

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PARA RECURSOS AMAZÔNICOS – PPGCTRA

NILO BOSCHILIA

**Avaliação da viabilidade de peixe nativo amazônico *Acarichthys  
heckelii* para a piscicultura.**

ITACOATIARA/AM

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PARA RECURSOS AMAZÔNICOS – PPGCTRA

NILO BOSCHILIA

**Avaliação da viabilidade de peixe nativo amazônico *Acarichthys heckelii* para a piscicultura.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

Orientador: Prof. Dr. Érico Luis Hoshiba Takahashi

ITACOATIARA/AM

2023

### Ficha Catalográfica

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

Boschilia, Nilo  
B742a Avaliação da viabilidade de peixe nativo amazônico *Acarichthys heckelii* para a piscicultura. / Nilo Boschilia . 2023  
56 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Érico Luis Hoshiba Takahashi  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Acará. 2. Prrodução. 3. Reprodução. 4. Palatabilidade. I. Takahashi, Érico Luis Hoshiba. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos

**NILO BOSCHILIA**

Avaliação da viabilidade de peixe nativo amazônico *Acarichthys heckelii* para a piscicultura

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

Aprovado em 28.06.2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Erico Takahashi

Profa. Dra. Samantha Aquino Pereira

Profa. Dr. Louri Klemann Junior



Documento assinado eletronicamente por **Erico Luis Hoshiba Takahashi, Professor do Magistério Superior**, em 03/07/2023, às 15:26, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samantha Aquino Pereira, Professor do Magistério Superior**, em 06/07/2023, às 16:28, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Louri Klemann Junior, Usuário Externo**, em 06/07/2023, às 17:53, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 1577207 e o código CRC 8EBE299C.

Somente quando for cortada a última árvore, poluído o último rio, pescado o último peixe é que o homem vai perceber que não pode comer dinheiro!

**Provérbio indígena.**

## **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho de mestrado não poderia chegar a bom porto sem o precioso apoio de várias pessoas que participaram de forma direta e indireta para a conclusão deste. Em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Professor Dr. Érico Luis Hoshiba Takahashi, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou e me encaminhou ao longo dessa jornada acadêmica. A minha família (meu pai Luiz, minha mãe Lucy e meu irmão Bruno) e esposa (Kaline) por todo apoio nos momentos de angústia e de felicidade ao longo desta jornada. Meus agradecimentos a Universidade Federal do Amazonas por abrir as portas e me proporcionara conclusão desta etapa. Gostaria de agradecer de forma coletiva a todos amigos e colegas, principalmente ao Rondon, Rafael Alemão e ao Wagner que contribuíram de todas as formas para que chegássemos nesse ponto... seja na construção e implantação do sistema de piscicultura, nas coletas, no tratamento dos peixes, na manutenção do sistema, nas partes práticas de experimentos e laboratório, nas orientações, nos conselhos e nas resenhas. Neste momento agradeço aos membros da banca pela dedicação em promover a melhoria e o enriquecimento deste trabalho. Para finalizar, quero agradecer as agências financiadoras CAPES e FAPEAM pelo apoio financeiro para a execução desta pesquisa.

