

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS- FCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E RECURSOS  
PESQUEIROS – PPGCARP

Dissertação

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E DA INTENSIDADE DA PESCA  
NAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE UMA SUB-BACIA NO MÉDIO RIO  
NEGRO, AMAZONAS, BRASIL.**

LUISA DA CONCEIÇÃO FERNANDO SAMBORA

MANAUS - AMAZONAS

JANEIRO - 2021

LUISA DA CONCEIÇÃO FERNANDO SAMBORA

**INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E DA INTENSIDADE DA PESCA  
NAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE UMA SUB-BACIA NO MÉDIO RIO  
NEGRO, AMAZONAS, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros – PPGCARP, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração: Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Área de Concentração: Uso sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais

Linha de Pesquisa: Ecologia de Recursos Pesqueiros e ambiente

Orientador: Prof. Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas

MANAUS - AMAZONAS

JANEIRO - 2021

BANCA EXAMINADORA:

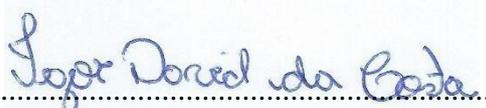
Aprovada em 20 de janeiro de 2021



Doutor (a).....  
Dr. Carlos Edwar de  
Carvalho Freiras (Presidente)



Doutor (a) .....  
Dr. Miguel Petrere  
Junior (Membro  
Titular)



Doutor (a) .....  
Dr. Igor David da  
Costa (Membro  
Titular)



Ciência do Discente: .....  
(Assinatura)

### Ficha Catalográfica

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

S187i Sambora, Luisa da Conceição Fernando  
Influência de fatores ambientais e da intensidade da pesca nas assembleias de peixes de uma sub-bacia no médio Rio Negro, Amazonas, Brasil / Luisa da Conceição Fernando Sambora . 2021  
68 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Carlos Edwar de Carvalho Freitas  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Amazonas. 2. Assembleia de peixes. 3. Médio Rio Negro. 4. Diversidade. I. Freitas, Carlos Edwar de Carvalho. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**Dedicatória**

*A minha mãe Mariana Madeira Oficial (in memoriam) que desde cedo me ensinou a trilhar pelo caminho da busca pelo conhecimento e nunca desistir dos meus sonhos. Ao meu amado esposo Adelson Ventura pelo apoio incondicional e pela paciência de suportar a distância ao longo dos 2 anos e aos meus filhos Patrick e Eliane, dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Carlos Edwar de Carvalho Freitas, meu muito obrigada pelos ensinamentos, pela paciência, incentivo e palavras de encorajamento que diante das minhas inúmeras dificuldades soube me orientar da melhor maneira.

Agradeço a Universidade Federal do Amazonas pela oportunidade de integrar o quadro de estudantes do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros (PPG-CARP).

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

Aos professores do programa, Flávia, Kedma, Sanny, Jansen, Gabriela, Edsandra, Vandick, que sempre estiveram à disposição para ajudar e desta forma contribuindo para minha formação.

À Deus pelo dom da vida, pela saúde e por permitir que chegasse até onde cheguei, se aqui estou é porque o Senhor permitiu e nunca me abandonou diante das adversidades encontradas pelo caminho.

À minha família, em especial aos meus tios Boné, Eva, Victoria, Escuro pela educação, cuidado e apoio sempre que precisei, aos meus irmãos Cancer e Mariana por aturarem e suportarem as minhas chatices.

Aos colegas e amigos da turma do PPG-CARP 2019, Adriana (*in memoriam*), Euclides, Paula, Flávia, Neiana, Alexandre, Karina, Anna, Marilson, Marcio, Edson, Dimeson, Thiago, Pedro e Gilberto. Obrigada Euclides por sempre dar uma arrumada nas minhas apresentações!

Aos membros do Instituto Piatam, Chiara, Marcos, Diego, Octavio, Giulia que para além dos momentos de descontração, estiveram sempre à disposição me apoiando da melhor maneira possível. Especial agradecimento ao Jamerson, pelo apoio incondicional na leitura, correções, sugestões realizadas na dissertação, e por me fazer acreditar e confiar nas minhas capacidades.

Ao seu Ivanildo pela ajuda na coleta de dados no rio Araca-Demeni, pela paciência, ensinamentos e pelas histórias engraças contadas, que de certa forma tornaram esse momento muito descontraído e marcante na minha vida.

Aos amigos Moçambicanos, Iolanda, Sumbana, Mazalo, Jeronimo, Sebastião, Jorge, Mussa, Leonel e Venâncio que juntos compartilhamos momentos inesquecíveis em Manaus.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização do trabalho, meu muito obrigada!

**SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
OBJETIVOS.....	14
Objetivo geral.....	14
Objetivos específicos.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO I.....	19
Influência de fatores abióticos na composição das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni no médio rio Negro.....	20
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30
CAPÍTULO II.....	48
Efeito da intensidade da pesca sobre as assembleias de peixes em uma sub-bacia do médio rio Negro (Amazonas – Brasil) .....	49
CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

## RESUMO

A bacia do rio Negro, na porção noroeste da Amazônia, é um sistema bastante complexo que abriga uma elevada diversidade de peixe. Identificar os fatores que explicam essa diversidade é um desafio para a ciência e fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação. O ciclo hidrológico sazonal é um fator de grande importância, uma vez que garante a disponibilidade dos diversos habitats, proporcionando maior quantidade de alimento. No entanto, na região são praticadas quatro modalidades de pesca: subsistência, ornamental, comercial e esportiva, sendo a pesca de subsistência a principal atividade da população desde os tempos remotos. O presente estudo avalia a influência de fatores ambientais e da intensidade da pesca nas assembleias de peixes de uma sub-bacia no médio rio Negro. Para isso foram amostrados seis pontos de coletas, nos rios Aracá, Demeni e após a confluência entre os dois rios, mediante pescarias experimentais em duas fases do ciclo hidrológico (seca e cheia). Foram coletados 3.178 exemplares, sendo os Characiformes, Siluriformes e Cichliformes as ordens que apresentaram maiores riquezas. Os descritores ecológicos dos pontos amostrais, nos períodos (seca e cheia) apresentaram estimativas gerais variando entre; A riqueza de espécies variou de 19 a 58 espécies e a abundância variou entre 90 e 567 indivíduos. O índice de Shannon foi similar em ambos os períodos tendo estimativas entre 2,00 e 3,38, a equitabilidade e dominância ( $P = 0,64$ ,  $P = 0,19$ ) também se mostrou similar entre os períodos. Os padrões de diversidade beta na sub-bacia Aracá-Demeni são causados por substituição de espécies ( $B_{SOR} = 0,65$ ). As assembleias de peixes são influenciadas pelas variáveis ambientais, condutividade e oxigênio dissolvido ( $r^2 = 51,9\%$ ;  $p = 0,0082$ ). No que se refere a pesca, as regressões mostraram correlação entre a riqueza(S) e intensidade de pesca(IP) (Pseudo- $R^2=0,53$ ); e a diversidade ( $H'$ ) e intensidade de pesca (IP) ( $R^2=0,44$ ), evidenciando que na região do médio rio Negro a atividade pesqueira pode estar influenciando na estrutura das assembleias. Os resultados encontrados mostram que tanto a sazonalidade, fatores espaciais e a pesca exercem influência sobre as assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni, região do médio rio Negro.

**Palavras-chave:** Amazonas, assembleia de peixes, médio rio Negro, diversidade

**ABSTRACT**

The Negro river basin, in the northwest portion of the Amazon, it's a very complex system which has a high diversity of fish. Identify the factors that explain this diversity is a challenge for science and fundamental for development conservation strategies. The seasonal hydrological cycle is a very important factor, as it guarantees availability of the different habitats, providing greater amount of food. However, in the region different fishing modalities are practiced: subsistence, ornamental, commercial and sport fishing, being the main activity of the population since ancient times. However, the present study assesses the influence of environmental factors and the intensity of fishing on fish assemblages in a sub-basin in the middle Negro river. For this, six sampling points were sampled (Aracá river, Demeni river and Confluence) through experimental fisheries in two phases totaling twelve samplings. From the data ecological descriptors of fish assemblages were estimated in a total of 3.178 fish caught, the Characiformes, Siluriformes and Cichliformes being the orders that presented greatest riches. The species richness varied from 19 to 58 species and the abundance varied between 90 and 567 individuals for the two hydrological periods, the Shannon index was similar in both periods with estimates between 2.00 and 3.38, equitability and dominance ( $P = 0.64$ ,  $P = 0.19$ ) was also found to be similar between periods. Beta diversity standards in the Aracá-Demeni sub-basin are caused by species substitution. The fish assemblages are influenced by environmental variables, conductivity and dissolved oxygen ( $r^2 = 51.9\%$ ). With regard to fishing, the regressions showed a correlation between richness (S) and fishing intensity (IP) Pseudo- $R^2=0.53$ , and diversity ( $H'$ ) and fishing intensity (IP) Pseudo- $R^2=0.44$ , showing that middle of the Negro river the fishing activity may be influencing the structure of the fish assemblies. The results show that seasonality, spatial factors and fishing exert influence on fish assemblages in the Aracá-Demeni sub-basin, middle of the Negro river.

**Keyword:** Amazon, fish assemblage, middle Negro river, diversity.

## INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Amazônico possui a mais elevada riqueza e diversificada fauna de peixes de águas interiores a nível global (VAL et al., 2010; JETZ & FINE, 2012; REIS et al., 2016; DAGOSTA & PINNA, 2019), estando distribuídas nas diversas sub-bacias que o compõem e apresentam ambientes distintos com águas pretas, claras e brancas (FINK & FINK, 1978; BOGOTÁ-GREGORY et al. 2020). Tais rios apresentam características físicas e químicas determinadas pela geologia da bacia de drenagem (JUNK et al., 1989). Dentre os diversos fatores ambientais que governam a elevada riqueza e diversidade ictíca da bacia Amazônica, destacam-se a variação do nível hidrológico (VANNOTE et al., 1980; JUNK et al., 1989; LEAL et al. 2018), e a complexidade de habitats (FREITAS et al., 2010; JUNK et al., 2012).

A compreensão de fatores que expliquem a enorme riqueza e diversidade existente na bacia Amazônica, representa um desafio devido a sua grande extensão (NEILL et al., 2006), a topografia, estrutura geológica da área de drenagem (WALLACE, 1953), os numerosos e complexos tipos de habitats (REIS et al., 2016), assim como o pulso de inundação (JUNK et al., 1989; BITTENCOURT & AMADIO, 2007; HURD et al., 2016).

No entanto, estudos vem sendo realizados, tal como o de BOGOTÁ-GREGORY et al. (2020), que refere que a compreensão de como as assembleias de peixes são estruturadas mediante variações nas propriedades físico-químicas da água é ainda incompleto. Segundo LEIBOLD et al. (2004), COTTENIE (2005), SOININEN, McDONALD & HILLEBRAND (2007), a compreensão de como as espécies estão distribuídas ao longo do espaço e o entendimento de quais os fatores e processos que geram esses padrões representam o principal objetivo da ecologia de comunidades.

Como forma de compreender os padrões de distribuição e o nível de exploração dos recursos pesqueiros, vários estudos foram realizados em diferentes rios da bacia Amazônica. Na bacia do Rio Negro, alguns estudos referentes a riqueza e diversidade de assembleias de peixes merecem destaque, como: Os estudos de SOARES & YAMAMOTO, (2005), que analisaram a diversidade e composição da ictiofauna do lago Tupé, tendo capturado 2.292 exemplares de peixes distribuídos em cinco ordens, 22 famílias, e 84 espécies, sendo a ordem dos Characiformes (10 famílias e 48 espécies) e Siluriformes (7 famílias e 20 espécies) as mais ricas e dominantes. Foi evidenciando que existem diferenças na diversidade entre os períodos da seca e cheia, tendo sido obtido

maior diversidade ( $H' = 4,13$ ) na no período da cheia; LEOBENS et al., (2016), Analisando a diversidade de assembleias de peixes em floresta alagada de águas pretas da Amazônia Central, coletaram 650 indivíduos, distribuídos em quatro ordens, 20 famílias, tendo as espécies capturadas apontado elevada diversidade ictica da floresta alagada por águas pretas do Parque Nacional de Anavilhanas, com índice de diversidade de Shannon estimado para as assembleias de peixes igual ( $H' = 3,318$ ); FARIAS et al., (2017), em seu estudo, com objetivo de avaliar e caracterizar a composição e a estrutura das assembleias de peixes nos lagos de água preta do médio Rio Negro, coletaram 1.985 exemplares, distribuídos em seis ordens, 22 famílias e 82 espécies, sendo os Characiformes (40 espécies de 12 famílias) e Siluriformes (29 espécies de cinco famílias) as ordens com maior dominância sobre a composição ictica, com índice de Shannon estimado para as assembleias de peixes igual ( $H' = 2,894$ ); BELTRÃO & SOARES (2018), em seu estudo que teve como objetivo de avaliar e caracterizar diferenças sazonais da ictiofauna do lago e igarapés da RDS-Tupé, Amazônia Central, coletaram 2.259 exemplares de peixes, distribuídos em 87 espécies, a composição das assembleias de peixes apresentou variações sazonais significativas em nível de riqueza, abundância, diversidade e dominância. A riqueza absoluta (S) esteve entre (11 a 51) e a abundância (N) entre (109 a 1.306), tendo sido significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ), a diversidade de Shannon ( $H' = 2,90$ ) foi maior na cheia e menor ( $H' = 1,90$ ) na seca; BELTRÃO et al., (2019), mediante o inventario realizado no Rio Negro, com objetivo de listar as espécies existentes, mostraram que no Rio Negro existe uma alta riqueza de espécies de peixes, tendo até o presente momento um total de 1.165 espécies já descritas. Todas as pesquisas foram, realizadas com o objetivo de compreender e conhecer a riqueza, diversidade assim como a sua dinâmica.

Mediante a realização desses estudos, foi observado que a bacia do Rio Negro apresenta elevada riqueza de espécies (BELTRÃO et al., 2019), e também possui grande importância socioeconômica, visto que na região existe atividade pesqueira, sendo ela a principal fonte de recursos para a população ribeirinha local (BAYLEY & PETRERE Jr., 1989; SANTOS & SANTOS, 2005; CARDOSO & FREITAS, 2007; FERREIRA et al., 2013). Porém, a atividade pesqueira vem se intensificando no decorrer dos anos (SILVA, 2003; SILVA, 2011), mediante ao crescente número de pescadores (GARCEZ et al., 2019), as diferentes modalidades de pesca praticadas (FREITAS & RIVAS, 2006), a modernização das embarcações, apetrechos de pesca e a seletividade das espécies, que na maioria das vezes são ditadas pela demanda e pelo preço de mercado (FREITAS &

RIVAS, 2006; DIAS et al., 2020). Fatores como o crescente número de pescadores e a seletividade de alguns estoques pesqueiros em detrimento dos outros, vem se refletindo na constante pressão e degradação que o ecossistema e seus recursos vem sofrendo (RENÓ et al., 2011; BARRA, 2016).

Desse modo, evidenciamos que o conhecimento das características e a compreensão dos mecanismos que governam esse vasto ecossistema, é de elevada importância pois proporciona melhor entendimento na tomada de decisões que ajudam a garantir a exploração e exploração sustentável, permitindo a manutenção de tais recursos.

Nesse contexto, o presente estudo foi composto por dois capítulos. No primeiro capítulo foi investigada a influência de fatores ambientais sobre as assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni e no segundo capítulo, foi avaliada intensidade da pesca sobre a composição e estrutura das assembleias de peixes na sub-bacia do Aracá-Demeni, Médio Rio Negro. Com os resultados do presente estudo, esperamos contribuir para a formação da base de conhecimento necessária para a proposição de estratégias que garantam a gestão da pesca e a conservação das assembleias de peixes na bacia Amazônica.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Comparar as assembleias de peixes de uma sub-bacia no médio Rio Negro, composta por dois tributários com características limnológicas distintas (água preta e clara), avaliando a influência de fatores ambientais e a intensidade da pesca sobre a composição e estrutura dessas assembleias.

### **Objetivos específicos**

1. Caracterizar a composição e estrutura das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni ao longo do ciclo sazonal de águas altas e baixas.
2. Avaliar o efeito das variáveis ambientais, no período de águas altas e baixas, sobre a composição das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni.
3. Avaliar a intensidade da pesca sobre a composição e estrutura das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni, médio Rio Negro.

