roubach, R. 2008. Net ion fluxes in the facultative air-breather *Hoplosternum littorale* (tamoata) and the obligate air-breather *Arapaima gigas* (pirarucu) exposed to different Amazonian waters. *Fish Physiology Biochemistry*, 34 (4): 405-412. Doi: 0.1007/s10695-008-9200
- BARROS, DF.; Albernaz, ALM., Zuanon, J.; Espírito Santo, H.M.V., Mendonça, F.P. and Galuch, A.V. 2013. Effects of isolation and environmental variables on fish community structure in the Brazilian Amazon Madeira-Purus interfluvium. *Braz.J.Biol.*, vol.73, n°3, p.491-499.
- BENETTI, C. J.; Hamada, N. 2003. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, 33(4): 701-710. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000400015>.
- BESSA, E.; Geffroy, B.; Gonçalves-de-Freitas, E. 2017. Tourism impact on stream fish measured with an ecological and a behavioural indicator. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27 (6): 1281-1289. <http://doi.org/10.1002/aqc.2804>.
- BORDIGNON, C.R.; Casatti, L.; Pérez-Mayorga, M.A.; Teresa, F.B.; Brejão, G.L. 2015. Fish complementarity is associated to forests in Amazonian streams. *Neotropical Ichthyology*, 13(3): 579-590. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20140157>.

BOJSEN, B.H.; Barriga, R. 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*, 47 (11): 2246-2260. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00956.x>.

BÜHRNHEIM, C. M. 2002. Heterogeneidade de habitats: rasos x fundos em assembléias de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3): 889-905. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752002000300026>.

BÜHRNHEIM, C. M.; Cox-Fernandes, C. 2003. Structure of fish assemblages in Amazonian rian-forest effects of habitats and locality. *Copeia*, 2003 (2): 255-262.

CARVALHO, L. N., Zuanon, J. and Sazima, I. 2009. *Natural history of Amazon fishes. Tropical Biology and Conservation Management: Case studies*, Eolss Publ. p. 113-144.

CARVALHO, R.A. and Tejerina-Garro, F.L. 2015. The influence of environmental variables on the functional structure of headwater stream fish assemblages: a study of two tropical basins in Central Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 13(2): 349-360. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20130148>.

CASATTI, L., Ferreira, C.P. and Carvalho, F.R. 2009. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, 632 (1): 273-283. DOI: 10.1007/s107.50-009-9849-y.

CASATTI, L., Teresa, F.B., Gonçalves-Souza, T., Bessa, E., Manzotti, A.R., Gonçalves, C.S., Zeni, J.O. 2012. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish?. *Neotropical Ichthyology*, 10 (1): 205-214. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252012000100020>.

COLLARES-PEREIRA, M. J.; Magalhães, M. F.; Geraldés, A. M. & Coelho, M. M. 1995. Riparian ecotones and spacial variation of fish assemblages in Portuguese lowland streams. *Hydrobiologia*. 303: 93 – 101.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 1998. Situação fundiária do município de Presidente Figueiredo – AM. Programa de Integração Mineral em municípios da Amazônia. Primaz de Presidente Figueiredo. 26p.

Daga, V.S.; Guiani, E.A.; Cunico, A.M.; Baumgartner, G. 2012. Effects of abiotic on the distribution of fish assemblages in streams with diferente anthropogenic activities in Southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 10(3): 643-652. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252012000300018>.

Darwich, A.J.; Aprile, F.M.; Robertson, B.A. 2005. Variáveis limnológicas: contribuição ao estudo espaço-temporal de águas pretas amazônicas. In: *Biotupé:*

Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio negro, Amazônia Central. Organizadores: E.N. Santos-Silva; F.M. Aprile; V.V. Scudeller; S. Melo. Editora INPA, Manaus.

DELARIVA, R.L.; Agostinho, A.A. 2005. Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids. *Journal of Fish Biology*, 58 (3): 832-847. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00534.x>

ESPIRITO-SANTO, H. M. V. ; Magnusson, W. E. ; Zuanon, J. ; Mendonça, F. P. ; Landeiro, V.L. 2009. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biology*, 54 (3): 536-548. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02129.x>.

ESPIRITO-SANTO, H.M.V.; Magnusson, W.E.; Zuanon, J.; Emílio, T. 2011. Short-term impacts of fish removal from small Amazonian forest atreams. *Biotropica*, 43 (5): 529-532. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00800.x>.