## RESUMO

O presente trabalho analisou comparativamente aspectos reprodutivos do peixe acará *Acarichthys heckelii* (Muller & Troschel, 1849), em ambiente natural e em cativeiro e avaliou as características sensoriais da carne. O estudo de reprodução foi realizado com 242 exemplares no município de Itacoatiara, Amazonas, Brasil, entre novembro 2021 e outubro de 2022. Foram determinadas a proporção sexual, tipo de crescimento, maturação sexual, aspectos macroscópicos e histológico das gônadas, fator de condição K, índice gonadossomático (IGS) e o índice hepatossomático (IHS). A proporção sexual foi de 1M:1,2F, sendo 123 peixes da natureza e 119 de cativeiro. O comprimento padrão variou de 6,5 a 14,2 cm com média e desvio padrão de  $10,4 \pm 1,77$ , e o peso corporal variou de 10 a 105 g, ( $41,18 \pm 21,24$ ). Os valores da relação peso x comprimento e do fator de condição K foram maiores para os animais de cativeiro, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Os estádios macroscópicos de maturação das gônadas foram imaturos, em maturação, maduro e desovado. Os valores de IGS para sexos agrupados tiveram maiores taxas em janeiro ( $1,97 \pm 2,19$ ) e o menor valor foi em agosto ( $0,25 \pm 0,12$ ). Os animais de cativeiro apresentaram IGS mais elevado ( $0,49 \pm 1,13$ ), quando comparados aos animais da natureza ( $0,18 \pm 0,11$ ). As médias de IHS apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores obtidos para os peixes da natureza e de cativeiro, porém, não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) quando comparado machos e fêmeas de mesmo ambiente. Considerando os dados analisados, foi verificado que existe diferenciação sexual da espécie em exemplares acima de 10 cm de comprimento padrão e que a maturação sexual da espécie ocorre em média com 10,88 cm, recomendando a captura da espécie acima de 11 cm de comprimento padrão para assegurar seus estoques pesqueiros. No estudo de análise sensorial verificou-se concomitantemente a intenção de compra e consumo. Além disso, foi estimado o rendimento do filé e feita análise bromatológica da carne. A análise sensorial foi realizada com 41 participantes e avaliou os atributos sabor, odor, cor, textura, suculência e aceitação geral do acará, tucunaré e tilápia utilizando escala hedônica de 9 pontos. Não houve diferenças significativas entre os peixes para a maioria dos atributos avaliados. A intenção de compra e consumo foi avaliada com escala hedônica de 5 pontos. Os resultados também mostraram que não houve diferenças significativas entre os peixes utilizados no estudo. O rendimento médio de filé foi de 31,4% variando de 26,7 a 34,1%. Na análise bromatológica a umidade média foi de 82,5%, proteína bruta  $13,8 \pm 0,73\%$ , extrato etéreo  $0,987 \pm 0,31\%$ , fibra bruta  $0,06\% \pm 0,20$  e matéria mineral  $0,40\% \pm 0,94$ . As informações apresentadas sugerem um bom potencial para uma maior utilização da carne do acará, já que não foi considerado diferente da carne da tilápia e tucunaré.

**PALAVRAS CHAVE:** Acará, produção, reprodução, palatabilidade.

## ABSTRACT

The present work comparatively analyzed reproductive aspects of the acará fish *Acarichthys heckelii* (Muller & Troschel, 1849), in a natural environment and in captivity, and evaluated the sensorial characteristics of the meat. The reproduction study was carried out with 242 specimens in the municipality of Itacoatiara, Amazonas, Brazil, between November 2021 and October 2022. The sex ratio, type of growth, sexual maturation, macroscopic and histological aspects of the gonads, condition factor K were determined. , gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HSI). The sex ratio was 1M:1.2F, with 123 fish from nature and 119 from captivity. Standard length ranged from 6.5 to 14.2 cm with mean and standard deviation of  $10.4\pm 1.77$ , and body weight ranged from 10 to 105 g, ( $41.18\pm 21.24$ ). The values of the weight x length ratio and the K condition factor were higher for captive animals, showing a significant difference ( $p<0.05$ ). The macroscopic stages of gonad maturation were immature, maturing, mature and spawned. The IGS values for grouped genders had higher rates in January ( $1.97\pm 2.19$ ) and the lowest value was in August ( $0.25\pm 0.12$ ). Captive animals had higher IGS ( $0.49\pm 1.13$ ) when compared to wild animals ( $0.18\pm 0.11$ ). The IHS averages showed significant differences ( $p<0.05$ ) between the values obtained for wild and captive fish, however, they did not show significant differences ( $p>0.05$ ) when comparing males and females from the same environment. Considering the analyzed data, it was verified that there is sexual differentiation of the species in specimens above 10 cm in standard length and that the sexual maturation of the species occurs on average at 10.88 cm, recommending the capture of the species above 11 cm in standard length. to secure their fish stocks. In the sensory analysis study, purchase and consumption intention were verified concomitantly. In addition, the fillet yield was estimated and the bromatological analysis of the meat was carried out. Sensory analysis was carried out with 41 participants and evaluated the attributes of flavor, odor, color, texture, juiciness and general acceptance of acar, tucunaré and tilapia using a 9-point hedonic scale. There were no significant differences between fish for most of the evaluated attributes. Purchasing and consumption intention was assessed using a 5-point hedonic scale. The results also showed that there were no significant differences between the fish used in the study. The average fillet yield was 31.4%, ranging from 26.7 to 34.1%. In the bromatological analysis the average humidity was 82.5%, crude protein  $13.8 \pm 0.73\%$ , ether extract  $0.987 \pm 0.31\%$ , crude fiber  $0.06\% \pm 0.20$  and mineral matter  $0.40\% \pm 0.94$ . The information presented suggests a good potential for greater use of acar meat, since it was not considered different from tilapia and peacock bass meat.