## REFERÊNCIAS

- BARRA, C. S. 2016. Recreational fishing and territorial management in indigenous Amazonia. In: Taylor, WW; Bartley, DM; Goddard, CI, Leonard, NJ; Welcomme, R(Ed.). Freshwater, fish and the future. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome; Michigan State University, East Lansing; and American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- BAYLEY, P. B.; PETRERE Jr, M. Amazon fisheries: assessment methods, current status, and management options. In: DODGE, D. P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 106, p. 385-398, 1989.
- BELTRÃO, H.; ZUANON, J.; FERREIRA, E. Checklist of the ichthyofauna of the Rio Negro basin in the Brazilian Amazon. ZooKeys n. 881, p. 53–89, 2019.
- BELTRÃO, H.; SOARES, M.G.M. Variação temporal na composição da ictiofauna do lago e igarapés da Reserva de Desenvolvimento Sustentável RDS-Tupé, Amazônia Central. Biota Amazônia, v. 8, n. 1, p. 34-42, 2018.
- BITTENCOURT, M.M.; AMADIO, S.A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. Acta Amazonica, 37(2): 303-308. 2007.
- BOGOTÁ-GREGORY, J. D.; LIMA, F. C. T.; CORREA, S. B.; OLIVEIRA, C. S.; JENKINS, D. G.; RIBEIRO, F. R.; LOVEJOY, N. R.; REIS, R. E.; CRAMPTON, W. G. R. 2020. Biogeochemical water type influences community composition, species richness, and biomass in megadiverse Amazonian fish assemblages. Nature Research, 1-15p. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72349-0v>
- CARDOSO, R.S.; FREITAS, C.E.C. Desembarque e esforço de pesca da frota pesqueira comercial de Manicoré (Médio Rio Madeira), Amazonas, Brasil. Acta Amazonica, 37(4): 605-612. 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000400016>.
- COTTENIE, K. Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. Ecology Letters, 8: 1175-1182. 2005.
- DAGOSTA, F.C.P.; PINNA, M.D. The Fishes of the Amazon: distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. Bulletin of the American Museum of Natural History, 431:1-163. 2019.
- DIAS, G.K.S.; SOUZA, L.A.; FREITAS, C.E.C. Spatial and seasonal variation of peacock bass (*cichla* spp.) fishery: An analysis of catches landed in Manaus, Amazonas State, Brazil. Bol. Inst. Pesca, 46(3):1-9. 2020. doi: 10.20950/1678-2305.2020.46.3.595
- FARIAS, E. U.; LEOBENS, S. C.; YAMAMOTO, K. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FREITAS, C. E. C.; BELTRÃO, H. D. A.; MAGALHÃES, E. R. S. Assembleia de

- peixes em lagos do rio Quiuini, um tributário do rio Negro, Amazonas, Brasil. *Biota amazonia*, 7(1): 74-81, 2017.
- FERREIRA, R.D.; LEÃO, J.A.D.; SILVA, T.S.F.; RENNÓ, C.D.; NOVO, E.M.L.M.; BARBOSA, C.C.F. Atualização e correção do delineamento de áreas alagáveis da bacia Amazônica. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, p. 5864-5871, 2013.
- FINK, W. I. & FINK, S. V. A Amazônia Central e seus peixes. *Acta Amazonica*, 8(4): 19-42, 1978.
- FREITAS, C.E.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.; PRADO, K.; YAMAMOTO, K.; HURD, L. Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes. *Amazon Basin: Plant Life, Wildlife and Environment. Environmental Research and Advances Series*, Nova Science Publ., Inc. New York, p. 43-78, 2010.
- FREITAS, C.E.C.; RIVAS, A.A.F. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia ocidental. *Ciência e Cultura versão online*, 58(3): 30-32, 2006.
- GARCEZ, R. C. S.; OLIVEIRA, C. M.; SAMT'ANNA, I. R. A.; MARSHALL, B. G.; FREITAS, C. E. C. Growth parameters and yield per recruit analysis for the armoured catfish *pterygoplichthys pardalis* sampled in the low reach of the amazonas river. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 45, n.2, p. 2-8, 2019.
- HURD, L.E.; SOUSA, R.G.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K.S.; COOPER, G.J.; KAHN, J.R.; FREITAS, C.E.C. Amazon floodplain fish communities: habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. *Biological Conservation*, 195: 118-127, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.01.005>.
- JETZ, W. & FINE, P. V. Global gradients in vertebrate diversity predicted by historical area-productivity dynamics and contemporary environment. *PLoS Biology*, 10, e1001292, 2012.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHONGART, J.; WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, v. 20, p. 461-475, 2012.
- LEAL, W.M.M.; FREITAS, C. E. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K. Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica brasileira. *Scientia Amazonia*, v. 7, n.1, 1-10, 2018.
- LEIBOLD, M.A., HOLYOAK, M., MOUQUET, N., Amarasekare, P., Chase, J.M., Hoopes, M.F. et al. (2004). The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecol. Lett.* 7, 601-613.

- LEOBENS, S.C.; FARIAS, E.U.; YAMAMOTO, K.C.; FREITAS, C.E.C. Diversidade de assembleias de peixes em floresta alagada de águas pretas da Amazônia Central. *Scientia Amazonia*, 5(1): 37-44, 2016.
- LEOBENS, S.C., FARIAS, E.U., FREITAS, C.E.C., YAMAMOTO, K.C. Influence of hydrological cycle on the composition and structure of fish assemblages in an igapó forest, Amazonas, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*. 45(1): 1-10, 2019.
- NEIL, C.; ELSENBEER, H.; KRUSCHE, A. V.; LEHMANN, J.; MARKEWITZ, D.; FIGUEIREDO, R. O. Hydrological and Biogeochemical Processes in a Changing Amazon: Results from small watershed studies and the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment. *Hydrological Processes*, v. 20, n. 12, p. 2467-2477, 2006.
- REIS, R.; ALBERT, J.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M.; PETRY, P.; ROCHA, L. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.
- RENÓ, V. F.; NOVO, E. M. L. M.; SUEMITSU, C.; RENNÓ, C. D.; SILVA, T. S. F. Assessment of deforestation in the Lower Amazon floodplain using historical Landsat MSS/TM imagery. *Remote Sensing of Environment*, v. 115, p. 3446-3456, 2011.
- SANTOS, G.M.; SANTOS, A.C.M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(54): 165-182, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000200010>.
- SILVA, A. L. Uso de recursos por populações ribeirinhas no médio Rio Negro. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SILVA, A. L. D. Entre tradições e modernidade: conhecimento ecológico local, conflitos de pesca e manejo pesqueiro no rio Negro, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, p.141-163, 2011.
- SOARES, M. G. M.; YAMAMOTO, K.C. Diversidade e composição da ictiofauna do Lago Tupé. In: SANTOS-SILVA, E.N; APRILE, F. M.; SCUDELLER, V.V.; MELO, S. (Ed.). *Biotupé: Meio Físico, Diversidade Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. Manaus: Editora INPA, p. 181-197, 2005.
- SOININEN, J; McDONALD, R; HILLEBRAND, H. The distance decay of similarity in ecological communities. *Ecography*, 30: 3-12, 2007. doi: 10.1111/j.2006.0906-7590.04817.x
- VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; FEARNSIDE, P.M.; SANTOS, G. M.; Piedade, M.T.F.; JUNK, W.; NOZAWA, S. R.; SILVA, S.T.; DANTAS, F. A. C. Amazônia: recursos hídricos e sustentabilidade. In: Tundisi, J. (ed.) *Recursos Hídricos*. Academia Brasileira de Ciências (ABC) & Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo. p. 95-109, 2010.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1), 130-137, 1980.

WALLACE, A.R. A narrative of travels on the Amazon and Rio Negro, with an account of the native tribes, and observations on the climate, geology and natural history of the Amazon valley. Reeve and Co. 1853.

## CAPÍTULO I

Influência de fatores abióticos na composição das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni no médio rio Negro.

## **Influência de fatores abióticos na composição das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni no médio rio Negro**

Luisa da Conceição Fernando Sambora<sup>1\*</sup>, Jamerson Aguiar-Santos<sup>2</sup>, Flávia Kelly Siqueira-Souza<sup>3</sup> & Carlos Edwar de Carvalho Freitas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, AM.

<sup>2</sup>Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Campus II, CEP: 69080-971, Manaus, AM.

<sup>3</sup>Professor titular na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Pesqueiras, Av. Gen. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, Coroado II, CEP 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

\* Autor para correspondência: Luisa da Conceição Fernando Sambora, e-mail: samboraluisa@gmail.com

### **RESUMO**

O objetivo do trabalho foi de avaliar a influência da variação sazonal e espacial na composição e estrutura das assembleias de peixes em rio de água preta e clara, sub-bacia Araca-Demeni no médio rio Negro. As coletas foram realizadas no período sazonal de águas baixas (Novembro de 2018) e altas (Abril de 2019) por meio de baterias de dez malhadeiras de dimensões padronizadas, com diversos tamanhos de malhas variando de 30mm a 120mm entre nós. Foram coletados 3.178 exemplares, distribuídos em sete ordens, 23 famílias e 128 espécies. Os Characiformes e Siluriformes foram as ordens mais dominantes representando aproximadamente 92% dos exemplares capturados. Serrasalminidae, Cichlidae, Pimelodidae, Loricariidae e Curimatidae foram as famílias mais abundantes, e em nível de espécie *Ageneiosus inermis*, *Hemiodus unimaculatus*, *Serrasalmus rhombeus*, *Cyphocharax abramoides*, *Agoniatas halecinus*, *Triportheus albus*, *Serrasalmus gouldingi*, *Acestrorhynchus falcistrostris*, *Bryconops alburnoides* e *Cynodon gibbus*. Os descritores ecológicos das assembleias de peixes foram investigados através da abundância numérica (N), riqueza (S), índice de diversidade de Shannon-Weaner (H'), equitabilidade pelo índice de Pielou (J') e dominância pelo índice de Berger-Parker (d). A riqueza potencial de espécies foi estimada pelo índice Jackknife.

Os índices de riqueza ( $P>0,05$ ), equitabilidade ( $P>0,05$ ), Shannon-Wiener ( $P>0,05$ ), e Berger-Parker ( $P>0,05$ ) não apresentaram diferenças significativas nos períodos sazonais. A composição específica da ictiofauna das assembleias de peixes apresenta variações significativas ao longo do ciclo sazonal ( $P<0,05$ ). A diversidade beta na sub-bacia Aracá-Demeni é quase completamente ocasionada por substituição de espécies, sendo o turnover espacial responsável pela maior parte da estimativa. As variáveis ambientais influenciam na variação da composição de espécies, com principal enfoque para a condutividade e oxigênio dissolvido.

**Palavras-chave:** ictiofauna, bacia amazônica, diversidade, Rio Negro, cheia, seca, água preta.

## INTRODUÇÃO

A bacia Amazônica abriga uma elevada diversidade de peixes, com mais 2.700 espécies descritas, incluindo 1.696 endêmicas neste vasto ecossistema (DAGOSTA & PINNA, 2019; REIS et al., 2016). Nesse ambiente, a estrutura e composição das assembleias de peixes são influenciadas pelo pulso inundaçã, que altera as características da paisagem, promovendo mudanças na disponibilidade de habitats para alimentação, desova e crescimento, e pelas características físico-químicas das águas (JUNK et al., 1989, TEJERINA-GARRO et al., 1998; CORREA, et al. 2008).

No período das águas altas, ocorre o processo de inundaçã do canal principal para as regiões margina, que aumenta a conectividade entre os diversos habitats que compõem o sistema alagado. Com o aumento do nível do rio, as assembleias de peixes dispõem de maior área de dispersã para alimentação, reprodução e refúgio anti-predaçã (JUNK et al., 1989; ROPKE et al., 2015; BELTRÃO & SARES 2018). Já no período das águas baixas, devido a retraçã das águas, ocasiona maior adensamento dos indivíduos, favorecendo no aumento da predaçã, e os peixes residentes se refugiam no canal principal do rio, ou ficam isolados em lagos com baixo volume de água, até o início da enchente que promove a renovaçã de água e nutrientes nas planícies adjacentes aos grandes rios, beneficiando os organismos aquáticos (COX-FERNANDES, 1997; JUNK, 2000; FREITAS & GARCEZ, 2004).

A bacia do rio Negro apresenta uma elevada riqueza de espécies de peixes que habitam diversos corpos d'água, incluindo rios, lagos, igarapés e campos alagados (GOULDING et al., 1988; GARCIA, 1995; YAMAMOTO et al., 2014). Dentre os muitos rios que compõem a bacia do rio Negro, destaca-se a sub-bacia do Araca-Demeni, localizada na margem esquerda do trecho médio do rio Negro. É constituída de rios com características físico-químicas distintas, representadas pelo rio Aracá, um tributário de água preta e pelo rio Demeni, um tributário de água clara (SIOLI, 1956; OLIVEIRA et al. 2011).

Entender os processos determinantes da estruturação de assembleias naturais é um constante desafio em ecologia. Sendo ainda mais desafiador na Amazônia, em face da complexidade ambiental, com grande heterogeneidade de habitats, e da dinâmica sazonal que altera ciclicamente a paisagem. O entendimento da importância desses processos para a diversidade de peixes é fundamental para a proposição de estratégias robustas de manejo pesqueiro e conservação. Diante disso, o presente estudo objetivou investigar a influência de fatores ambientais sobre as assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni, testando a hipótese de diferenças sazonais e espaciais na composição e estrutura dessas assembleias.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

O estudo foi realizado em uma sub-bacia do médio rio Negro, formada por dois tributários principais: os rios Demeni e Aracá (Fig.1). O rio Demeni apresenta características limnológicas distintas de outros rios da bacia do rio Negro, apresentando água de cor clara, com carga de sedimentos em suspensão mais alta se comparados com os rios de água preta da mesma bacia. No período chuvoso pode ficar com as águas turvas devido ao aumento do material em suspensão na coluna da água (SIOLI, 1956; OLIVEIRA et al. 2011). Este possui baixa condutividade ( $\sim 10,0 \mu\text{S} / \text{cm}^2$ ) e os valores de pH atingem a neutralidade (SIOLI, 1984). O rio Aracá é um típico rio de águas pretas, com baixa concentração de nutrientes, pH ácido e altas concentrações de ácidos húmicos e orgânicos (GOULDING, 1988).

## **Coleta de dados**

As coletas foram realizadas nos períodos de águas baixas (novembro de 2018) e águas altas (abril de 2019), em seis pontos de coletas: dois pontos no rio Demeni, dois no rio Aracá e dois pontos abaixo da confluência de ambos os rios (Figura 1), sob a autorização nº 25606-2 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio.

Pescarias experimentais foram realizadas com malhadeiras de dimensões padronizadas de 2 metros de altura e 15 metros de comprimento, e tamanhos de malha com 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 mm entre nós opostos. As malhadeiras foram armadas no período da manhã (05h00 às 09h00) e no começo da noite (17h00 às 21h00), seguido das despescas, perfazendo o tempo padronizado de oito horas por dia.

Após as pescarias, os peixes foram armazenados em sacos plásticos, e submetidos a triagem e identificação das espécies com auxílio da literatura (VAN DER SLEEN & ALBERT, 2017) e de especialistas. A medição das variáveis ambientais foi efetuada minutos antes da realização da despesca, em todos os locais de amostragem. A temperatura, oxigênio dissolvido e o potencial hidrogeniônico (pH) foram obtidos, utilizando-se equipamento multiparâmetro modelo Hanna YSI modelo 55/12FT. A profundidade foi medida por meio de um peso de metal acoplado a uma corda graduada em intervalo de 10cm e a transparência com uso de disco de Secchi no horário de maior incidência solar.

## **Análise de dados**

Foram estimados os seguintes descritores ecológicos das assembleias de peixes: abundância numérica (N), riqueza (S), índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') (KREBS, 1989), equitabilidade pelo índice de Pielou (J') (MAGURRAN, 1988) e dominância pelo índice de Berger-Parker (d) (BERGER-PARKER, 1970). A riqueza potencial de espécies foi estimada pelo índice Jackknife (MAGURRAN, 1988). Este índice estima a riqueza absoluta somando a riqueza observada através da estimação de um parâmetro calculado a partir do número de espécies raras e do número de amostras, além de corrigir os vícios nas estimativas e permitir a comparação entre locais por meio do erro padrão (MAGURRAN, 1988; KREBS, 1999).

Uma matriz de similaridade foi construída com os dados de abundância das espécies utilizando o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis, para gerar uma

análise de escalonamento multidimensional não-métrico (n-MDS). O número de espécies comuns e exclusivas aos períodos sazonais foram mostradas através de um diagrama de Venn. Para testar a hipótese dos efeitos sazonais na composição da assembleia de peixes entre os períodos da seca e cheia foi realizada uma Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA), considerando 999 permutações (ANDERSON, 2011).

Para verificar diferenças significativas em relação ao número de espécies, de indivíduos, diversidade de Shannon, Equitabilidade de Pielou e dominância de Berger-Parker quanto ao fator sazonal, foram realizados testes t de Student. Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram testados usando o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene, respectivamente.