ESPIRITO-SANTO, H.M.V.; Rodríguez, M.A.; Zuanon, J. 2017. Strategies to avoid the trap: stream fish use fine-scale hydrological cues to move between the stream channel and temporary pools. *Hydrobiologia*, 792 (1): 183-194. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3054-6>.

ESTEVEES, K. E.; Aranha, J. M. R. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. Pp. 157-182. In: Caramashi, E. P. et al.(eds.) Ecologia de peixes de riachos. *Ecologia Brasiliensis*, Vol. VI, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil. 260p.

FERNANDES, S.; Leitão, R.; Dary, E. P.; Guerreiro, A. I. C.; Zuanon, J.; Bührnhein, C.M. 2017. Diet of two syntopic species of Crenuchidae (Ostariophysi: Characiformes) in na Amazonian rocky stream. *Biota Neotropica*, 17 (1): 1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-n-2016-0281>.

FERREIRA, S.J.F.; Miranda, S.A.F.; Marques-Filho, A.O.; Silva, C.C. 2012. Efeito da pressão antrópica sobre igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, área de floresta na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 42 (4): 533-540. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000400011>.

FIM, J.D.I.; Guimarães, S.F.; Filho, A.S.; Bobote, A.G.; Filho, G.R.N. 2009. *Manual de criação de matrinchã (Brycon amazonicus) em canais de igarapé*. Editora INPA. Manaus-AM. 48p.

FREDERICO, R.G.; Marco-Jr, P.; Zuanon, J. 2014. Evaluating the use of macroscale variables as proxies for local aquatic variables and to model stream fish distributions. *Freshwater Biology*, 59 (11): 2303-2314. <http://doi.org/10.1111/fwb.12432>.

GALVIS, G.; Mojica, J.I.; Duque, S.R.; Castellanos, C.; Sánchez-Duarte, P.; Arce, M.; Gutiérrez, A.; Jiménez, L.F.; Santos, M.; Vejarano, S.; Arbeláez, F.; Prieto, E.; Leiva,

M.; Calle, J.C. 2006. *Peces del médio Amazonas: Región de Letticia*. Conservación Internacional. Serie de Guías Tropicales de Campo n°5. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 548p.

GUEDES, H.A.S.; Silva, D.D.; Elesbon, A.A.A.; Ribeiro, C.B.M.; Matos, A.T.; Soares, J.H.P. 2012. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(5): 558-563. <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662012000500012>.

HORBE, Adriana M.C.; Gomes, L.F.; Miranda, Sebastião F.; Silva, Maria do S.R. 2005. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. *Acta Amazonica*. Vol 35 (2): 119-124. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000200002>.

HORBE, A.M.C.; Oliveira, L.G. de Souza. 2008. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. *Revista Acta Amazonica*. Vol. 38 (4): 753-760.

HYSLOP, E. J. 1980. Stomach contents analysis: review of methods and their applications. *Journal of Fish Biology*, 17 (4): 411 – 429. <https://doi.org/10.1111/j.10958649.1980.tb02775.x>.

KAWAGUCHI, Y., Taniguchi, Y.; Nakano, S. 2003. Terrestrial invertebrate inputs determine the local abundance of stream fishes in a forested stream. *Ecology*, 84 (3): 701–708. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[0701:TIIDTL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[0701:TIIDTL]2.0.CO;2).

KEMENES, A.; Forsberg, BR. 2014. Factors influencing the structure and spatial distribution of fishes in the headwater streams of the Jaú River in the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Biology*, 74 (3): S023-S032. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.06812>.

LEMKE, A.P.; Suárez, Y. R. 2013. Influence of local and landscape characteristics on the distribution and diversity of fish assemblages of streams in the Ivinhema River basin, Upper Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 25 (4): 451-462. <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x2013000400010>.

MENDONÇA, F.P.; Magnusson, W.E; Zuanon, J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of Central Amazonia. *Copeia*, 2005 (4): 751–764. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2005\)005\[075:RBHCAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2005)005[075:RBHCAF]2.0.CO;2).

MÉRONA, B.; Mérona, J.R. 2004. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*, 2(2): 75-84. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252004000200004>.

MORTATI, A. F. 2004. Colonização por peixes no folhiços submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapés na

Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas / Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus – AM.

MOURA, Sarita. 2009. Diagnóstico ambiental urbano da cidade de Novo Airão – Amazonas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. São Carlos – SP. 182p.