**KEYWORDS:** Acar, production, reproduction, palatability.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
CAPÍTULO 1 .....	19
CARACTERIZAÇÃO E ASPECTOS MORFOLÓGICOS E REPRODUTIVOS DO PEIXE NATIVO AMAZÔNICO <i>Acarichthys heckelii</i> COLETADOS NA NATUREZA E EM CATIVEIRO.....	19
RESUMO.....	20
INTRODUÇÃO .....	21
MATERIAIS E MÉTODOS .....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
Capítulo 2 .....	40
Análise Sensorial e Bromatológica Do Peixe Nativo Amazônico <i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849).....	40
RESUMO.....	40
INTRODUÇÃO .....	41
MATERIAIS E MÉTODOS .....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
CONCLUSÃO .....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
GRÁFICOS, FIGURAS E TABELAS .....	51
ANEXOS .....	54

## 1. INTRODUÇÃO

Os peixes representam o grupo vertebrado mais diversificado com 35.704 espécies válidas, as quais se encontram distribuídas em 5.208 gêneros (FRICKE; ESCHMEYER; VAN DER LAAN, 2023). No Brasil, existem aproximadamente 3.150 espécies de água doce catalogadas, sendo que a maior parte é encontrada no bioma amazônico (ICMBIO, 2021). A Amazônia possui a maior biodiversidade do mundo para espécies de água doce, sendo conhecidas de 2.700 espécies de peixes, incluindo 1.488 endêmicas (ICMBIO, 2021).

Na Amazônia, a pesca é uma fonte de alimento, comércio, renda e lazer para grande parte de sua população, especialmente a que reside nas margens dos rios de grande e médio porte (SANTOS, 2005). O próprio processo de colonização ao longo da calha do rio Amazonas e de seus principais tributários é reflexo da importância dos rios e dos recursos pesqueiros na vida do homem amazônico. Mesmo em épocas mais remotas, há cerca de oito mil anos, os peixes já se constituíam em recursos naturais importantes para a manutenção das populações humanas (MEGGERS, 1977; ROOSEVELT et al, 1991).

As técnicas e apetrechos de pesca nessa região sofreram grandes alterações nos padrões tecnológicos entre os anos de 1950 e 1970, com a introdução de aparelhos de alta capacidade de captura feitos com fibras de nylon, uso de motores, aumento na fabricação de gelo e expansão da pesca comercial, incentivados por planos governamentais. Outro momento de grande expansão se deu em meados da década de 1970, com o colapso das plantações de juta, ocasionado pela introdução de fibras sintéticas (PEREIRA, 2004). As alterações nos padrões de pesca resultaram em aumento na quantidade de captura de peixes, com isso, observa-se um processo de redução de estoques pesqueiros e de tamanho e quantidade de indivíduos coletados (HALLWASS; SCHIAVETTI; SILVANO, 2020; JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007; PETRERE et al, 2004). O pirarucu e o tambaqui são exemplos disso, sendo explorados em níveis acima da capacidade de suporte e, portanto, com sérias ameaças aos estoques naturais (CRAMPTON, 1999).

Das atividades extrativistas exercidas na região amazônica, a pesca é a mais tradicional e importante do ponto de vista socioeconômico, ecológico e cultural. É uma atividade de caráter artesanal, realizada por moradores da zona rural, para subsistência, e por pescadores profissionais, com pouco investimento e uma remuneração baseada num sistema de parcerias, o que a torna difícil de ser monitorada. Em ambos os casos é uma pescaria multiespecífica e que utiliza vários apetrechos (GANDRA, 2010). Dessa forma,

com grande oferta de pescados, as taxas de consumo na Amazônia são as maiores do mundo, com média estimada em 369 g/ pessoa/ dia ou 135 kg/ ano, chegando a cerca de 600 g/ dia ou 220 kg/ pessoa/ ano, constituindo-se na principal fonte de proteínas (BATISTA et al, 2004).

As modificações nos sistemas socioculturais dos últimos 50 anos, gerou a intensificação da produção para o mercado, o aumento do consumo e o crescimento demográfico, provocando um aumento sistemático sobre a exploração dos recursos naturais de forma intensiva e predatória, sobretudo nesse início de século (MARTINS, 2009). Levando em conta que o crescimento populacional deve continuar pelas próximas décadas, atender a demanda de alimentos terá duas possibilidades: o aumento da produtividade ou a expansão do uso da terra (AMORIM; TOSTA, 2020). Nesse ponto, o bioma amazônico está ameaçado pelo crescimento da agropecuária brasileira, vinculado à ocupação de novas áreas que se aproximam dos limites da região amazônica. Esse fato, gera preocupação quanto à sustentabilidade ambiental, pois a atividade agropecuária é pouco sustentável e promove a degradação ambiental (FILHO, 2016), altera os habitats, agrava a crise hídrica, promove perda da biodiversidade, polui o ar e degrada o solo (RIVERO, 2009).