A variação na composição de espécies das assembleias (diversidade beta) foi calculada entre os locais amostrados. A dissimilaridade multi-site foi calculada usando o index de Sorensen ( $B_{SOR}$ ) como medida da diversidade beta total. O componente de turnover (substituição de táxon) foi calculado usando o índice de dissimilaridade de Simpson ( $B_{SIM}$ ), e o componente de aninhamento (perda de táxon) foi calculado usando a dissimilaridade de Sørensen ( $B_{SNE}$ ) (BASELGA, 2010). Esta abordagem permite identificar a contribuição da ictiofauna quanto a substituição espacial e a perda de espécies para os padrões de diversidade beta.

Para explorar as variáveis ambientais (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, transparência e profundidade) nos locais amostrados, foi utilizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para reduzir a dimensionalidade dos dados. A PCoA foi baseada em uma matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis das variáveis ambientais após transformação logarítmica dos dados ( $\log x + 1$ ), exceto para o pH. A PCoA foi utilizada em vez de PCA por ser recomendada quando há dados ausentes, uma vez que não foi possível coletar dados de transparência e profundidade para o ponto P1 (confluência) no período de águas altas. Para testar se variáveis ambientais explicam o padrão de variação da composição de espécies, foi utilizada uma análise de regressão linear simples, tendo, Os primeiros eixos da NMDs e da PCoA como variável Y a NMDS 1 (composição de espécies) e variável X a PCoA 1 (variáveis ambientais).

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico R 4.0.2 (R Development Core Team 2020), por meio dos pacotes Vegan (OKSANEN et al., 2018), Biodiversity e Betapart (BASELGA & ORME'S, 2012), com nível de significância de  $\alpha < 0,05$ .

## RESULTADOS

Foram coletados um total de 3.178 indivíduos, distribuídos em sete ordens, 23 famílias e 128 espécies. Dentre as ordens, as que apresentaram maiores riquezas foram Characiformes, com 12 famílias e 68 espécies; Siluriformes, com quatro famílias e 37 espécies; e, Cichliformes com uma família e 16 espécies. As famílias com maiores riquezas foram Serrasalminidae ( $S = 21$ ); Cichlidae ( $S = 16$ ); e Pimelodidae ( $S = 15$ ) (Tabela 1).

As famílias com maiores abundâncias foram Serrasalminidae ( $n = 441$ ), Auchenipteridae (382), Triportheidae (333) e Hemiodontidae (322). As dez espécies mais abundantes foram *Ageneiosus inermis* (242), *Hemiodus unimaculatus* (182), *Serrasalmus rhombeus* (174), *Cyphocharax abramoides* (162), *Agoniatas halecinus* (158), *Triportheus albus* (147), *Serrasalmus gouldingi* (123), *Acestrorhynchus falcistrostris* (101), *Bryconops alburnoides* (98) e *Cynodon gibbus* (84).

A riqueza de espécies combinada para os dois períodos hidrológicos (águas altas e baixas) variou de 19 a 58 espécies e a abundância variou entre 90 e 567 indivíduos, sem diferença entre os períodos ( $t = -1,0162$ ,  $df = 9,868$ ,  $P = 0,33$  e  $t = -1,7741$ ,  $df = 8,3217$ ,  $P = 0,11$ ), respectivamente (Tabela 2). No período de águas altas, a riqueza de espécies observada foi 89 e a riqueza estimada foi de 113 (erro padrão = 13) espécies. Enquanto no período de águas baixas, a riqueza observada foi de 85 e a riqueza estimada foi de 117 (erro padrão = 20). Quanto ao padrão comum e exclusivo das espécies, 43 foram coletadas apenas no período de águas baixas, 39 foram apenas no período de águas altas e 46 foram coletadas em ambos os períodos (Fig. 2).

O índice de Shannon foi similar em ambos os períodos (águas altas e baixas) ( $t = -0,90832$ ,  $df = 8,5723$ ,  $P = 0,38$ ), com as estimativas entre 2,00 e 3,38 (Tabela 2). A equitabilidade e a dominância de Berger-Parker foram também similares nos dois períodos ( $t = -0,48487$ ,  $df = 5,4821$ ,  $P = 0,64$  e  $t = 1,435$ ,  $df = 6,6274$ ,  $P = 0,19$ , respectivamente). No entanto, a composição de espécies mudou entre os períodos de águas baixas e águas altas (PERMANOVA: Pseudo- $F = 3,16$ ;  $df = 1,10$ ;  $p = 0,003$ ). Algumas espécies foram exclusivas de águas baixas, como: *Ageneiosus inermis*, *Hydrolycus wallacei*, *Ageneiosus lineatus*, *Leptodoras praelongus*, *Acarichthys heckelii*, *Chalceus macrolepidotus*, e outras apenas no período de águas altas: *Hemiodus microlepis*, *Pterygoplichthys gibbiceps*, *Hoplias malabaricus*, *Doras phlyzakion*, *Chalceus epakros*, *Platydoras costatus* e *Chalceus erythrurus*. A n-MDS separou os períodos hidrológicos de acordo com a abundância das espécies, evidenciando a

separação das mesmas em dois grupos, um correspondente ao período de águas baixas e outro ao período de águas altas (Fig. 3). O stress calculado foi 0,105, garantindo confiabilidade na interpretação dos resultados.

Considerando a dissimilaridade multi-site, a diversidade beta total estimada foi de  $B_{SOR} = 0.65$ . O particionamento da diversidade beta total mostrou que o turnover espacial é responsável pela maior parte da diversidade beta ( $B_{SIM} = 0.53$ ,  $B_{SNE} = 0,12$ ), ou seja, os padrões de diversidade beta na sub-bacia Aracá-Demeni são quase completamente causados por substituição de espécies.

A n-MDS ordenou os locais de acordo com as abundâncias das espécies, com um grupo de espécies referentes ao rio Aracá, a região de confluência e ao rio Demeni (Figura 4). O stress calculado foi de 0,128. O primeiro eixo da PCoA explicou 51% da variação dos locais relacionada aos dados ambientais, sendo influenciado por condutividade e oxigênio dissolvido. O padrão geral de variação da composição de espécies (NMDS 1) foi explicado pelas variáveis ambientais ( $r^2 = 51,9\%$ ;  $p = 0,0082$ ; Figura 5).

## DISCUSSÃO

A ictiofauna na sub-bacia Aracá-Demeni é representada principalmente pelas ordens Characiformes e Siluriformes, corroborando com resultados encontrados por outros autores em rios de águas pretas da bacia amazônica (FERREIRA et al. 1988; LOWE-McCONNELL, 1987; FERREIRA, 1993; CASTRO, 1999; YAMAMOTO et al., 2014; LEOBENS et al., 2016; FARIAS et al., 2017; BELTRÃO & SOARES, 2018), e em conformidade com o padrão neotropical de diversidade de peixes (LOWE-McCONNELL, 1999; REIS et al., 2003).

A sazonalidade separou a composição das assembleias de peixes com a ocorrência de espécies exclusivas do período de águas altas e de águas baixas, o que corrobora a importância do regime hidrológico na manutenção das assembleias de peixes no rio Negro (GOULDING et al., 1988). Esse padrão de influência sazonal já havia sido registrado em outros estudos sobre a ictiofauna da bacia do rio Negro (ARAÚJO-LIMA et al., 1986; GARCIA, 1995; SAINT-PAUL et al., 2000; SOARES & YAMAMOTO, 2005; NOVERAS et al., 2012; YAMAMOTO et al., 2014; ROPKE et al., 2015; BELTRÃO & SOARES, 2018).

O período de águas altas foi representado pela maior abundância de algumas espécies do gênero *Osteoglossum* spp., *Hemiodus* spp., *Chalceus* spp., *Hoplias malabaricus* e *Metynnis hypsauchen*. Os aruanãs *Osteoglossum* spp. e pacus *M.*

*hypsauchen* são representantes de peixes que usam a floresta alagada para se alimentar, principalmente de frutos e insetos que caem da copa das árvores (LOWE-McCONNELL, 1964; GOULDING, 1980; JUNK, 1989; GOULDING et al., 1988; MERONA; BITTENCOURT, 1993; WALKER, 1995; SAINT-PAUL et al., 2000). Enquanto *H. malabaricus* representa o grupo de carnívoros que deve usar o período para capturar peixes de pequeno porte ou camarões na área alagada, já que se alimenta por emboscada próximo a região marginal dos corpos d'água. No período de águas baixas, a composição das espécies foi representada por peixes que se adaptam bem a condição de retração das águas, vivendo em locais mais profundos ou mesmo dispersando para o canal de conexão do tributário com o rio Negro. Os peixes que estiveram associados a este período foram espécies da família Cynodontidae (peixe cachorro) e Serrasalminidae (piranhas), peixes carnívoros que se alimentam principalmente de peixes e camarão, ou peixes onívoros como espécies da família Triportheidae (sardinhas), *Hyphophthalmus* spp. e Auchenipteridae, os três primeiros com hábitos pelágicos e dois últimos de hábito bentônicos.

Segundo GARCIA (1995); MÉRONA & RANKIN-DE-MÉRONA (2004), espécies predadoras como *Serrasalmus rhombeus*, *Acestrorhynchus falcirostris*, *Cichla temensis*, *Hoplias malabaricus* e *Boulengerella lucius*, são fortemente favorecidas durante o período de águas baixas, devido a maior vulnerabilidade de suas presas. Nesse período, também aumenta a eficiência das pescarias, uma vez que os peixes estão mais vulneráveis aos apetrechos de pesca devido ao seu adensamento ocasionado pela retração das águas (FARIAS et al., 2017; BELTRÃO & SOARES, 2018).

A elevada riqueza de peixes observada nos dois períodos do ciclo hidrológico está diretamente relacionada a grande diversidade de habitats, à dinâmica sazonal e a disponibilidade de recursos, inclusive de alimentos alóctones que se tornam disponíveis no período de águas altas (BÜHRNHEIM; COX FERNANDES, 2003; BELTRÃO & SOARES, 2018). Segundo GOULDING et al., (1988), os habitats de floresta alagada, são de grande importância para o desenvolvimento de muitas populações de peixes, e de importância vital na manutenção e conservação da diversidade de peixes na região do rio Negro.

A similaridade dos índices de diversidade, dominância e equitabilidade nos dois períodos de amostragem, demonstram padrões já evidenciados em trabalhos realizados no rio Negro (SOARES; YAMAMOTO, 2005; NOVERAS et al., 2012; YAMAMOTO

et al., 2014; FARIAS et al., 2017). Segundo MATTHEWS, (1998), esse padrão é devido a ocorrência de grande quantidade de espécies e reduzido número de indivíduos, tornando as abundâncias das espécies próximas entre si, sendo desse modo pouco dominantes e favorecendo a elevada diversidade e diferença no padrão de distribuição das espécies nos dois períodos.

A evidência de que o fator sazonal é importante para a manutenção das assembleias de peixes no rio Negro, já é conhecido. Todavia a presença de um complexo sistema de corpos hídricos na sub-bacia, formada pelos rios Aracá, Demeni e sua região de confluência, ocasiona um componente fundamental ao sistema, refletido pelo alto valor de diversidade Beta do estudo. Na sub-bacia Aracá-Demeni, a variação na composição de espécies da assembleia de peixes é causada por substituição espacial, refletindo a alta proporção de espécies endêmicas na bacia do rio Negro (LOWE-McCONNELL, 1999; REIS et al., 2016). As espécies apresentam tendência a substituição ao longo de gradientes ecológicos representando o efeito de diferenças ambientais entre os locais (QIAN, 2005; FREITAS et al., 2013; SIQUEIRA-SOUZA et al., 2016). Estudos realizados na sub-bacia Aracá-Demeni, encontraram diferenças espaciais na posição trófica do predador *Cichla temensis* entre os rios Aracá e Demeni que poderiam estar relacionadas às suas características ambientais únicas e ao tipo de presa disponível em cada ambiente (AGUIAR-SANTOS et al., 2018).

O estudo de SIQUEIRA-SOUZA et al., 2016, realizado em lagos de várzea na Amazônia, detectou a existência de diferença espacial na composição de peixes na análise de três tipos de lagos. Os autores perceberam que lagos localizados em região de terra firme, com presença constante de igarapés e maior transparência de água e nível de oxigênio dissolvido, apresentaram composição distinta dos outros tipos de lagos. Na presente pesquisa também foi encontrado diferença espacial na composição das assembleias de peixes nos três locais avaliados, rio Demeni, Araça e região de confluência. Esta dissimilaridade pode ser motivada pelas características próprias de cada tributário avaliado (o rio Demeni apresenta águas claras e o Araça águas negras) e da região de confluência de ambos, o que confere um ambiente complexo para a ictiofauna. A análise de PCoA gerada com os dados das variáveis ambientais corrobora o pressuposto de que variáveis físicas e químicas atuam como fator estruturante das assembleias de peixes, uma vez que a condutividade e o oxigênio dissolvido foram as variáveis que influenciaram a composição de peixes nos três locais avaliados, proporcionando

condições ambientais específicas e que podem estar relacionadas a bacia de drenagem de cada ambiente.

### **CONCLUSÃO**

A composição das assembleias de peixes apresenta variações significativas ao longo do ciclo sazonal de águas altas e baixas na sub-bacia Araca-Demeni, Médio Rio Negro ( $P < 0,05$ ), sua diversidade beta é ocasionada por substituição de espécies, sendo o turnover espacial responsável pela maior parte da estimativa, e, as variáveis ambientais influenciam na variação da composição de espécies.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR-SANTOS, J.; DEHART, P.A.P.; POUILLY, M.; FREITAS, C.E.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K. Trophic ecology of speckled peacock bass *Cichla temensis* Humboldt 1821 in the middle Negro River, Amazon, Brazil. *Ecol Freshw Fish*. 2018; 27: 1076- 1086. <https://doi.org/10.1111/eff.12416>.
- AMARAL, A. A. Anatomia comparativa do aparelho digestivo de *Acestrorhynchus britskii* Menezes, 1969 e *Acestrorhynchus lacustris* Reinhardt, 1874 (Pisces, Characidae, Acestrorhynchinae). *Revista Ceres*, v. 37, n. 212, p. 277-288, 1990.
- ANDERSON, M.J.; CRIST, T.O.; CHASE, J.M.; VELLEND, M.; INOUE, B.D.; FREESTONE, A.L. Navigating the multiple meanings of b diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14, 19-28, 2011.
- ARANTES, C.C.; WINEMILLER, K.; PETRERE, M.; CASTELLO, L.; HESS, L.; FREITAS, C.E.C. Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River. *Journal of Applied Ecology*, 55(1): 386-395, 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12967>.
- ARAÚJO-LIMA, C.A.; PORTUGAL, L.P.S.; FERREIRA, E.G. Fish macrophytes relationship in the Anavilhanas Archipelago, a blackwater system in the central Amazon. *Journal of Fish Biology*, 29(1): 1-11, 1986.
- BASELGA, A. and ORME, C.D.L. betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 808-812, 2012. doi:[10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x](https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x)
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 134-143, 2010.
- BELTRÃO, H.; ZUANON, J.; FERREIRA, E. Checklist of the ichthyofauna of the Rio Negro basin in the Brazilian Amazon. *ZooKeys* n. 881, p. 53-89, 2019.
- BELTRAN, L.G.; SANTANA, V.D.; VERDUGO, H.M.; GÓMEZ-RAMIREZ, E.; GIRALDO, H.H. Descrição anatômica e histológica do trato digestório de *nicuro*, *Pimelodus blochii* Valenciennes, 1840. *Orinoquia*, 17: 102-110, 2013.
- BELTRÃO, H.; SOARES.M.G.M. Variação temporal na composição da ictiofauna do lago e igarapés da Reserva de Desenvolvimento Sustentável RDS-Tupé, Amazônia Central. *Biota Amazônia*. 8(1):34- 42, 2018.
- BERGER, W.H.; PARKER, F.L. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea sediments. *Science*, 168(3937): 1345-1347, 1970.
- BERRA, T. *Freshwater fish distribution*. San Diego, California, USA: Academic Press, 2001.
- BUCKUP, P. A. Relationships of the Characidiinae and phylogeny of characiform fishes (Teleostei, Ostariophysi). In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, C. A. S.; LUCENA, Z. M. S. (Ed.) *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: EdiPUCRS. p. 123-144, 1998.