NESSIMIAN, J.L.; Venticinquê, E.M.; Zuanon, J.; Marco-Jr, P.; Gordo, M.; Fidelis, L.; Batista, J. D.; Juen, L. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*, 614 (1):117. Doi: 10.1007/s10750-008-9441-x.

PANTOJA-LIMA, J.; Santos, S.M.; Oliveira, A.T.; Araújo, R.L.; Silva-Junior, J.A.L.; Bernardino, G.; Alves, R.R.S.; Ferraz-filho A.; Gomes, A.L.; Aride, P.H.R. 2015. Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas. In: Dias, M.T., Mariano, W.S. (Org.). *Aquicultura no Brasil: novas perspectivas*. 2ed. São Carlos. v.2, p.313-332.

PAZIN, V.F.V.; Magnusson, W.E.; Zuanon, J.; Mendonça, F.P. 2006. Fish assemblages in temporary ponds adjacent to “terra-firme” streams in Central Amazonia. *Freshwater Biology*, 51 (6): 1025-1037. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2006.01552.x.

PUSEY, B. J.; Arthington, A.H. 2003. Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review. *Marine and Freshwater Research*, 54 (1): 1-16. <https://doi.org/10.1071/MF02041>.

REZENDE, C. F. 2007. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados associados ao folhíço submerso de remanso e correnteza em igarapés da Amazônia Central. *Biota Neotropica [online]*, 7 (2): 301-305. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032007000200034>.

ROCHA, C.M.C.; Routledge, E.A.B.; Lima, A. F.; Varela, E.S.; Lundstedt, L.M. Panorama da aquicultura na Amazônia. 2015. *Revista de Agropecuária da Embrapa Oriental – Agro Foco*. Ano I. n°2.

RODRIGUES, T.E.; Júnior, R.C.O.; Santos, P.L.; Silva, P.R.O. 2001. Caracterização e classificação dos solos do município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas. *Documento 123. Embrapa Amazônia Oriental*. 50p.

ROSA, R. S.; Aguiar, A.C.F.; Boechat, I.G.; Gücker, B. 2013. Impacts of fish farm pollution on ecosystem structure and function of tropical headwater streams. *Environmental Pollution*, vol. 174, p. 204-213. <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.11.034>.

SABINO, J.; Zuanon, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 8(3):201 – 210.

SANTOS, S.M. 2005. Relações tróficas entre *Carnegiella marthae* Myers, 1927, *C. strigata* (günther, 1864) e *Gnathocharax steindachneri* Fowler, 1913 (Osteichthyes: characiformes) em igarapés próximo ao Lago Amanã – Amazonas – Brasil. Manaus, Amazonas. Dissertação de mestrado INPA/UFAM. 52p.

SANTOS, S.M.; Lima, J.P.; Oliveira, A.T.; Aride, P.H.R.; Barbosa, R.P.; Freitas, C.E.C. 2015. Interações tróficas entre as comunidades de peixes e a floresta ripária de igarapés de terra firme (Presidente Figueiredo – Amazonas – Brasil). *Revista Colombiana de Ciência Animal*, 7 (1): 35-43.

SILVA, M.S.G.M.; Losekann, M.E.; Hisano, H. 2013. Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. *EMBRAPA Meio Ambiente*. Documento 95. Jaguariúna, SP.

SMITH, W.S.; Barrella, W.; Cetra, M. 1997. Comunidade de peixes como indicadora de poluição ambiental. *Revista Brasileira de Ecologia*, n.1, pp. 67-71.

TAPHORN, D.C. 1992. The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. Biollania. Edición Especial Biollania. n°4. *Monografías Científicas del Museo de Ciencias Naturales UNELLEZ*. 537p.

TERESA, F.B.; Casatti, L. and Cianciaruso, M.V. 2015. Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. *Neotropical Ichthyology*, 13(2) 361-370. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20130229>.

TOLEDO, L.G.; Nicolella, G. 2002. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p. 181-186.

VALLE, F. A. S. 2013. Influência da heterogeneidade do substrato e da profundidade sobre as categorias tróficas de peixes de igarapés na Amazônia. Manaus, Amazonas. Dissertação de mestrado INPA/UFAM. 60p.

VANNOTE, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R.; Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 37 (1): pp.130-137. <https://doi.org/10.1139/f80-017>.

VAZZOLER, A.E.A. de M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Editora da Universidade Estadual de Maringá. Nupelia. Maringá-PR. 191p.