Para atender o aumento da demanda de alimentos, sem a necessidade de ampliar as áreas de cultivo, são necessários ajustes dos sistemas produtivos e o aumento de investimentos em técnicas de produção em muitas regiões (SAATH; FACHINELLO, 2018). Nesse sentido a carne de peixe vem se destacando como alternativa à produção de proteína representando 17% da proteína animal consumida no mundo em 2015, principalmente em países desenvolvidos (FAO, 2018).

Diante deste cenário, se torna necessário o estudo e desenvolvimento de atividades alternativas como a piscicultura, para a produção de proteína animal e a manutenção dos recursos pesqueiros (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007). Segundo estimativas, de 2011 a 2016 a produção da pesca extrativista se manteve estável, com uma média de 90 milhões de toneladas ano. Já a aquicultura apresentou crescimento de 61,8 milhões de toneladas em 2011 para 80 milhões em 2016 (FAO, 2018). A aquicultura, por sua vez, pode ser compreendida pela combinação da pesca e agricultura. Os conceitos da agricultura se aplicam melhor à aquicultura, já que ambas têm como pilar o ato de cultivar. Já o conceito de pesca, remete a extração e captura (AMORIM; TOSTA, 2020).

Na região amazônica a piscicultura, com o desenvolvimento tecnológico da produção de espécies nativas, como o pirarucu, o tambaqui e o matrinhã são importantes para a redução da pressão de pesca das espécies nativas em ambientes naturais. Contudo, essa região possui uma grande quantidade de espécies de peixes que são consumidas pela população ribeirinha local, e que não são estudadas ou são desconhecidas (BEGOSSI et al, 2019). Dessa forma, a implantação de diferentes técnicas e manejo dos estoques pesqueiros é de grande importância. Alguns estudos relataram que as características multiespecíficas da pesca na região, e o desconhecimento de aspectos da dinâmica populacional da maioria das espécies exploradas, dificultam o uso de modelos tradicionais de avaliação dos estoques (MERONA; BITTENCOURT, 1988).

No Brasil, a piscicultura está presente em todas as regiões do país devido aos avanços das técnicas do cultivo para lidar com a crescente demanda do mercado, bem como pela economia e a sustentabilidade ambiental encontrada nessa forma de produção (HOGA et al, 2018). Para o Estado do Amazonas, o setor da pesca e da piscicultura apresenta grande relevância e têm reflexos diretos nas oportunidades de trabalho gerado, envolvendo diretamente cerca de 40 mil pescadores profissionais, colonizados e associados, 80 mil pescadores ribeirinhos e cerca de 3.901 piscicultores (GANDRA, 2010; IDAM, 2018). O Estado se destaca na produção de peixes nativos, como o tambaqui, matrinhã e pirarucu, com uma produção total de 21 mil toneladas em 2021, com imenso potencial de crescimento (PEIXE BR 2021). A região apresenta características altamente favoráveis à produção de organismos aquáticos, das quais podemos destacar a abundância de recursos hídricos, áreas amplas com relevo e solo favorável à retenção de água, alto consumo per capita de pescado e elevado número de espécies adaptadas à criação com alto valor de mercado (OLIVEIRA et al, 2012; ONO, 2005; PANTOJA-LIMA et al, 2015).

Considerando que no estado o maior centro de consumo é Manaus, os municípios que compõe a região metropolitana de Manaus desenvolveram fortemente o setor primário, como a fruticultura, mandiocultura e olericultura. Nesse contexto a pesca extrativista e principalmente a piscicultura, merecem destaque e desperta o interesse de um número cada vez maior de produtores rurais e se mostrando como uma atividade de excelente potencial sustentável, tanto no aspecto econômico, como ambiental e social (GANDRA, 2010). A cada ano, a produção de peixes de cultivo aumenta, em 2021 esse valor subiu para 841 mil toneladas, o que corresponde a 4,7% a mais que 2020, desse total 262.370

toneladas são de peixes nativos. Dessa forma a piscicultura representa a atividade de produção animal que mais cresceu nos últimos anos (PEIXE BR 2022).

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta uma alternativa para a produção de proteína animal mais ecológica, econômica e sustentável, promovendo o desenvolvimento de tecnologia regional e evitando problemas de introdução de espécies exóticas, como foi o caso da “lei da tilápia” (PADIAL et al, 2017). Esse trabalho também irá contribuir para a diminuição da sobrepesca, seguindo os princípios da aquicultura sustentável (BUNTING, 2013; NOBILE et al, 2019), buscando criar tecnologias aplicáveis as pequenas propriedades rurais e familiares (FONSECA; COSTA-PIERCE; VALENTI, 2017; FOOD; ORGANIZATION, 2018).