- BÜHRNHEIM, C.M.; COX FERNANDES, C. Structure of fish assemblages in Amazonian rainforest streams: effects of habitat and locality. *Copeia*, 2: 255-262, 2003.
- CASTRO, R.M.C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO, P. R. (Ed.) *Ecologia de Peixes de Riachos: Estado Atual e Perspectivas*. Rio de Janeiro: Série ecologia Brasiliensis/PPGE-UFRJ, 4:139-155, 1999.
- CLARO-JR. L.H.; FERREIRA, E.; ZUANON, J.; ARAUJO-LIMA, C. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*, 34(1):133-137, 2004.
- CORREA, S.B.; CRAMPTON, W.G.R.; CHAPMAN, L.J.; ALBERT, J.S.A. comparison of flooded and floating meadow fish assemblages in a upper Amazon floodplain. *Journal of Fish Biology*. London, v. 72, p.629-644, 2008.
- COX-FERNANDES, C. Lateral migrations of fishes in Amazon floodplains. *Ecol. Freshwater Fish.*, 6:36-44, 1997.
- CRAMPTON, W. G. R. Effects of anoxia on the distribution, respiratory strategies and electric signal diversity of gymnotiform fishes. *J. Fish Biol.* 53, 307-330, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01034>.
- DAGOSTA, F.C.P, PINNA, M.D. The Fishes of the Amazon: distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 431:1-163, 2019.
- DE LIMA, A.C & ARAUJU-LIMA, C.A.R.M. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology*, 49:787-800, 2004.
- FARIAS, E.U.; LEOBENS, S.C.; YAMAMOTO, K.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; FREITAS, C.E.C.; BELTRÃO, H.D.A.; MAGALHÃES, E.R.S. Assembleia de peixes em lagos do rio Quiuini, um tributário do rio Negro, Amazonas, Brasil. *Biota amazonia*, 7(1): 74-81, 2017.
- FELIPE, T.R.A. & SÚAREZ, Y.R. Characterization and influence of environmental factors on stream fish assemblages in two small urban sub-basins, Upper Paraná River. *Biota Neotrop.* 10(2): 143-151, 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n2/en/abstract?article+bn03810022010>.
- FERNANDES, C.C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of freshwater fish* 6:36-44, 1997.
- FERNANDES, R.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. & AGOSTINHO, A. A. Temporal organization of fish assemblages in floodplain lagoons: the role of hydrological connectivity. *Environmental Biology Fishes* 85: 99-108, 2009.
- FERRARIS JR., C.J. Family Auchenipteridae. In: REIS, M. R.; KULLANDER, S.O., et al (Ed.). *Check List of the Freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, p.470-482, 2003.
- FERREIRA, E.F. G.; SANTOS, G.M.; JEGU, M. Aspectos ecológicos da ictiofauna do rio Mucajaí, na área da ilha Paredão, Roraima, Brasil. *Amazoniana*, 10(3): 339-352, 1988.

- FERREIRA, E.J.G. Composição, distribuição e aspectos ecológicos da ictiofauna de um trecho do rio Trombetas, na área de influência da futura UHE Cachoeira Porteira, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amazônica*, 23: 1-89, 1993.
- FREITAS, C. E. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; GUIMARÃES, A. R.; SANTOS, F.A. & SANTOS, I.L.A. Interconnectedness during high water maintains similarity in fish assemblages of island floodplain lakes in the Amazonian Basin. *Zoologia* 27: 931-938, 2010.
- FREITAS, C.E.C. & GARCEZ, R.C.S. Fish communities of natural channels between floodplain lakes and Solimões-Amazonas River (Amazon-Brazil). *Acta Limnol. Bras*, 16(3):273-280, 2004.
- FREITAS, C.E.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; HUMSTON, R. & HURD, L.E. An initial assessment of drought sensitivity in Amazonian fish communities. *Hydrobiologia* 705: 159-171, 2013.
- FREITAS, C.E.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; FLORENTINO, A.C & HURD, L.E. The importance of spatial scales to analysis of fish diversity in Amazonian floodplain lakes and implications for conservation. *Ecology of Freshwater Fish* 23: 470-477, 2013.
- GARCIA, M. Aspectos ecológicos dos peixes das águas abertas de um lago no arquipélago de Anavilhanas, rio Negro, Amazonas. 1995. 95 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. INPA/UFAM, Manaus, 1995.
- GÉRY, J. *Characoids of the World*. Neptune, USA: T.F.H. Publications. 1977.
- GORMAN, O.T. & KARR, J.R. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59(3):507-515, 1978.
- GOULDING, M. *The fishes and the Forest: exploration in Amazonian natural history*. Berkeley: University of California Press, 280 p, 1980.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M.L.; FERREIRA, E. *Rio Negro: Rich Life in Poor Water*. Netherlands: SBP Academic Publishing. 200p, 1988.
- IRION, G.; JUNK, W.J.; MELLO, J.A.S. N. The large Central Amazonian river floodplains near Manaus: Geological, climatological, hydrological and geomorfological aspects. In: JUNK, W. J. (Ed.). *The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. Berlim/Heidelber/Nova York: Springer. p. 23-46, 1997.
- JOST, L. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88: 2427-2439, 2007.
- JUNK, W. J. General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In: JUNK, W.J (Ed.). *The Central Amazon Floodplain*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, p. 3-20, 1997.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river floodplain systems. In: Dodge, D.P. (ed.). *Proceedings of the International Large Rivers Systems (LARS)*. Canadian Special Publication on Fisheries and Aquatic Sciences, v. 106, p. 110-127, 1989.
- JUNK, W.J. *The Central Amazon River Floodplain: Concepts for the Sustainable Use of its Resources*. In: Junk, W.J., Ohly, J.J., Piedade, M.T.F. & Soares, M.G.M. (eds.) *The*

- Central Amazon Floodplain: actual use and options for a sustainable management. Blackhuys Publishers, Leiden. p.76-94, 2000.
- KOLEFF, P., GASTON, K.J. & LENNON, J.K. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72, 367-382, 2003.
- KRAMER, D. L., LINDSEY, C. C., MOODIE, G. E. E. & STEVENS, E.D. The fishes and the aquatic environment of the Central Amazonian basin, with particular reference to respiratory patterns. *Can. J. Zool.* 56:717-729, 1978. <https://doi.org/10.1139/z78-101>.
- KREBS, C.J. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row, Publ. 654p, 1989.
- KREBS, C.J. *Ecological Methodology*. 2nd ed. Menlo Park, California, USA. 619p, 1999.
- LEGENDRE, P., BORCARD, D. & PERES-NETO, P.R. Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75: 435-450, 2005.
- LEOBENS, S.C.; FARIAS, E.U.; YAMAMOTO, K.C.; FREITAS, C.E.C. Diversidade de assembleias de peixes em floresta alagada de águas pretas da Amazônia Central. *Scientia Amazonia*, 5(1): 37-44, 2016.
- LEOBENS, S.C., FARIAS, E.U., FREITAS, C.E.C., YAMAMOTO, K.C. Influence of hydrological cycle on the composition and structure of fish assemblages in an igapó forest, amazonas, brazil. *Boletim do instituto de pesca*. 45(1): 1-10, 2019.
- LOWE-McCONNELL, R.H. The fishes of the Rupunini savanna district of British Guiana, Pt 1. Groupings of fish species and effects of the seasonal cycles on the fishes. *J.Linn. Soc. (Zool)*, 45: 103-144, 1964.
- LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. São Paulo: Edusp, 366 p, 1999.
- LOWE-McCONNELL, R.H. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Londres: Cambridge University Press. 382p, 1987.
- MAGURRAN, A.E. *Measuring biological diversity*. Blackwell publishing. P. 1-264, 2003.
- MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. Nova Jersey: Princeton University Press. 179p, 1988.
- MAGOULICK, D. D.; KOBZA, R. M. The role of refugia for fishes during drought: a review and syntheses. *Freshwater biology*, 48:1186-1198, 2003.
- MATTHEWS, W.J. *Patterns in Freshwater Fish Ecology*. Chapman & Hall, New York, 1998.
- MENDONÇA, M.M.; PICAPEDRA, P.H.S.; FERRONATO, M.C.; SANCHES, P.V. Diel vertical migration of predators (planktivorous fish larvae) and prey (zooplankton) in a tropical lagoon. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 105(2):174-183, 2015.
- MENDONÇA, F. P.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J. Relationships Between Habitat Characteristics and Fish Assemblages in Small Streams of Central Amazônia. *Copeia*, v. 4, p. 750-763, 2005.

- MENEZES, N. A. Família Acestrorhynchidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O., et al (Ed.). Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre, Brasil: EDIPUCRS, 2003. p.432-433.
- MÉRONA, B. & RANKIN-DE-MÉRONA, J. Food resource partitioning in a fish community of the central Amazon floodplain. *Neotropical Ichthyology*, v. 2, n. 2, p. 75-84, 2004.
- MÉRONA, B.; BITTENCOURT, M. M. Lês peuplements de poissons du 'lago do Rei', um lac d'inondation d'Amazonie Central: description générale. *Amazoniana*. 12: 415-441, 1993.
- MIRANDA, J.C.; MAZZONI, R. Composição da ictiofauna de três riachos do alto rio Tocantins. *Biota Neotropica*, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2003.
- MIYAZONO, S.; AYCOCK, J.N.; MIRANDA, L.E. & TIETJEN, T.E. Assemblage patterns of fish functional groups relative to habitat connectivity and conditions in floodplain lakes. *Ecology of Freshwater Fish* 19(578): 585, 2010.
- NELSON, J.S. *Fishes of the world*. Nova York: John Wiley & Sons. 600p. 1994.
- NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the World*. Nova York: Wiley, 4 ed.
- NOVERAS, J.; YAMAMOTO, K.C.; FREITAS, C.E.C. Uso do igapó por assembleias de peixes nos lagos no Parque Nacional das Anavilhanas (Amazonas, Brasil). *Acta Amazônica*, 42(4): 567-572, 2012.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; KINDT, M.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; O'HARA, P.R.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; SZOEC, E.; WAGNER, H. 2018. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-3. <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan>.
- OLIVEIRA, L.C.; BOTERO, W.G.; SANTOS, A.; CORDOVIL, M.C.O.; ROCHA, J. C.; DA SILVA, H.C. Influência das características físico-químicas dos solos no ciclo hidrobiogeoquímico do mercúrio na Região do Rio Aracá-AM. *Quim. Nova*, 34(8): 1303-1308, 2011.
- PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A.A. & GOMES, L.C. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotropical Ichthyology*, 1: 111-119, 2003.
- PY-DANIEL, L. H. R.; FERNANDES, C. C. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 35, p. 97-110, 2005.
- QIAN, H.; RICKLEFS, R. E.; WHITE, P. S. Beta diversity of angiosperms in temperate floras of eastern Asia and eastern North America. *Ecology Letters*, Oxford, v.8, p.15-22. jan. 2005.
- REIS, R.; ALBERT, J.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M.; PETRY, P.; ROCHA, L. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of fish Biology*, 89(1): 12-47, 2016.
- REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS, C.J. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs. 729p, 2003.

- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RIBEIRO, M.C.L.B. & PETRERE Jr. M. Fisheries Ecology and management of the Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*, *Semaprochilodus insignis*) in Central Amazonia. Regul. Rivers. Manage. 5:195-215, 1990.
- ROBERTS T.R. Ecology of fishes in the Amazon and Congo Basin. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 143(2): 117-147, 1972.
- RÖPKE, C.P.; AMADIO, S. A.; WINEMILLER, K.O.; ZUANON, J. Seasonal dynamics of the fish assemblage in a floodplain lake at the confluence of the Negro and Amazon Rivers. Journal of Fish Biology, doi:10.1111/jfb.12791, 2015.
- SABINO, J.; ZUANON, J.A.S. Stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. Ichthyology Explored Freshwaters, 8(3):201-210, 1998.
- SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.A.S; VILLACORTA-CORREA, M.A.; GARCIA, M.; FABRÉ, N.N.; BERGERA, U.; JUNK, W.J. Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. Environmental Biology of Fishes, v. 57, p. 235-250, 2000.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S. Peixes Comerciais de Manaus. Manaus: Ibama/AM, ProVárzea. Manaus, 144p, 2006.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.G. Peixes da Bacia Amazônica. In: LOWE-MCCONNEL, R.H., Estudos ecológicos de comunidades de peixes Tropicais. EDUSP, São Paulo. p. 345-373, 1999.
- SANTOS, G.M. Aspectos ecológicos da pesca experimental em sistemas “lacustres” e fluvial no baixo rio Negro. Revista Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, (1): 367-391, 1983.
- SCARABOTTI, P.A.; LÓPEZ, J.A.; POUILLY, M. Flood pulse and the dynamics of fish assemblage structure from Neotropical floodplain lakes. Ecology of Freshwater Fishes?. v. 20, p. 605-618, 2011.
- SCHAEFER, S. A. 1998. Conflict and resolution: Impact of new taxa on phylogenetic studies of the neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp. 375-400. In: Malabarba, L. R., R.E. Reis, R.P. Vari, C.A.S. Lucena & Z. M. S. Lucena. (Eds.). Phylogeny and classification of neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs, 603p.
- SIOLI, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses and river types. In: Sioli, H. (Ed.). The Amazon – limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publishers, Dordrecht, South Holland. p. 127-165.
- SIOLI, H. Uber Natur und Mensch im brasilianischen Amazonasgebiet. Erdkunde, 10(2): 89-109, 1956.
- SIQUEIRA-SOUZA, F.K., FREITAS, C.E.C., HURD, L.E. et al. Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter?. Hydrobiologia 776, 99-110, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2738-2>

- SOARES, M.G.M.; YAMAMOTO, K.C. Diversidade e composição da ictiofauna do Lago Tupé. In: SANTOS-SILVA, E. N.; APRILE, F. M.; SCUDELLER, V. V.; MELO, S. (Ed.). Biotupé: Meio Físico, Diversidade Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Manaus: Editora INPA, p. 181-197, 2005.
- TEJERINA-GARRO, F.L.; FORTIN, R. & RODRÍGUEZ, M.A. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. *Environmental Biology of Fishes*, 51: 399-410, 1988.
- VANDER LAAN, R., FRICKE, R. & ESCHMEYER, W. N. (eds) 2020. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: CLASSIFICATION. ([http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes\\_classification/](http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes_classification/)). Electronic version accessed 24 de setembro de 2020.
- VAN DER SLEEN, P., & ALBERT, J. S. (Eds) 2017. Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas (Vol. 115). Princeton University Press.
- VAN DE WOLFSHAAR, K. E., MIDDELKOOP, H.; ADDINK, E.; WINTER, H. V & NAGELKERKE, L. A. J. Linking flow regime, floodplain lake connectivity and fish catch in a large river-floodplain system, the Volga-Akhtuba floodplain (Russian Federation). *Ecosystems* 14: 920-934, 2011.
- WALKER, I. Amazonian streams and small rivers. In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, T. M. (Ed.). *Limnology in Brazil*. Academy of Sciences and Brazilian Limnological Society, p. 167-193, 1995.
- WHITTAKER, R. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-215, 1972.
- WILSEY, B.J. An empirical comparison of beta diversity indices in establishing prairies. *Ecology* 91: 1984-1988, 2010.
- WINEMILLER, K.O. Dynamic diversity in fish assemblages of tropical rivers. In: CODY, M.L.; SMALLWOOD, J.A. (Ed.). *Long-Term studies of vertebrate communities*. Orlando: Academic Press. p. 99-134, 1996.
- YAMAMOTO, K.C.; FREITAS, C.E.C.; ZUANON, J.; HURD, L.E. Fish diversity and species composition in small-scale artificial reefs in Amazonian floodplain lakes: Refugia for rare species? *Ecological Engineering*, 67(1): 165-170, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.03.045>.
- YAMAMOTO, K. C. Efeitos do aumento da complexidade ambiental sobre as assembléias de peixes em lagos do Parque Nacional de Anavilhanas, rio Negro (Amazonas – Brasil). 120p. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Amazonas/UFAM, Manaus, 2011.
- ZARET, T.M. & RAND, A.S. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology* 52(2):336-342, 1971.
- ZUANON, J.; MENDONÇA, F. P.; ESPIRITO-SANTO, H. M.; DIAS, M. S.; GALUCH, A.V.; AKAMA, A. Guia de Peixes da Reserva Ducke, Amazônia Central. Editora INPA. 2015.

## Lista de tabelas

**Tabela1.** Tabela taxonômica das espécies de peixes registradas na sub-bacia dos rios Aracá, e Demeni no médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. Classificação segundo Eschmeyer & Fong, 2020.