## **2. OBJETIVOS**

Objetivo geral:

- Analisar a viabilidade do peixe amazônico *A. heckeli* para uso na piscicultura.

Objetivos específicos:

- Analisar e comparar aspectos reprodutivos e morfológicos do *A. heckeli*.
- Estabelecer comparativos entre os peixes da natureza e os peixes de cativeiro.
- Avaliar a carne, suas características sensoriais e a aceitação.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O.T.; LORENZEN, K.; MCGRATH, D.G. Commercial fishing in the Brazilian Amazon: regional differentiation in fleet characteristics and efficiency. **Fisheries Management and Ecology**, 10: 109-115. 2003. DOI 10.1046/j.1365-2400.2003.00320.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2400.2003.00320.x> Acesso em: 05 dez. 2022.

AMORIM, M. J.; TOSTA, M. C R.; A piscicultura como alternativa para diminuir os impactos ambientais da produção de carne bovina. **Revista Brasileira de Meio Ambiente** v. 8, n. 4 (2020) Disponível em: <https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/548/256> Acesso em 28 nov. 2022.

ANTICAMARA, et al., Global fishing effort (1950-2010): Trends; gaps; and implications, *Fisheries Research* (2010), DOI:10.1016/j.fishres.2010.10.016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783610002754> Acesso em 21 nov. 2022.

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

BAYLEY P.B.; PETRERE Jr. M. Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. In: Dodge DP (ed), *Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)*. **Fisheries and Aquatic Sciences** 106, Ottawa, Ontario, Canada, 385–398p. 1989.

BEGOSSI, A. et al., Consumo de peixes na Amazônia: uma revisão das questões de biodiversidade, energia hidrelétrica e segurança alimentar **Braz. J. Biol.** v. 79, n. 2, p. 345–357, 2019. São Carlos Abr/Jun 2019. Publicado Out 29, 2018 <https://doi.org/10.1590/1519-6984.186572> Acesso em: 21 nov. 2022.

BELLAY, S.; ROGÉRIO, R.; BOZZA, A. N.; Introdução de Espécies em Ecossistemas Aquáticos: Causas, Prevenção e Medidas de Controle, *Revista em Agronegocio e Meio Ambiente* 9(1):181, mar. 2016 DOI: 10.17765/2176-9168.2016v9n1p181-201. Acesso em 28 nov. 2022.

BRUM, S. M. et al. Use of dolphins and caimans as bait for *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriforme: Pimelodidae) in the Amazon. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 31, n. 4, p. 675–680, 2015. DOI: 10.1111/jai.12772 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275057280>. Acesso em: 05 dez. 2022.

BUNTING, S. W. *Principles of sustainable aquaculture: Promoting social, economic and environmental resilience*. 320p. Routledge, 2013.

CRAMPTON, W. G. R. "Plano de manejo preliminar para o uso sustentável de peixes ornamentais na Reserva Mamirauá". Em QUEIROZ, H. L. e CRAMPTON, W. G. R. *Estratégias de manejo para recursos pesqueiros na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá*. Brasília, CNPq/ Sociedade Civil Mamirauá, 1999, pp. 159-176.

DA SILVA, A. L.; BEGOSSI, A. Biodiversidade, Consumo Alimentar e Dimensão do Nicho Ecológico: um Estudo de Caso das Populações Ribeirinhas do Rio Negro, Amazônia, Brasil Junho de 2009 *Desenvolvimento Ambiental e Sustentabilidade* 11 (3): 489-507 DOI: 10.1007 / s10668-007-9126-z. Acesso em: 21 nov. 2022.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>. Acesso em: 01 dez, 2022

FERNANDEZ-BACA, J. Amazonian Fisheries: Socio Economic Issues and Management Implications. Environmental economics programme. Discussion Paper. DP 98-02. 38p. 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/46472345>. Acesso em: 12, dez. 2022.

FICKE, A. D.; MYRICK, C. A.; HANSEN, L. J. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 17, n. 4, p. 581–613, 2007.

FILHO, J. E. R. V. A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupaterra e desafios estruturais logísticos. Brasília: IPEA, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9239/1/A%20Fronteira%20agropecu%C3%A1ria.pdf>. Acesso em 28 nov. 2022.

FILHO, P. P. Reflexões sobre o Brasil e os desafios Pan-Amazônicos. **Revista Brasileira de Política Internacional**. v. 56, p. 94-111, 2013. DOI <https://doi.org/10.1590/S0034-73292013000200006>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S003473292013000200006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S003473292013000200006&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 05 dez. 2022.

FONSECA, T.; COSTA-PIERCE, B. A.; VALENTI, W. C. Lambari aquaculture as a means for the sustainable development of rural communities in Brazil. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 25, n. 4, p. 316–330, 2017.

FOOD, F. U. N.; ORGANIZATION, A. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals. **FAO**, 2018.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. (eds) 2020. Eschmeyer's Catalog of fishes: genera, species, references. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Acesso em: 07 jan. 2023.

FROESE, R.; PAULY, D. FishBase. 2019. **FishBase**. [World Wide Web electronic publication.]. Disponível em: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Acesso em: 21 nov. 2020.

GANDRA, A. L. O mercado do pescado da região metropolitana de Manaus. **Infopesca**, Out. 2010. Disponível em: <https://www.infopesca.org/node/288> ISSN: 1688-7085. Acesso em 28 nov. 2022.

HALLWASS, G.; SCHIAVETTI, A.; SILVANO, R. A. M.; Fishers' knowledge indicates temporal changes in composition and abundance of fishing resources in Amazon protected areas. **Animal conservation**. 11 April, 2019. DOI <https://doi.org/10.1111/acv.12504>. Disponível em :

<https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/acv.12504> Acesso em: 05 dez. 2022.

HOGA, C. A.; ALMEIDA, F. L.; REYES, F. G. R. (2018). A review on the use of hormones in fish farming: Analytical methods to determine their residues. **CyTA-Journal of Food**, 16(1), 679-691, 2018. DOI <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1475423>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2018.1475423>. Acesso em 28 nov. 2022.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2021. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira>. Acesso em: 07 jan. 2023.

IDAM – Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. Disponível em: [https://encurtador.com.br/ahuvE.\\_Aceso](https://encurtador.com.br/ahuvE._Aceso) em: 17 de jun. 2023.

JOHNSON, R. “Eighth Millenium Pottery from a Prehistoric Shell Medden in the Brazilian Amazon”. **Science**, n. 254, 1991, pp. 1621-1624 DOI: 10.1126/science.254.5038.1621 Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/254/5038/1621> Acesso em: 05 dez. 2022.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, n. 2, p. 153–173, 2007. DOI: 10.1080/14634980701351023. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/244888249>. Acesso em: 21, nov de 2022.

LEITE, R. G.; ZUANON, J. A. S. Peixes ornamentais – aspectos da comercialização, ecologia, legislação e propostas de ações para um melhor aproveitamento. In: Val, A. L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E [eds.] Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: fatos e Perspectivas, Manaus, p.327-330. 1991. LEONEL, M. A m

LOPES, G. C. dos S. et al. Small-scale fisheries in the Amazon basin: General patterns and diversity of fish landings in five sub-basins. **B. Inst. Pesca**, p. 889–900, 2016. Disponível em: [https://www.pesca.sp.gov.br/42\\_4\\_14BIP-889-900\\_artigo.pdf](https://www.pesca.sp.gov.br/42_4_14BIP-889-900_artigo.pdf). Acesso em: 21, nov de 2022.

MARTINS, E. V. Dinâmica da economia e das relações do trabalho da pesca artesanal no município de Santarém/PA BELEM, 2009. Disponível em : <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/2635>. Acesso em 28 nov. 2022.

MEGGERS, B. Amazônia: a ilusão de um paraíso. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1977, 207 p.

MERONA, B.; BITTENCOURT, M. M. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. **Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, p. 433–453, 1988. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aa/v26n3/1809-4392-aa-26-3-0185.pdf>. Acesso em: 01 dez, 2022

METIAN, M. et al. Mapping diversity of species in global aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, 2019. DOI <https://doi.org/10.1111/raq.12374>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12374>. Acesso em 28 nov. 2022.

NOBILE, A. B. et al. Status and recommendations for sustainable freshwater aquaculture in Brazil. **Reviews in Aquaculture**, 2019. DOI 10.1111/raq.12393. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12393>. Acesso em: 01 dez, 2022.

Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th edn. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. **Nacional Research Council - NRC**. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academies Press. Washington. p. 432

OLIVEIRA, A. M.; VAL, V. M. F. de A.; VAL, A. L. Caracterização da atividade de piscicultura nas mesorregiões do estado do Amazonas, Amazônia brasileira. **Rev. Colombiana de ciências animal**. p. 154-162. 2012. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/22833> Acesso em: 01 dez, 2022.

ONO, E. A. Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou utopia?. **Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 90, p. 41-48. jul.-ago. 2005. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/cultivar-peixes-na-amazonia-possibilidade-ou-utopia/> Acesso em 28 nov. 2022

PADIAL, A. A. et al. The “Tilapia Law” encouraging non-native fish threatens Amazonian River basins. **Biodiversity and**. Jan, 2017 DOI: 10.1007/s10531-016-1229-0. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/308803917>. Acesso em: 01 dez, 2022

PANTOJA-LIMA, J. et al., Pró-rural aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do Estado do Amazonas, Brasil. **Revista Nexus**, Manaus, v1(1): 35-45. 2015. Acesso em: 28, nov de 2022.