<b>TAXON</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>	<b>Total</b>
	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<b>OSTEOGLOSSIFORMES</b>			
<b>Osteoglossidae</b>			
<i>Osteoglossum ferreirai</i> Kanazawa, 1966	1	23	24
<b>CLUPEIFORMES</b>			
<b>Engraulidae</b>			
<i>Anchoviella</i> sp. (Fowler, 1911)	1	-	1
<b>Pristigasteridae</b>			
<i>Pellona castelnaeana</i> Valenciennes, 1847	1	-	1
<b>CHARACIFORMES</b>			
<b>Erythrinidae</b>			
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	1	46	47
<b>Cynodontidae</b>			
<i>Cynodon gibbus</i> Spix & Agassiz, 1829	76	8	84
<i>Hydrolycus tatauaia</i> Toledo-Piza, Menezes & Santos, 1999	53	6	59
<i>Hydrolycus wallacei</i> Toledo-Piza, Menezes & Santos, 1999	64	-	64
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Spix & Agassiz, 1829	18	-	18
<b>Serrasalmidae</b>			
<i>Catoprion mento</i> (Cuvier, 1819)	6	5	11
<i>Metynnis hypsauchen</i> (Müller & Troschel, 1844)	3	31	34
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	-	4	4
<i>Metynnis melanogrammus</i> Ota, Rapp Py-Daniel e Jegu, 2016	2	-	2
<i>Metynnis luna</i> Cope, 1878	8	-	8
<i>Myleus rubripinnis</i> (Müller & Troschel, 1844)	1	2	3

<b>TAXON</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>	<b>Total</b>
	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<i>Myloplus asterias</i> (Müller & Troschel, 1844)	4	-	4
<i>Myloplus schomburgkii</i> (Jardine, 1841)	1	1	2
<i>Myloplus rubripinnis</i> (Müller & Troschel, 1844)	2	-	2
<i>Serrasalmus eigenmanni</i> Norman, 1929	-	19	19
<i>Serrasalmus elongatus</i> Kner, 1858	-	1	1
<i>Serrasalmus compressus</i> Jégu, Leão & Santos, 1991	-	2	2
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	6	-	6
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	166	8	174
<i>Serrasalmus sp.</i> Lacepède 1803	12	-	12
<i>Serrasalmus altispinis</i> Merckx, Jégu & Santos, 2000	1	-	1
<i>Serrasalmus gouldingi</i> Fink & Machado-Allison, 1992	93	30	123
<i>Serrasalmus serrulatus</i> (Valenciennes, 1850)	-	14	14
<i>Pygopristis denticulata</i> Cuvier, 1819	-	6	6
<i>Pygocentrus nattereri</i> Kner, 1858	6	-	6
<i>Pristobrycon striolatus</i> (Steindachner, 1908)	-	7	7
<b>Hemiodontidae</b>			
<i>Anodus elongatus</i> Agassiz, 1829	2	9	11
<i>Anodus orinocensis</i> (Steindachner, 1887)	-	11	11
<i>Argonectes longiceps</i> (Kner, 1858)	20	13	33
<i>Hemiodus atranalis</i> (Fowler, 1940)	-	4	4
<i>Hemiodus immaculatus</i> Kner, 1858	22	10	32
<i>Hemiodus microlepis</i> Kner, 1858	-	49	49
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	138	44	182
<b>Anostomidae</b>			
<i>Anostomoides atrianalis</i> (Eigenmann, 1912)	-	2	2
<i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)	11	-	11
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	3	-	3
<i>Laemolyta proxima</i> (Garman, 1890)	38	2	40

<b>TAXON</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>	<b>Total</b>
	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<i>Laemolyta taeniata</i> (Kner, 1858)	-	6	6
<i>Leporinus altipinnis</i> , Borodin, 1929	4	2	6
<i>Pseudanos varii</i> Birindelli, Lima & Britski, 2012	-	4	4
<i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829	4	5	9
<b>Curimatidae</b>			
<i>Curimata ocellata</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	7	-	7
<i>Curimatella meyeri</i> (Steindachner, 1882)	-	3	3
<i>Curimata vittata</i> (Kner, 1858)	25	25	50
<i>Curimata roseni</i> Vari, 1989	3	1	4
<i>Cyphocharax abramoides</i> (Kner, 1858)	31	131	162
<i>Potamorhina altamazonica</i> (Cope, 1878)	22	-	22
<i>Potamorhina latior</i> (Spix & Agassiz, 1829)	3	-	3
<i>Psectrogaster amazonica</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	22	2	24
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (Kner, 1858)	1	-	1
<b>Ctenoluciidae</b>			
<i>Boulengerella lucious</i> (Cuvier, 1816)	22	10	32
<i>Boulengerella maculata</i> (Valenciennes, 1850)	-	13	13
<b>Chalceidae</b>			
<i>Chalceus epakros</i> Zanata & Toledo-Piza, 2004	-	24	24
<i>Chalceus erythrurus</i> (Cope, 1870)	-	21	21
<i>Chalceus macrolepidotus</i> Cuvier, 1818	26	-	26
<b>Triportheidae</b>			
<i>Agoniates halecinus</i> Müller & Troschel, 1845	131	27	158
<i>Triportheus albus</i> Cope, 1872	90	57	147
<i>Triportheus auritus</i> (Valenciennes, 1850)	7	5	12
<i>Triportheus angulatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	16	-	16
<b>Iguanodectidae</b>			
<i>Bryconops alburnoides</i> Kner, 1858	71	27	98

<b>TAXON</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>	<b>Total</b>
	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<b>Acestrorhynchidae</b>			
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i> (Cuvier, 1819)	25	76	101
<i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Jardine, 1841)	17	5	22
<i>Roestes ogilviei</i> (Fowler, 1914)	3	-	3
<b>Characidae</b>			
<i>Charax michaeli</i> Lucena, 1989	42	2	44
<i>Brycon falcatus</i> Müller e Troschel , 1844	-	1	1
<i>Moenkhausia grandisquamis</i> (Müller & Troschel, 1845)	3	-	3
<i>Tetragonopterus argenteus</i> Cuvier, 1816	24	-	24
<i>Roeboides</i> sp. (Günther, 1868)	4	-	4
<b>GYMNOTIFORMES</b>			
<b>Sternopygidae</b>			
<i>Eigenmannia limbata</i> (Schreiner, Miranda & Ribeiro, 1903)	1	-	1
<b>Rhamphichthyidae</b>			
<i>Rhamphichthys marmoratus</i> Castelnau, 1855	3	-	3
<i>Rhamphichthys rostratus</i> (Linnaeus, 1766)	-	1	1
<b>SILURIFORMES</b>			
<b>Loricariidae</b>			
<i>Dekeyseria amazonica</i> RappPy-Daniel, 1985	4	1	5
<i>Hypostomus carinatus</i> (Steindachner, 1881)	3	-	3
<i>Aphanotorulus emarginatus</i> (Valenciennes, 1840)	-	8	8
<i>Hypostomus aff. plecostomus</i> (Linnaeus, 1758)	-	11	11
<i>Loricariichthys</i> sp.	-	7	7
<i>Loricariichthys nudirostris</i> (Kner, 1853)	9	-	9
<i>Pseudorinelepis genibarbis</i> (Valenciennes, 1840)	-	3	3
<i>Pseudoloricaria laeviuscula</i> (Valenciennes, 1840)	2	12	14
<i>Pterygoplichthys gibbiceps</i> (Kner, 1854)	-	28	28
<b>Auchenipteridae</b>			

<b>TAXON</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>	<b>Total</b>
	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<i>Ageneiosus inermis</i> (Linnaeus, 1766)	242	-	242
<i>Ageneiosus lineatus</i> Ribeiro, Rapp Py-Daniel e Walsh, 2017	59	-	59
<i>Ageneiosus polystictus</i> Steindachner, 1915	13	18	31
<i>Ageneiosus ucayalensis</i> Castelnau, 1855	2	2	4
<i>Auchenipterichthys coracoideus</i> (Eigenmann & Allen, 1942)	16	-	16
<i>Auchenipterus nuchalis</i> (Spix & Agassiz, 1829)	12	1	13
<i>Centromochlus macracanthus</i> Soares-Porto, 2000	1	-	1
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	16	-	16
<b>Doradidae</b>			
<i>Astrodoras asterifrons</i> (Kner, 1853)	33	1	34
<i>Doras phlyzakion</i> Sabaj Pérez & Birindelli, 2008	-	24	24
<i>Leptodoras praelongus</i> (Myers & Weitzman, 1956)	35	-	35
<i>Platydoras costatus</i> (Linnaeus, 1758)	-	23	23
<i>Trachydoras steindachneri</i> (Perugia, 1897)	-	9	9
<b>Pimelodidae</b>			
<i>Hemiosurubim plathyrynchos</i> (Valenciennes, 1840)	4	1	5
<i>Hypophthalmus oremaculatus</i> Spix & Agassiz, 1829	19	-	19
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Valenciennes, 1840	66	3	69
<i>Hypophthalmus fimbriatus</i> Kner, 1858	12	1	13
<i>Pimelodus albofasciatus</i> Mees, 1974	31	29	60
<i>Pimelodina flavipinnis</i> Steindachner, 1876	-	1	1
<i>Leiarius marmoratus</i> (Gill, 1870)	3	-	3
<i>Leiarius pictus</i> (Müller & Troschel, 1849)	-	2	2
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	3	-	3
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	3	-	3
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i> (Castelnau, 1855)	-	6	6
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Valenciennes, 1840)	-	5	5

<b>TAXON</b>	<b>Seca</b>	<b>Cheia</b>	<b>Total</b>
	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	3	4
<i>Pinirampus pinirampus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	6	3	9
<i>Sorubim elongatus</i> Littmann, Burr, Schmidt & Isern, 2001	11	-	11
<b>CICLIFORMES</b>			
<b>Cichlidae</b>			
<i>Acaronia nassa</i> (Heckel 1840)	-	1	1
<i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849)	34	-	34
<i>Astronotus crassipinis</i> (Heckel, 1840)	-	1	1
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	-	4	4
<i>Biotodoma wavrini</i> (Gosse, 1963)	-	6	6
<i>Cichla temensis</i> Humboldt, 1821	5	3	8
<i>Cichla monoculus</i> Agassiz, 1831	1	2	3
<i>Cichla orinocensis</i> Humboldt, 1821	14	-	14
<i>Crenicichla lugubris</i> Heckel, 1840	1	-	1
<i>Geophagus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	17	-	17
<i>Geophagus winemilleri</i> López-Fernández & Taphorn, 2004	-	20	20
<i>Herus spurius</i> Heckel, 1840	-	8	8
<i>Pterophyllum scalare</i> (Schultze, 1823)	-	1	1
<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	-	12	12
<i>Satanoperca lilith</i> Kullander & Ferreira, 1988	1	4	5
<i>Uaru amphiacantoides</i> Heckel, 1840	2	3	5
<b>PERCIFORMES</b>			
<b>Sciaenidae</b>			
<i>Plagioscion montei</i> Soares & Casatti, 2000	57	1	58
	<b>N</b>	<b>1073</b>	<b>3178</b>
	<b>S</b>	<b>85</b>	<b>174</b>

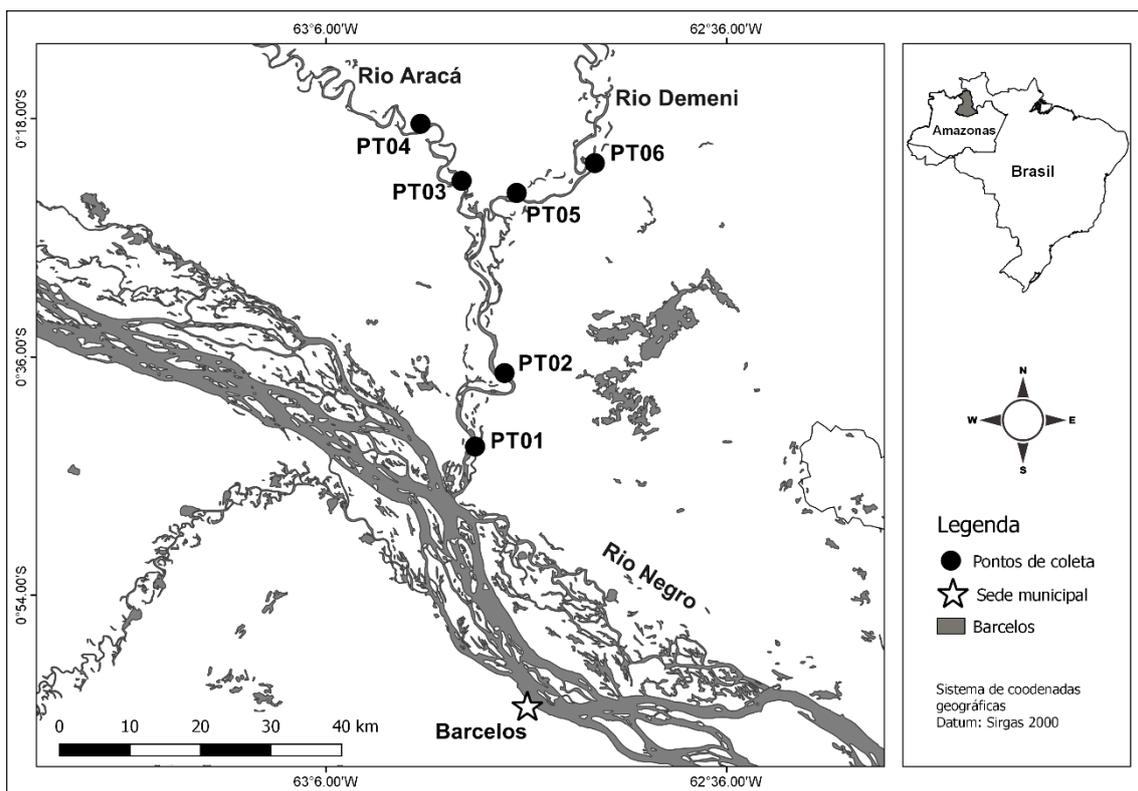
**Tabela 2.** Atributos ecológicos das assembleias de peixes da sub-bacia Aracá-Demeni nos períodos da seca e cheia. N= número de indivíduos; S = número de espécies; H' = index de Shannon; J = index de Pielou; d = dominância de Berger-Parker

	Confluence Region				Aracá River				Demeni River			
	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia
<b>Abundance (N)</b>	473	90	567	271	124	97	155	118	236	392	550	105
<b>Richness (S)</b>	58	36	50	32	19	21	25	19	34	53	44	19
<b>Shannon (H')</b>	3.38	3.37	3.26	2.90	2.50	2.48	2.61	2.00	2.80	3.21	3.10	2.20
<b>Pielou (J)</b>	0.83	0.94	0.83	0.84	0.85	0.81	0.81	0.68	0.79	0.81	0.82	0.75
<b>Berger-Parker (d)</b>	0.14	0.09	0.12	0.17	0.18	0.29	0.19	0.45	0.24	0.18	0.10	0.29

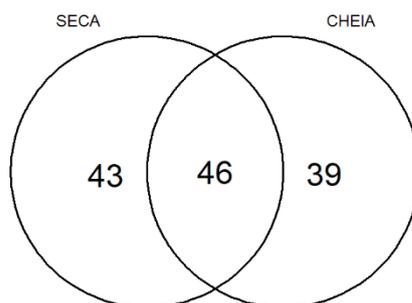
**Tabela 3.** Valores das variáveis ambientais da sub-bacia Aracá-Demeni nos períodos da seca e cheia.

	Confluence Region				Aracá River				Demeni River			
	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia	Seca	Cheia
<b>Condutividade (µs/cm)</b>	11	7	15	10	17	10	16	6	12	10	11	4
<b>pH</b>	6,27	6,34	6,32	6,43	6,71	6,12	6,43	6,10	5,46	6,16	5,02	5,91
<b>O.Dissolvido</b>	3,74	0,64	3,77	0,52	2,86	2,12	1,76	1,95	2,11	1,15	1,63	1,48
<b>Temperatura</b>	30,69	30,42	30,14	30,07	31,04	31,35	31,01	33,45	31,12	30,66	32,12	33,40
<b>Transparencia (cm)</b>	80	-	62	70	62	70	69	1,1	74	98	70	80
<b>Profundidade (m)</b>	2,86	-	2	1,2	2,6	1,1	2,44	1,82	5,42	1,82	1,38	0,8

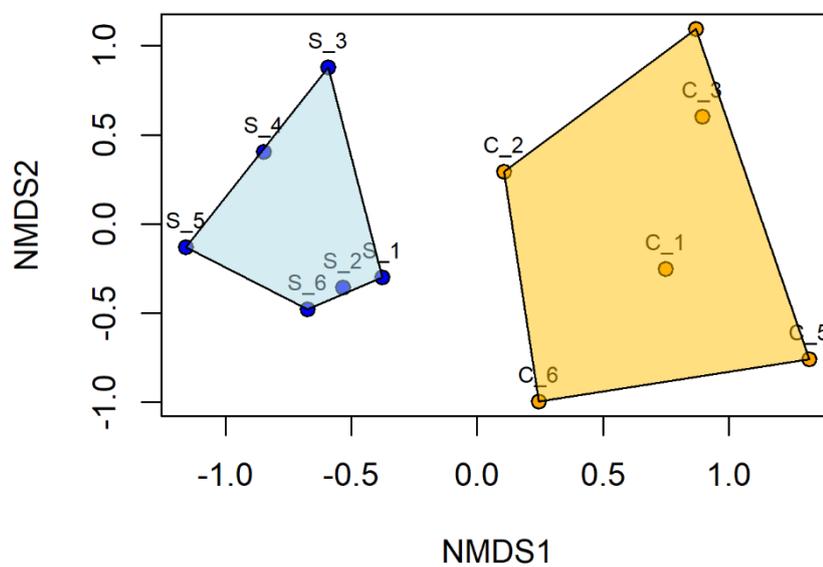
## Lista de figuras



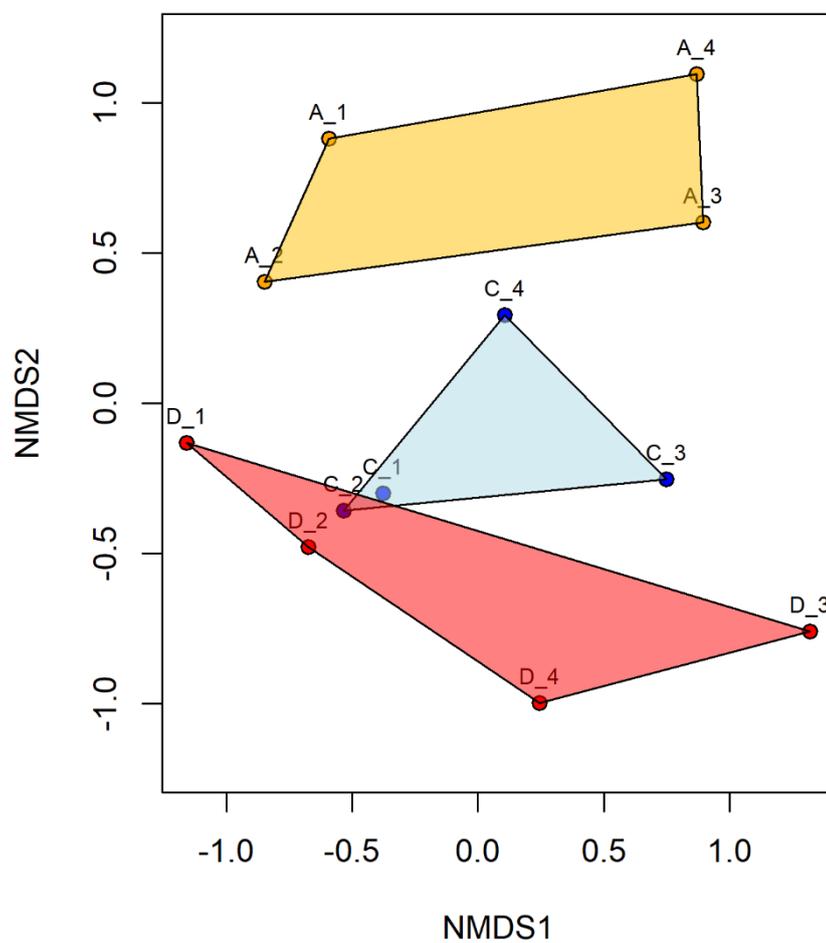
**Figura 1.** Localização dos locais amostrais na Região do Médio Rio Negro, município de Barcelos-Amazonas, Brasil. Pt01, Pt02 = confluência do Rio Aracá com o Rio Demeni (água mista), Pt03, Pt04 = Rio Aracá (água preta), Pt05, Pt06 = Rio Demeni (água clara).



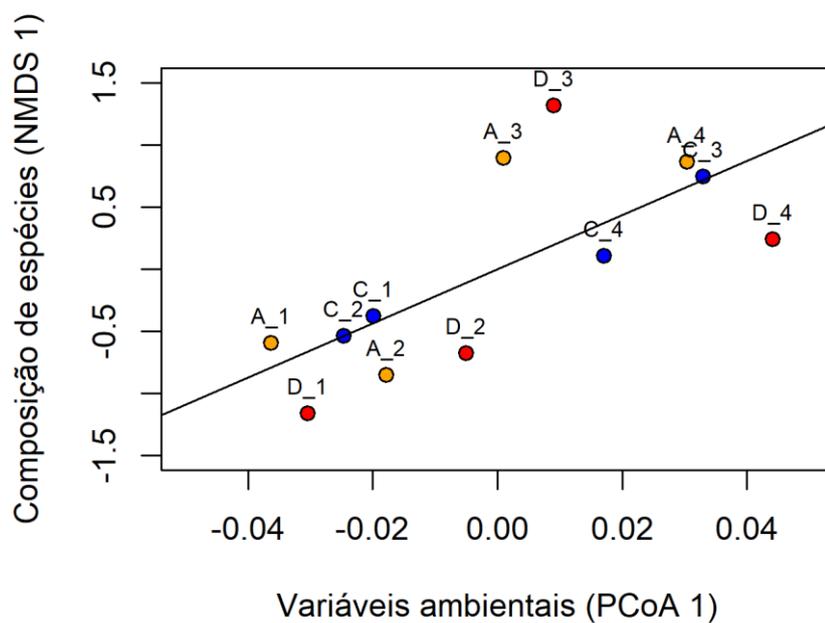
**Figura 2.** Diagrama de Venn indicando o número de espécies de peixes coletadas no período de águas altas, águas baixas e as compartilhadas entre os períodos.



**Figura 3.** Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (n-MDS). Cada ponto representa um local de coleta. A cor azul representa o período de águas baixas e a laranja o período de águas altas.



**Figura 4.** Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (n-MDS). Cada ponto representa um local de coleta. A cor laranja representa o rio Aracá, a azul a região de confluência e o vermelho o rio Demeni.



**Figura 5.** Relação entre a Composição de espécies (NMDS 1) e as Variáveis ambientais (PCoA1). Cada ponto representa um local de coleta. A cor laranja representa o rio Aracá, a azul a região de confluência e o vermelho o rio Demeni. As letras (A- ponto de coleta pertencente ao rio Aracá, C- ponto de coleta pertencente a confluência, D- ponto de coleta pertencente ao rio Demeni).

## CAPÍTULO II

Efeito da intensidade da pesca sobre as assembleias de peixes em uma sub-bacia do médio rio Negro (Amazonas – Brasil).

**Efeito da intensidade da pesca sobre as assembleias de peixes em uma sub-bacia do médio rio Negro (Amazonas – Brasil).**

Luisa da Conceição Fernando Sambora<sup>1\*</sup>, Jamerson Aguiar-Santos<sup>2</sup> & Carlos Edwar de Carvalho Freitas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3000, CEP: 69077-000, Coroado II, Manaus, AM.

<sup>2</sup>Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Campus II, CEP: 69080-971, Manaus, AM.

<sup>3</sup>Professor titular na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Pesqueiras, Av. Gen. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, Coroado II, CEP 69077-000, Manaus, AM, Brasil.

\*Autor para correspondência: Luisa da Conceição Fernando Sambora, e-mail: samboraluisa@gmail.com

## **RESUMO**

Com objetivo de verificar a influência da intensidade da pesca sobre as assembleias de peixes, pescarias experimentais foram realizadas em dois momentos, sendo o primeiro em novembro de 2018 e a segundo ocorreu em abril de 2019, com auxílio de baterias de dez malhadeiras com dimensões padronizadas de 2m de altura e 15m de comprimento, e seu tamanhos de malha variando de 30 a 120 mm entre nós. O total capturado foi de 3.178 exemplares de peixes, representando 128 espécies distribuídos em 23 famílias e sete ordens. Characiformes, Siluriformes e Cichliformes foram as ordens que apresentaram maior riqueza. As estimativas dos descritores ecológicos das assembleias de peixes foram investigados através da abundância numérica (N), riqueza (S), índice de diversidade de Shanon-Weaner ( $H'$ ). A riqueza de espécies variou de 19 a 58 espécies ( $38,5 \pm 27,57$ ) ( $P = 0,14$ ), com abundância variando entre 90 a 567 indivíduos. O índice de Shannon apresentou estimativas entre 2.00 e 3.38 ( $3,19 \pm 0,26$ ) ( $P = 0.46$ ). A composição das assembleias de peixes apresentou variação em relação a intensidade de pesca (PERMANOVA: Pseudo- $F=1.80$ ;  $df=1,10$ ;  $P = 0.04$ ). A n-MSD separou os locais de alta

intensidade de pesca dos locais de baixa intensidade de pesca. O estresse que foi de 0,123. Os modelos de regressão para riqueza (S) e intensidade de pesca (IP) mostraram forte correlação (Pseudo- $R^2=0,53$ ;  $p=6,66 \times 10^{-08}$ ), e a diversidade ( $H'$ ) e intensidade de pesca (IP) ( $R^2=0,44$ ;  $p=0,042$ ). O fator de inflação da variância (VIF = 1,007) encontra-se dentro do recomendado. Os testes da normalidade e homocedasticidade atenderam os pressupostos do modelo ( $p=0,1134$ ).

**Palavras-chave:** Pesca, Rio Negro, Exploração, bacia Amazônica.

## INTRODUÇÃO

A pesca é uma atividade mundial que possui grande importância no fornecimento de alimento, sendo responsável de forma direta e indireta no abastecimento da proteína animal de baixo custo e de alta qualidade consumida por milhões de pessoas em todo mundo, particularmente para as populações de países em desenvolvimento (MORA et al., 2009; WELCOMME et al., 2010; YOUN et al., 2014).

A região Amazônica obedece tal padrão da pesca mundial, sendo a região de maior importância em pescarias de águas interiores. Na Amazônia, a pesca é uma atividade extrativista de elevada relevância, como geradora de emprego, renda e principalmente fonte de alimento (ALMEIDA et al., 2004; MCGRATH et al., 2004; BARTHEM & FABRÉ, 2004; SANTOS & SANTOS, 2005; ALMEIDA et al., 2010; BRAGA et al., 2016), sendo que, a prática da mesma não necessita de mão de obra especializada, sendo realizada por pescadores com forte conhecimento do ambiente e das espécies exploradas adquirido de forma tradicional (INOMATA & FREITAS, 2015).

Essa região ainda apresenta locais bem preservados (SOARES & YAMAMOTO, 2005; FARIAS et al., 2017) e abriga uma grande diversidade íctiica, viabilizando a exploração de uma grande quantidade de pescado, resultado da utilização de diferentes técnicas de pesca, sendo considerada uma atividade complexa (RUFFINO, 2005; FREITAS & RIVAS, 2006; BORCEM et al., 2011; SILVA et al., 2012; COSTA et al., 2013). A dinâmica da atividade pesqueira resulta muitas vezes na exploração da mesma espécie íctica, se tornando alvo principal de mais de um tipo de modalidade de pesca, levando desse modo a sobrepesca de alguns estoques pesqueiros (BARTHEM, 1999).

Segundo FREITAS & RIVAS (2006), na região Amazônica coexistem seis modalidades de pesca, dentre elas, quatro ocorrem na bacia do rio Negro: as pescarias de

subsistência, comercial, de peixes ornamentais e esportiva, sendo esta última exercida com a finalidade de recreação ou desporto (BATISTA et al., 2004; FREITAS & RIVAS 2006; SOBREIRO & FREITAS, 2008; INOMATA & FREITAS, 2015).

Na bacia do rio Negro, principalmente em seu curso médio, vem ocorrendo um processo de intensificação de uso dos recursos pesqueiros, ocasionado pelo aumento do número de pescadores (SILVA, 2003; GARCEZ et al., 2019), sendo a pesca comercial e a esportiva as principais atuantes (SILVA & BEGOSSI, 2013; BARRA, 2016), que com a sua modernização nos apetrechos e embarcações possibilitam maior êxito e seletividade na captura dos peixes (COOKE & COWX, 2006; BARROCO & FREITAS, 2014).

A exploração preferencial de algumas espécies, como: *Colossoma macropomum*, (tambaqui), *Arapaima gigas* (pirarucu), *Prochilodus rubrotaeniatus* (curimatã), *Cichla temensis* (tucunaré) e *Semaprochilodus taeniurus* (jaraqui) (BATISTA & ISAAC, 2012; BARROCO & FREITAS, 2014; INOMATA & FREITAS, 2015; BARTHEM et al., 2019), decorre da sua importância no mercado da pesca comercial (SILVA & BEGOSSI, 2013). Na pesca esportiva, o tucunaré *Cichla* sp. é a principal espécie de interesse, pelo tamanho que a espécie atinge, devido ao seu comportamento agressivo e o ataque violento à isca, além do tempo de briga, e vem atraindo pescadores esportivos do mundo inteiro para praticar pesca esportiva no médio Rio Negro (HOLLEY et al., 2008; BARROCO & FREITAS, 2014).

No entanto, o gênero *Cichla* compreende algumas das espécies mais desembarcadas no município de Barcelos, Estado do Amazonas (INOMATA & FREITAS, 2015), sendo exploradas também por barcos das frotas de outros municípios da bacia do rio Negro, incluindo o município de Manaus. Além de serem os principais alvo das pescarias esportivas (FREITAS & RIVAS, 2006; CAMPOS et al., 2015), e seus estoques já estão ameaçados de sobre-exploração (HOLLEY et al., 2008), tornando-se necessário o desenvolvimento de medidas de gestão de suas pescarias.

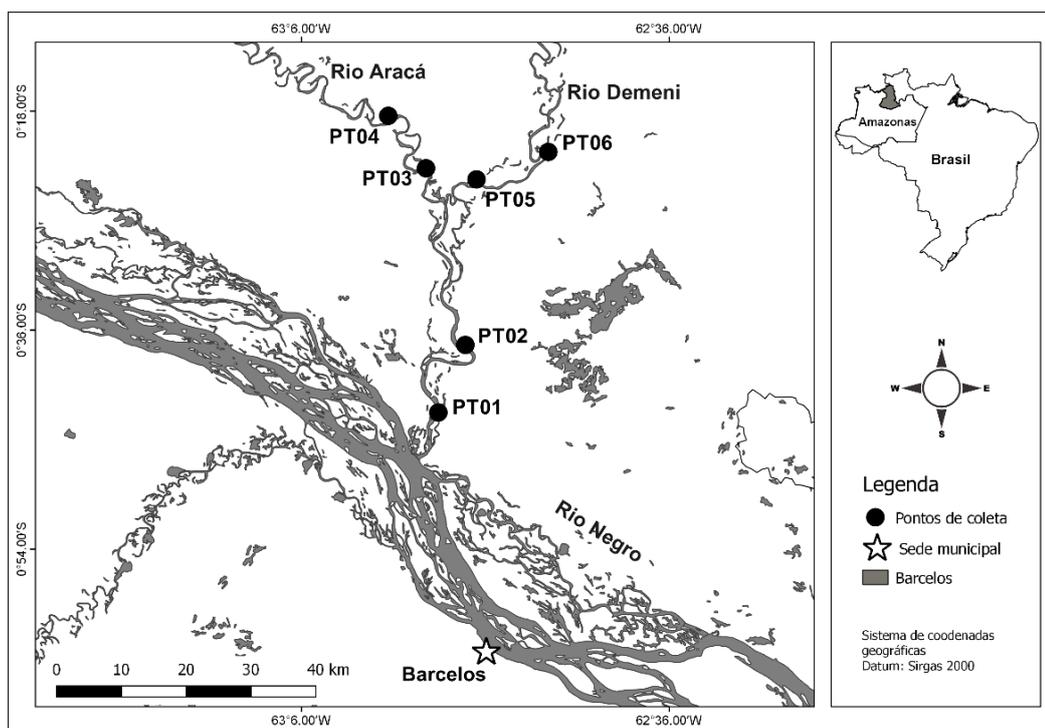
Além disso, as espécies do gênero *Cichla* são predominantemente de hábito carnívoro/piscívoro (ARCIFA & MESCHIATTI, 1993; JEPSEN et al., 1997) e a depleção de seus estoques pode resultar em efeitos sobre toda a assembleia de peixes. Deste modo, diante da elevada importância dos recursos e da atividade pesqueira para a população Amazônica, particularmente para as comunidades ribeirinhas, o presente estudo teve como objetivo avaliar a intensidade da pesca, considerando as quatro modalidades de

pesca atuantes na região, sobre a composição das assembleias de peixes, testando a hipótese se a intensidade da pesca exerce efeito perceptível sobre a composição e estrutura das assembleias de peixes na sub-bacia do Aracá-Demeni, situada na margem esquerda do trecho médio do rio Negro

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma sub-bacia do médio rio Negro, formada por dois tributários principais: os rios Demeni e Aracá. O rio Demeni apresenta características limnológicas distintas de outros rios da bacia do rio Negro. É um rio de água clara, com carga de sedimentos em suspensão mais alta se comparados com os rios de água preta da mesma bacia. No período chuvoso pode ficar com suas águas turvas devido ao aumento do material em suspensão na coluna da água (SIOLI, 1956; OLIVEIRA et al., 2011). Possui baixa condutividade ( $\sim 10,0 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) e os valores de pH chegam a atingir a neutralidade (SIOLI, 1984). O rio Aracá é um típico rio de águas pretas, com baixa concentração de nutrientes, pH ácido e altas concentrações de ácidos húmicos e orgânicos (GOULDING et al., 1988).



**Figura 2.** Localização dos pontos amostrais na Região do Médio Rio Negro, município de Barcelos-Amazonas, Brasil. Pt01, Pt02 = confluência do Rio Aracá com o Rio Demeni (água mista), Pt03, Pt04 = Rio Aracá (água preta), Pt05, Pt06 = Rio Demeni (água clara).