PEIXE BR - Associação Brasileira da Piscicultura (2019). **Piscicultura brasileira, uma atividade em constante expansão**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2022.pdf>. Acesso em: 08, jul de 2022.

PEREIRA, H. S. Iniciativas de co-gestão dos recursos naturais da várzea. Documentos técnicos. **ProVárzea**. Manaus, Ibama, 2004, 128p.

PETRERE, M. et al. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 14, n. 4, p. 403–414, 2004.

REIS R.E, et al., Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, 89(1), 12–47, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/jfb.13016>. Acesso em: 22, nov de 2022

RIVERO, S. et al., Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. (2009). **Nova economia**, 19 (1), 41-66 Disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010363512009000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010363512009000100003&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 21 nov. 2022.

ROOSEVELT, C. et al., "Eighth Millenium Pottery from a Prehistoric Shell Medden in the Brazilian Amazon". **Science**, n. 254, 1991, pp. 1621-1624. DOI: 10.1126/science.254.5038.1621. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/254/5038/1621>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SAATH, K. C. O; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 56 (2), 195 – 212, 2018 Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032018000200195](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032018000200195). Acesso em: 05 dez. 2022.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**. Vol. 19 n°.54, São Paulo, 2005. DOI 10.1590/S0103-40142005000200010 Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010340142005000200010&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142005000200010&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 21 nov. 2022.

SANTOS, R. N. **Estratégias reprodutivas de peixes de um rio impactado por empreendimento hidrelétrico na amazôniacentral**, 2012. 112p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto Nacional De Pesquisas Da Amazônia, Manaus, 2012. Disponível em <https://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/1669/2.pdf> Acesso em: 12 dez. 2022.

## **CAPÍTULO 1**

### **CARACTERIZAÇÃO E ASPECTOS MORFOLÓGICOS E REPRODUTIVOS DO PEIXE NATIVO AMAZÔNICO *Acarichthys heckelii* COLETADOS NA NATUREZA E EM CATIVEIRO**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar comparativamente aspectos reprodutivos do peixe acará *Acarichthys heckelii* (Muller & Troschel, 1849), de ambiente natural e de cativeiro. O estudo foi realizado com 242 exemplares no município de Itacoatiara, Amazonas, Brasil, entre novembro 2021 a outubro de 2022. A proporção sexual foi de 1M:1,2F, sendo 123 peixes da natureza e 119 do cativeiro. O comprimento padrão variou de 6,5 - 14,2 cm com média e desvio padrão de  $10,4 \pm 1,77$ . O peso corporal variou de 10 - 105 g, ( $41,18 \pm 21,24$ ). Os valores da relação peso x comprimento e do fator de condição K foram maiores nos animais de cativeiro, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ), com maior índice em agosto e o menor em janeiro, apresentando crescimento isométrico e alimentação onívora. Os estádios macroscópicos de maturação das gônadas corroboram com as análises microscópicas. Os estádios verificados foram imaturos, em maturação, maduro e desovado. Os valores de IGS para sexos agrupados tiveram maiores taxas em janeiro ( $1,97 \pm 2,19$ ) e o menor valor foi em agosto ( $0,25 \pm 0,12$ ). Os animais do cativeiro apresentaram IGS mais elevado ( $p < 0,05$ ) se comparado aos animais da natureza. As médias de IHS apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os resultados obtidos para os peixes da natureza e os de cativeiro, porém não apresenta diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) se comparado machos e fêmeas de mesmo ambiente, com maior índice em outubro e menor em março. Considerando os dados analisados, foi verificado que existe diferenciação sexual da espécie em exemplares acima de 10 cm e que a maturação sexual da espécie ocorre em média com 10,88 cm. Assim, verificou-se que a espécie tem desova múltipla, com picos reprodutivos no início da cheia (dezembro/janeiro) e recomenda-se que *Acarichthys heckelii* seja capturado acima 11 cm de comprimento padrão, assegurando assim, seus estoques pesqueiros.