### **Coleta de dados**

As coletas foram realizadas em dois momentos, sendo o primeiro em novembro de 2018 e a segundo ocorreu em abril de 2019, em seis pontos de coletas: dois pontos no rio Demeni, dois no rio Aracá e dois pontos abaixo da confluência dos rios Demeni e Aracá, totalizando doze amostragens(figura1), sob autorização nº 25606-2 do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio.

As pescarias experimentais foram realizadas através de malhadeiras com dimensões padronizadas de 2m de altura e 15m de comprimento, com tamanhos de malha de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 mm entre nós opostos. As malhadeiras foram armadas no período da manhã (05h00 às 09h00), seguido da despesca, e de noite (17h00 às 21h00), com tempo padronizado de oito horas.

Após as pescarias, os peixes foram armazenados em sacos plásticos, separados de acordo com o tamanho da malha. Em seguida, foi realizada a contagem dos peixes e sua identificação por espécie com auxílio da literatura (VAN DER SLEEN & ALBERT, 2017) e com a ajuda de especialistas.

Os dados de CORREIA (2014) foram utilizados para discriminar a intensidade de pesca nessa sub-bacia. Eles foram coletados no período de junho a julho de 2013, em Barcelos e nas comunidades ribeirinhas Bacuquara, Elesbão, Romão, Samaúma e Bacabal. Foram entrevistados 46 pescadores (20 em Barcelos e 26 nas comunidades ribeirinhas). As entrevistas coletivas foram realizadas nas comunidades ribeirinhas por meio de mapas mentais, onde os pescadores representaram os ambientes por eles explorados (pontos de pesca), permitindo assim, a identificação de territórios pesqueiros. As entrevistas individuais foram aplicadas a todos os pescadores (ribeirinhos e urbanos), consistindo de questionários semiestruturados sobre a percepção quanto à quantidade de peixes e à quantidade de pescadores urbanos no sistema Aracá-Demeni

### **Análise de dados**

Para estimar a intensidade de pesca foi utilizada a técnica de estatística espacial do estimador de intensidade de Kernel para averiguar a distribuição espacial da atividade

pesqueira em cada ambiente explorado pelas modalidades de pesca no sistema Aracá-Demeni (CORREIA, 2014). O estimador é uma função bidimensional que pondera os eventos dentro de uma região, definida por um raio, produzindo a contagem dos pontos ali contidos e indicando a superfície de maior ou menor concentração dos eventos analisados (BAILEY & GATRELL, 1995). Com base no trabalho de CORREIA (2014), foi observado que a intensidade de pesca na sub-bacia Aracá-Demeni não é homogênea, sendo que o rio Aracá é uma região com baixa intensidade de pesca, enquanto que o rio Demeni e o trecho abaixo da confluência entre os dois rios apresentam alta intensidade de pesca.

Estimou-se os descritores ecológicos das assembleias de peixes das pescarias experimentais realizadas na sub-bacia Aracá-Demeni: abundância numérica (N), riqueza (S), índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) (KREBS, 1989). Desse modo, para testar a hipótese se a intensidade da pesca influencia na composição das assembleias de peixes na sub-bacia Aracá-Demeni no Médio Rio Negro, foi empregada uma Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA), utilizando o fator intensidade de pesca como variável independente que possui dois níveis (baixa e alta intensidade)(CORREIA, 2014), e a composição da assembleia de peixes como variável resposta, considerando 999 permutações (ANDERSON et al., 2001). Em seguida foi realizada uma regressão linear múltipla para cada variável: riqueza de espécies (S) e a diversidade de Shannon ( $H'$ ) como variáveis resposta e a intensidade de pesca (alta e baixa) e o nível do Rio como variáveis independentes, para verificar se a intensidade de pesca influencia a riqueza (S) e a diversidade de espécies ( $H'$ ). Para a riqueza de espécies foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição de Poisson. Foi verificado o fator de inflação de variância(VIF), e os pressupostos de normalidade (no modelo com  $H'$  como variável resposta) e homocedasticidade para a diversidade ( $H'$ ) foram testados usando o teste de Shapiro-Wilk e o teste de valores ajustados (fit) para visualização da distribuição dos dados. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico R 4.0.2 (R Development Core Team 2020, usando os pacotes Vegan, Car e lmer), com nível de significância de  $\alpha < 0,05$ .

## RESULTADOS

Um total de 3.178 exemplares de peixes foram capturados nas pescarias experimentais, representando 128 espécies distribuídos em 23 famílias e sete ordens. Os Characiformes, Siluriformes e Cichliformes foram as ordens que apresentaram maior riqueza, tendo 12 famílias e 68 espécies; quatro famílias e 37 espécies; uma família e 16 espécies, respectivamente. A família Serrasalminidae, com 21 espécies, Cichlidae, com 16 espécies e Pimelodidae, com 15 espécies, foram as famílias que apresentaram maiores riquezas.

A riqueza de espécies nos pontos amostrais variou de 19 a 58 espécies ( $P = 0,14$ ), com média e desvio padrão iguais a  $38,5 \pm 27,57$ , com abundância variando entre 90 a 567 indivíduos. O índice de Shannon entre os pontos amostrais apresentou estimativas entre 2,00 e 3,38 ( $P = 0,46$ ), com média e desvio padrão de  $3,19 \pm 0,26$ .

A composição das assembleias de peixes apresentou variação em relação a intensidade de pesca (PERMANOVA: Pseudo- $F=1,80$ ;  $df=1,10$ ;  $P = 0,04$ ). A n-MSD separou os locais de alta intensidade de pesca (Rio Demeni e a Confluência), dos locais de baixa intensidade de pesca (Rio Aracá) de acordo com abundância das espécies, ilustrando a separação entre os locais (Fig. 2). Para garantir a confiabilidade na interpretação dos resultados calculou-se o estresse que foi de 0,123.

A regressão indicou alta correlação entre riqueza (S) e intensidade de pesca (IP) ( $p=6,66 \times 10^{-08}$ ), e baixa correlação com o nível do rio (NR) ( $p=0,415$ ), tendo uma correlação de (Pseudo- $R^2=0,53$ ) (Tabela 1). A diversidade ( $H'$ ) e intensidade de pesca (IP) apresentaram uma correlação ( $p= 0,042$ ), e o nível do rio (NR) indicou baixa correlação ( $p= 0,624$ ), a intensidade da correlação foi de ( $R^2=0,44$ ) (Tabela 2).

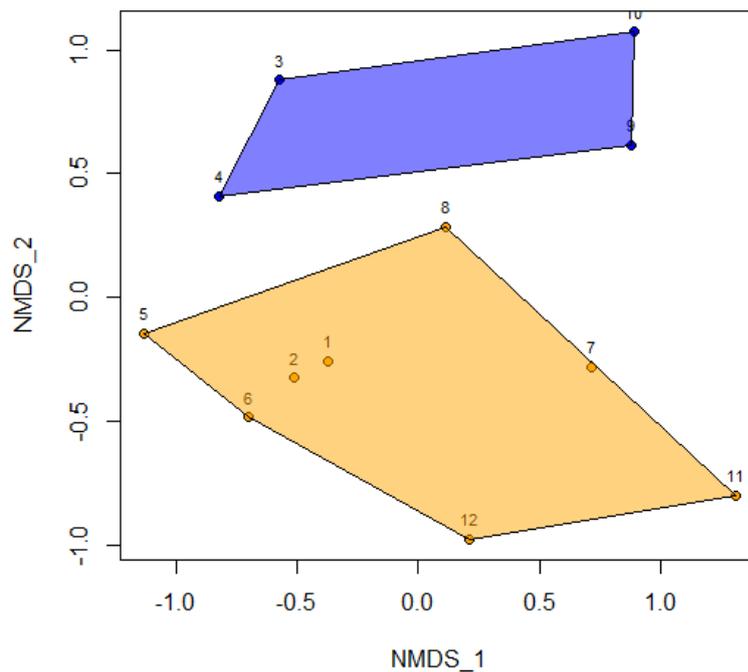
O fator de inflação da variância (VIF = 1,007), encontra-se dentro do recomendado e as variáveis não apresentam a multicolinearidade. Os testes de normalidade e homocedasticidade dos resíduos atenderam os pressupostos do modelo ( $p=0,1134$ ).

**Tabela1.** Resultado do modelo linear generalizado(GLM) com distribuição de Poisson, selecionado pelo critério de informação de Akaike (AIC). O modelo selecionado para variável resposta riqueza de espécies (S) apresentou AIC (94.215). IP-intensidade de pesca, NR- nível do rio.

Variáveis	$\beta$	Erro Padrão	Z	P	Intervalo de confiança	
					Inferior	Superior
Intercepto	2,98	0,13	22,3	$2 \times 10^{-16}$	2,71	3,23
IP	0,67	0,12	5,4	$6,66 \times 10^{-08}$	0,43	0,92
NR	0,03	0,03	0,81	0,415	-0,04	0,1

**Tabela2.** Resultado da regressão linear múltipla para a diversidade ( $H'$ ). IP-intensidade de pesca, NR- nível do rio.

Variáveis	$\beta$	Erro Padrão	t	P	Intervalo de confiança	
					Inferior	Superior
Intercepto	2,3	0,26	8,67	$2,43 \times 10^{-05}$	1,69	2,91
IP	0,57	0,23	2,41	0,0421	0,02	1,11
NR	0,04	0,09	0,50	0,6248	-0,16	0,26



**Figura 2.** Representação gráfica da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (n-MDS). Cada ponto representa um local de coleta. A cor azul representa o locais de baixa intensidade de pesca e a laranja o locais de alta intensidade de pesca.

## DISCUSSÃO

A pesca no médio rio Negro é uma das atividades centrais exercida pela população (SILVA, 2003), tanto para subsistência bem como fonte de renda (SOBREIRO et al., 2006; BRAGA et al., 2008; MORÁN, 2010; WITKOSKI, 2010; BRAGA et al. 2016). No entanto, o rio Demeni e a região da Confluência apresentam alta intensidade de pesca se comparado com o rio Aracá, situação que pode estar associada as características naturais dos locais de drenagem (SIOLI, 1991), salientando que a região do médio rio Negro, de forma geral, apresenta locais ainda bem preservados (SOARES & YAMAMOTO, 2005; FARIAS et al. 2017) e com elevada riqueza de espécies de peixes (BELTRÃO et al. 2019)

No rio Negro, são praticadas quatro modalidades de pesca: esportiva, comercial, subsistência e ornamental (FREITAS & RIVAS 2006; SOBREIRO & FREITAS, 2008; INOMATA & FREITAS, 2015), que podem tornar-se excessivas, principalmente quando associadas, e constituir uma causa direta no declínio de estoques pesqueiros (SMITH 2002; PAULY et al. 2003).

A intensificação da atividade pesqueira vem sendo verificada no médio rio Negro (BARRA, 2016), e em diferentes locais do Brasil, tal como o Pantanal de Mato Grosso do Sul (CATELLA, 2004), e em diferentes ambientes aquáticos a nível mundial como: Polônia (BNINSKA & WOLOS, 2001), e Lago Toya no Japão (MATSUISHI et al., 2002) onde os pescadores da pesca esportiva encontram-se em maior números que os pescadores comerciais. Com a modernização dos apetrechos de pesca e das embarcações, ao longo dos anos, a atividade tornou-se cada vez mais eficiente na captura do pescado (NASCIMENTO, 2017).

Segundo SILVA (2003), GARCEZ et al. (2019), referem que na região do Rio Negro, fatores como o crescimento demográfico ocasionaram a ocupação de novos locais próximos a região ribeirinha, impulsionando de certa forma no aumento do número de pescadores exercendo pressão sobre os estoques pesqueiros, levando a cabo o declínio de determinadas espécies de peixes.

Espécies de peixes de maior demanda no mercado consumidor, tais como: *Colossoma macropomum*, (tambaqui), *Arapaima gigas* (pirarucu), *Semaprochilodus taeniurus* (jaraqui), *Brachyplatystoma vaillantii* (piramutaba) e *Prochilodus rubrotaeniatus* (curimatã) vem sofrendo a sobreexploração resultante da intensificação da pesca na região (PETRERE Jr, 1983; ISAAC & ROFFINO, 1996; QUEIROZ & SARDINHA, 1999; FREITAS & RIVAS, 2006; BATISTA & ISAAC, 2012; CATARINO et al., 2014; CAMPOS et al., 2015; BARTHEM et al., 2019)

O tucunaré (*Cichla temensis*) é o principal alvo da pesca esportiva e comercial no médio rio Negro (BARROCO & FREITAS, 2014; LUBICH, 2020). Tais atividade de pesca (esportiva e comercial) por serem seletivas, e por ocorrerem pescarias clandestinas na região (FENBERG & ROY, 2008) promovem possibilidade de declínio das espécies-alvo pelo aumento do esforço de pesca empreendido (BATISTA & PETRERE Jr, 2003; SILVA, 2007; SILVA & BEGOSSI 2013; BARROCO & FREITAS, 2014; INOMATA & FREITAS, 2015). No entanto, os peixes mais procurados dessa espécie são os de grande porte (indivíduos maiores e mais velhos), sendo eles os principais reprodutores que com a sua excessiva captura podem comprometer a coexistência da espécie (HAUSER et al., 2002).

Desse modo verifica-se que o aumento da capacidade na exploração do pescado e o impacto que esta causa aos estoques naturais não foi acompanhado por um controle da atividade pesqueira (BARTHEM, 1999) no decorrer dos anos, ocasionando a redução na

composição das assembleias de peixes, que segundo (MERONA & BITTENCOURT, 1988; BARTHEM & PETRERE, 1995) a sobreexploração dos recursos pesqueiros é uma das consequências da generalizada redução do recurso pesqueiro disponível.

No entanto, a pressão pesqueira tem aumentado na região Amazônica, e há evidências da sobreexploração de algumas espécies comerciais bem como ornamentais (REINERT & WINTER, 2002; SÁNCHEZ-BOTERO et al., 2005; ARANTES et al., 2005), e vários estudos têm mostrado que os efeitos da pesca podem ir além dos efeitos mais perceptíveis sobre as populações de peixes exploradas, afetando a estrutura, composição das assembleias de peixes assim como o próprio ecossistema aquático (JENNINGS & POLUNIN, 1996; McMANUS et al., 2000; BELLWOOD et al., 2003; SILVANO et al., 2009).

Nesse contexto, Verifica-se que atualmente a pesca deixou de ser uma atividade direcionada exclusivamente para a alimentação da população ribeirinha, passando a ter uma importância social, cultural e econômica (FARIA-JUNIOR & BATISTA, 2006; BATISTA et al., 2007; INOMATA & FREITAS, 2015; COELHO et al., 2017; CARDOSO & FARIA-JUNIOR, 2017).

## **CONCLUSÃO**

Mediante os resultados obtidos podemos concluir que a região do médio Rio Negro, encontra-se num processo de intensificação da pesca, sendo a pesca atuante caracterizada como complexa e vem causando redução/declínio nos estoques pesqueiros de algumas espécies, devido ao crescente número de pescadores que praticam as diversas modalidades de pesca e a inexistente fiscalização torna cada vez mais vulnerável a sobreexploração dos recursos pesqueiros que compõem a assembleia de peixes no médio Rio Negro.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. W. (Orgs.) Prólogo: um rio dividido? In: ALMEIDA, A. W. B. de; FARIAS JÚNIOR, E. de A. Mobilizações étnicas e transformações sociais no rio Negro. Manaus: UEA, 2010.
- ALMEIDA, O. T.; LORENZEN, K.; MCGRATH, D. Commercial fishing sector in the regional economy of the Brazilian Amazon. In: WELCOMME, R.; PETER, T. (Ed.). Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries. Cambodia: FAO-Regional Office for Asia and the Pacific/RAP Publication, p.15-24, 2004.
- ANDERSON, M. J.; CRIST, T. O.; CHASE, J. M.; VELLEND, M.; INOUE, B.D.; FREESTONE, A.L. Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14, 19-28, 2011.
- ARANTES, C. C., GARCEZ, D.S. & CASTELLO, L. Densidades de pirarucu (*Arapaima gigas*, Teleostei, Osteoglossidae) em lagos das reservas de Desenvolvimento Sustentável Mami-rauá e Amanã, Amazonas, Brasil. *Uakari* 2: 37-43, 2005.
- ARCIFA, M. S.; MESCHIATTI, A. J. Distribution and feeding ecology of fishes in a Brazilian reservoir Lake-Monte-Alegre. *Interciencia*, v.18, n.6, p.302-313, 1993.
- BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. Interactive spatial data analysis. Essex: Longman Scientific and Technical, 1995.
- BARRA, C. S. 2016. Recreational fishing and territorial management in indigenous Amazonia. In: Taylor, WW; Bartley, DM; Goddard, CI, Leonard, NJ; Welcomme, R(Ed.). Freshwater, fish and the future. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome; Michigan State University, East Lansing; and American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- BARROCO, L. S; FREITAS, C. E. C. A pesca esportiva na Amazônia: implicações para a sustentabilidade dos estoques pesqueiros e da atividade. *Revista Scientia Amazonia*, 3(2): 93- 99, 2014.
- BARTHEM, R. B.; DA SILVA-JÚNIOR, U. L.; RASEIRA, M. B.; GOULDING, M.; VENTICINQUE, E. 2019. Bases para a conservação e o manejo dos estoques pesqueiros da Amazônia. Museu Emilio Goeldi. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/333204310\\_Bases\\_para\\_a\\_conservacao\\_e\\_o\\_manejo\\_dos\\_estoques\\_pesqueiros\\_da\\_Amazonia](https://www.researchgate.net/publication/333204310_Bases_para_a_conservacao_e_o_manejo_dos_estoques_pesqueiros_da_Amazonia). Acesso em 27 dezem. 2020.

- BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N.N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros na Amazônia. In: Ruffino, M.L. (Eds). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Manaus, Amazonas. p. 17-62, 2004.
- BARTHEM, R.B., PETRERE Jr., M. Fisheries and the population dynamics of *Brachyplatystoma vaillantii* (Pimelodidae) in the Amazon Estuary. Proceeding of the World Fisheries Congress, v. 1, cap. 21, p. 329-340, 1995.
- BARTHEM, R.B. A pesca comercial no médio Solimões e sua interação com a reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Queiroz, H. L.; Cramptom, W. G. R. (Eds). Sociedade Civil Mamirauá, CNPQ, Brasília-DF. p. 72-107, 1999.
- BARRA, C. S; DIAS, C. J; CARVALHEIRO, K. (Orgs.). Como cuidar para o peixe não acabar. São Paulo: Instituto Socioambiental - ISA, (Série Pescarias no Rio Negro), 2010.
- BARRA, C. S. Recreational fishing and territorial management in indigenous Amazonia. In: Taylor, WW; Bartley, DM; Goddard, CI, Leonard, NJ; Welcomme, R(Ed.). Freshwater, fish and the future. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome; Michigan State University, East Lansing; and American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 2016.
- BATISTA, V.S; PETRERE Jr, M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus. Acta Amazonica, 33(2): 291-302, 2003.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Ed.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira. Manaus: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), p. 63-151, 2004.
- BATISTA, V. S.; RODRIGUES, M. P. S.; FARIA-JR, C. H.; OLIVEIRA, M. F. G.; INHAMUS, A. J.; BANDEIRA, C. F. Caracterização socioeconômica da atividade pesqueira e da estrutura de comercialização do pescado na calha Solimões-Amazonas.

- In: RUFFINO, M. L. (Org.). O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca. IBAMA. Cap.1, p.19-58, 2007.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J. Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avaliação integrada. 1 Ed. Brasília: Ibama. 278 p, 2012.
- BELLWOOD, D.R., HOEY, A.S. & CHOAT, J.H. Limited functional redundancy in high diversity systems: resilience and ecosystem function on coral reefs. *Ecology Letters* 6:281-285, 2003.
- BELTRÃO, H.; ZUANON, J.; FERREIRA, E. Checklist of the ichthyofauna of the Rio Negro basin in the Brazilian Amazon. *ZooKeys* n. 881, p. 53–89, 2019.
- BNINSKA, M.; WOLOS, A. Management of selected Polish commercial and recreational lake fisheries activities. *Fisheries Management and Ecology*, v.8: 333- 343, 2001.
- BORCEM, E. R.; FURTADO-JÚNIOR, I.; ALMEIDA, I. C.; PALHETA, M. K. S.; PINTO, I.A. A atividade pesqueira no município de Marapanim-Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*. v.54, n.3, p.189-201, 2011.
- BRAGA, T. M. P.; DA SILVA, A. A.; REBÊLO, G. H.; Preferências e tabus alimentares no consumo de pescado em Santarém, Brasil. *Novos Cadernos NAEA*, v. 19 n. 3, p. 189-204, 2016.
- BRAGA, T. M. P.; BARROS, J. F.; CHAVES, M. P. S. R. Pesca e conflitos socioambientais na Amazônia Central: estudo em uma área com manejo comunitário. *Somanlu*, v.7, p. 107-119, 2008.
- CAMPOS, C. P.; SOUSA, R. G. C.; CATARINO, M. F.; COSTA, G. A.; FREITAS, C.E.C. Dinâmica populacional e avaliação de estoques de *Colossoma macropomum* capturado no sistema do lago Manacapuru (Bacia Amazônica, Brasil). *Gestão e Ecologia das Pescas*, v. 22, n. 5, p. 400-406, 2015.
- CARDOSO, R.S.; FARIA-JUNIOR, C.H. Análise econômica das pescarias em canoas motorizadas no município de Parintins, região do Baixo rio Amazonas, Brasil. *Scientia Amazonia*, v. 6, n. 3, p. 58-68, 2017.
- CATARINO, M. F.; CAMPOS, C. P.; GARCEZ, R.; FREITAS, C. E. C. Population Dynamic of *Prochilodus nigricans* Caught in Manacapuru Lake (Amazon Basin, Brazil). *Boletim do Instituto de Pesca*, v.40, n.4, p. 589–595, 2014.
- CATELLA, A. C. 2004. Reflexões sobre a pesca esportiva no Pantanal Sul: crise e perspectivas. Embrapa Pantanal-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E). (<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/812672/1/ADM046.pdf>). Acesso em 01/01/2021.

- COELHO, A. C. S.; FARIA-JUNIOR, C. H.; SOUSA, K. N. S. Fatores que influenciam a compra de peixes por classe social no município de Santarém-PA. *Agroecossistemas*, v.9, n.1, p.62-83, 2017. doi: <http://doi.org/10.18542/ragros.v9i1.4773>
- COOKE, S.J.; COWX, I.G. Constrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation*, v.128: 93-108, 2006. DOI: [org/10.1016/j.biocon.2005.09.019](http://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.019).
- CORREIA, G. B. Dinâmica espacial da pesca em dois afluentes do Médio Rio Negro, Amazonas. Dissertação de Mestrado, UFAM. p.1-99, 2014.
- COSTA, T. V.; SILVA, R. R. S.; SOUZA, J. L.; BATALHA, O. S.; HOSHIBA, M. A. Aspectos do consumo e comércio de pescado em parintins. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 39(1): 63-75, 2013.
- FARIA-JÚNIOR, C. H.; BATISTA, V. C. Repartição da renda derivada da primeira comercialização do pescado na pesca comercial artesanal que abastece Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*. Maringá, v. 28, n. 1, 131-136 p, 2006.
- FARIAS, E. U.; LEOBENS, S. C.; YAMAMOTO, K. C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FREITAS, C. E. C.; BELTRÃO, H. D. A.; MAGALHÃES, E. R. S. Assembleia de peixes em lagos do rio Quiuini, um tributário do rio Negro, Amazonas, Brasil. *Biota amazonia*, 7(1): 74-81, 2017.
- FENBERG, P. B.; ROY, K. Ecological and evolutionary consequences of size-selective harvesting: how much do we know?. *Molecular ecology*, 17(1): 209-220, 2008.
- FREITAS, C. E. C.; RIVAS, A. A. F. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia ocidental. *Ciência e Cultura versão online*, 58(3): 30-32, 2006.
- GARCEZ, R. C. S.; OLIVEIRA, C. M.; SAMT'ANNA, I. R. A.; MARSHALL, B. G.; FREITAS, C. E. C. Growth parameters and yield per recruit analysis for the armoured catfish *pterygoplichthys pardalis* sampled in the low reach of the amazonas river. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 45, n.2, p. 2-8, 2019.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. G. *Rio Negro: Rich Life in Poor Water*. Netherlands: SBP Academic Publishing, 1988.
- HAUSER, L; ADCOCK, G. J; SMITH, P. J; RAMÍREZ, J. H. B; CARVALHO, G. R. Loss of microsatellite 681 diversity and low effective population size in an overexploited population of New Zealand 682 snapper (*Pagrus auratus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(18):11742-683 11747, 2002.
- HELLMANN, J. J. & FOWLER, G. W. Bias, precision and accuracy of four measures of species richness. *Ecol. Appl.* 9(3):824-834, 1999.

- HELTSHE, J. F. & FORRESTER, N. E. The jackknife estimate of species richness. *Biometrics* 39:1-11, 1983.
- HOLLEY, M. H; MACEINA, M. J; THOMÉ-SOUZA, M; FORSBERG, B. R. Analysis of the trophy sport fishery for the speckled peacock bass in the Rio Negro River, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 15(2): 93-98, 2008.
- INOMATA, S. O.; FREITAS, C. E. C. A pesca comercial no médio rio Negro: aspectos econômicos e estrutura operacional. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, n. 1, p. 79-87, 2015.
- ISAAC, V. J; RUFFINO, M. L. Dinâmica populacional de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, no Baixo Amazonas, Brasil. *Fisheries Management and Ecology* , 3(4):315-333, 1996.
- JENNINGS, S. & POLUNIN, N. V. C. Impacts of fishing on tropical reef ecosystems. *Ambio* 25: 44-49, 1996.
- JEPSEN, D. B., WINEMILLER, K. O., & TAPHORN, D. C. Temporal patterns of resource partitioning among *Cichla* species in a Venezuelan blackwater river. *Journal of Fish Biology*, 51:1085-1108, 1997. [http://doi.org/0022-1112/97/061085+24\\$25.00/0/jb970525](http://doi.org/0022-1112/97/061085+24$25.00/0/jb970525)
- KREBS, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row, Publ. 654p, 1989
- LUBICH, C.C.F. Efeito da pesca comercial e esportiva sobre os “troféus” de tucunaré-açu (*Cichla temensis*, Humboldt 1821) em um trecho do médio rio Negro, Barcelos-Amazonas. Dissertação de Mestrado, INPA. p.1-86, 2020.
- MATSUISHI, T.; NARITA, A.; UEDA, H. Population assessment of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* caught by recreational angling and commercial fishery in Lake Toya, Japan. *Fisheries Science*, v.68: 1205-1211, 2002.
- McGRATH, D. G.; CARDOSO, A. M.; SA, E. P. Community fisheries and co-management on the lower Amazon floodplain of Brasil. In: *The Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Proceedings of The Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, 2(1): 207-221, 2004.

- McMANUS, J. W.; MEÑEZ, L. A. B.; KESNER-REYES, K. N.; VERGARA, S. G.; ABLAN, M. C. Coral reef fishing and coral-algal phase shifts: implications for global reef status. *ICES Journal of Marine Science* 57: 572–578, 2000.
- MERONA, B.; BITTENCOURT, M. M. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. *Mem. Soc. Cienc. Nat. Salle. Suplemento. n. 48. p. 433-453, 1988.*
- MORA, C. et al. Management effectiveness of the world's marine fisheries. *PLoS Biology*, v. 7, n. 6, p. e1000131, 2009. (Camilo Mora, Ransom A. Myers, Marta Coll, Simone Libralato, Tony J. Pitcher, Rashid U. Sumaila, Dirk Zeller, Reg Watson, Kevin J. Gaston, Boris Worm).
- MORÁN, E. F. Adaptabilidade humana. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 2010.
- NASCIMENTO, S. C. B. Modelagem da produção referente à piscicultura e a pesca comercial artesanal que abastece a cidade de Manaus – Amazonas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 74 p, 2017.
- OLIVEIRA, L. C.; BOTERO, W. G.; SANTOS, A.; CORDOVIL, M. C. O.; ROCHA, J. C.; DA SILVA, H. C. Influência das características físico-químicas dos solos no ciclo hidrobiogeoquímico do mercúrio na Região do Rio Aracá-AM. *Quim. Nova*, v. 34, n. 8, p. 1303-1308, 2011.
- PAULY, D; ALDER, J; BENNETT, E; CHRISTENSEN, V; TYEDMERS, P; WATSON, R. The future for 738 fisheries. *Science*, 302: 1359-1361, 2003.
- PETRERE Jr., M. Yield per recruit of the tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in Amazonas State, *Brazilian Journal of Fish Biology*, v.22, p. 133-144, 1983.
- QUEIROZ, H. L.; SARDINHA, A. D. A preservação e o uso sustentado do pirarucu de Mamirauá, 197 pp. In: Queiroz, H.L.; Cramptom, W. (Eds.) Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. CNPQ/ MCT. Brasília.1999.
- REINERT, T. R. & WINTER, K. A. Sustainability of harvested pacú (*Colossoma macropomum*) populations in the northeastern Bolivian Amazon. *Conservation Biology* 16: 1344-1351, 2002.

- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RIVAS, A. A. F; KAHN, J. R; FREITAS, C. E. C; HURD, L. E; COOPER, G. The Role of Payments for Ecological Services in the Sustainable Development and Environmental Preservation of the Rainforest: A Case Study of Barcelos. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, v.4, p. 13-27, 2013.
- RUFFINO, M. L. Gestão do uso dos recursos pesqueiros na Amazônia. Manaus: IBAMA, 2005.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J.I., GARCEZ, D.S.; CORTEZÃO, W.C. Histórico do comprimento total de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characiformes: Characidae, Cuvier, 1818) desembarcado no mercado de Tefé, Amazonas, Brasil, com nove recomendações para o manejo pesqueiro da espécie. *Uakari* 1: 27-33, 2005.
- SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, 19(54): 165-182, 2005.
- SILVA, A. L; BEGOSSI, A. Uso de Recursos por Ribeirinhos do Médio Rio Negro. In: Alpina Begossi. (Org.). *Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. 2o.ed.: RIMA, p. 87-145, 2013.
- SILVA, S. L. F.; CAMARGO M.; ESTUPIÑÁN R. A. Fishery management in a conservation area. The case of the Oiapoque River in northern Brazil. *Cybiurn*, v. 36, n. 1, p. 17-30, 2012.
- SILVA, A. L. D. Entre tradições e modernidade: conhecimento ecológico local, conflitos de pesca e manejo pesqueiro no rio Negro, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, p.141-163, 2011.
- SILVA, A. L. Comida de gente: preferências e tabus alimentares entre os ribeirinhos do Médio rio Negro, Amazonas, Brasil. *Revista de Antropologia*, São Paulo, v. 50, p. 125-179, 2007.
- SILVA, A. L. Uso de recursos por populações ribeirinhas no médio Rio Negro. (Tese de Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

- SILVANO, R. A. M.; RAMIRES. M.; ZUANON. J. Effects of fisheries management on fish communities in the floodplain lakes of a Brazilian Amazonian Reserve. *Ecology of Freshwater Fish*, 18: 156-166, 2009.
- SMITH, P. A. 2002. The relationship between stock and catch and the effect of bait on catch as determined for a UK recreational catch and release fishery. *Fisheries Management and Ecology*, 9(5), 261-266. Smith, NJH. 1979. A pesca no rio Amazonas. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/INPA. Manaus - AM. 154p.
- SIOLI, H. *Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de floresta tropicais*. 3rd ed. Petrópolis: Vozes. 1991.
- SIOLI, H. *Über Natur und Mensch im brasilianischen Amazonasgebiet*. *Erdkunde*, v. 10, n. 2, p. 89-109, 1956.
- SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses and river types. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon – limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. Junk Publishers, Dordrecht, South Holland, p.127-165, 1984.
- SOARES, M.G.M.; YAMAMOTO, K.C. Diversidade e composição da ictiofauna do Lago Tupé. In: SANTOS-SILVA, E. N; APRILE, F. M.; SCUDELLER, V. V.; MELO, S. (Ed.). *Biotupé: Meio Físico, Diversidade Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central*. Manaus: Editora INPA, p. 181-197, 2005.
- SOBREIRO, T.; FREITAS, C.E.C. Conflitos e territorialidade no uso de recursos pesqueiros do Médio Rio Negro. In: Encontro Nacional da ANPPAS,4. Brasília. Anais. ANPPAS, v.1, p.78-91, 2008.
- SOBREIRO, T.; SOUZA, L.A.; FREITAS, C.E.C. *manejo dos recursos pesqueiros no Médio rio Negro*. Manaus: EDUA, 2006.
- VAN DER SLEEN, P.; ALBERT, J. S. (Eds) 2017. *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas (Vol. 115)*. Princeton University Press.
- WELCOMME, R. L.; COWX, I. G.; COATES, D.; BÉNÉ, C.; FUNGE-SMITH, S.; HALLS, A.; LORENZEN, K. Inland capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Science*, 365(1554): 2881-2896, 2010.

WELCOMME, R. L. A review of a model for qualitative evaluation of exploitation levels in multi-species fisheries. Fisheries management and ecology, n. 6, p. 1-9, 1999.

WITKOSKI, A. C. Terras, Florestas e Águas de trabalho: Os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais. São Paulo: ANNABLUME, 2010.

YOUN, S.; TAYLOR, W. W.; LYNCH, A. J.; COWX, I.G.; BEARD Jr., T. D.; BARTLEY, D.; WU, F. Inland capture fishery contributions to global food security and threats to their future. Global Food Security, 3(1):142-148, 2014.