**PALAVRAS CHAVE:** Ciclídeos, reprodução, cativeiro.

## INTRODUÇÃO

A fauna de peixes compõe mais da metade do número total de vertebrados vivos na atualidade (NELSON et al., 2016). Os peixes representam o grupo mais diversificado com 36.532 espécies válidas, as quais se encontram distribuídas em 5.230 gêneros (FRICKE; ESCHMEYER; VAN DER LAAN, 2023). Com grande representatividade, a América do Sul possui a maior diversidade de peixes da Terra, com mais 9.100 espécies, o que corresponde 27% de todos os peixes do mundo (REIS et al, 2016). No Brasil existem aproximadamente 3.150 espécies de água doce catalogadas, sendo que a maior parte é encontrada no bioma amazônico (ICMBIO, 2021).

Em meio a essa diversidade, a família Cichlidae, que pertence a ordem Perciformes, é bastante representativa na América do Sul e consta com cerca de 252 gêneros e 1750 espécies válidas (FRICKE; ESCHMEYER; VAN DER LAAN, 2023). Acarás, tucunarés e jacundás são exemplares popularmente conhecidos dessa família. Na Amazônia encontra-se cerca de 400 espécies de ciclídeos, sendo aproximadamente 100 espécies de acarás (SANTOS, 2009), porém os estudos relacionados a biologia reprodutiva destas espécies ainda são escassos nas literaturas.

O acará, *Acarichthys heckelii* (Müller & Troschel, 1849), do Tupi-Guarani “acará” = peixe, e do grego “ichthys” = peixe, ocorre em clima tropical em temperaturas de 23 a 26°C. Sua fertilização é externa e apresenta comportamento reprodutivo complexo com práticas poligâmicas e realizando cuidado parental do ninho que é escavado pelos machos (LOISELLE, 1994; KULLANDER, 2003).



Imagem 1 – Espécie alvo *Acarichthys heckelii* (macho adulto). Fonte: O autor

De acordo com Santos (2009), no Mercado de Manaus são comercializadas cerca de 22 espécies de ciclídeos, mas se estima que as espécies que são consumidas pela população podem representar o dobro desse montante. Na Amazônia, a pesca é umas das atividades mais importantes, constituindo-se em fonte de alimento, segurança alimentar, comércio, renda e lazer para grande parte de sua população (SANTOS; SANTOS, 2005). Além da sobrepesca, outras alterações antropogênicas vêm afetando profundamente as populações de peixes, podendo até mesmo levar a extinção das espécies não adaptáveis a essas mudanças (MENDONÇA, 2018).

Analisando o papel desses organismos como fonte de proteína animal, no estudo da biologia e ecologia dos peixes, a reprodução é uma linha de pesquisa de suma importância (FAO, 2020). Compreender a reprodução de uma espécie é uma forma de poder perpetuar sua população, para isso é necessário o desenvolvimento de tecnologias de reprodução, analisando os aspectos fisiológicos, biológicos e ecológico (SANCHES et al., 2021), as estratégias de reprodução, o tipo de fecundação, o desenvolvimento do embrião, as características dos ovos, a existência de cuidado parental, a primeira maturação, o fator de condição e o período reprodutivo. Para isso é utilizado o índice gonadossomático (IGS), necessitando, do auxílio da histologia para uma análise mais precisa da morfologia das gônadas (CORDEIRO, et al. 2018).

O IGS é um indicativo do grau de desenvolvimento das gônadas, sua análise em peixes auxilia a interpretar a influência de fatores ambientais e das características morfológicas em relação ao ciclo reprodutivo, fornecendo informações para conservação e preservação de estoques pesqueiros e também serve de base para trabalhos futuros que visam preservar estas espécies como também a variabilidade genética (DUTRA et al., 2010). Outro índice importante é o hepatossomático, de acordo com CYRINO et al., 2000, é uma forma de quantificar o estoque de energia (glicogênio) no fígado. O glicogênio, uma das muitas formas de armazenamento da energia consumida pelo peixe, é encontrado, em grande quantidade, nos tecidos do fígado e nos músculos dos peixes. Desta forma, o IHS pode estabelecer relações com o período reprodutivo de algumas espécies de acordo com as variações ambientais bióticas e abióticas, pois a maturação gonadal e a reprodução levam a depleções no peso total do fígado (CASTRO, 2014).

Conhecer as estratégias reprodutivas dos peixes comercializados ou com potencial para comercialização é a chave para uma administração eficiente da pesca, e para promover a conservação dos estoques destas espécies (VAZZOLER, 1996). As táticas reprodutivas revelam informações importantes para a sustentabilidade da exploração das espécies e, conseqüentemente, a possibilidade de executar seu manejo de forma continuada. A falta de estudos sobre a ecologia reprodutiva de espécies de ciclídeos de interesse econômico, principalmente na região Amazônica, dificultam a elaboração de planos de manejo, deixando espécies vulneráveis a sobrepesca (SILVA, 2013).

Diante deste cenário, pesquisas que melhorem o desenvolvimento de atividades alternativas e sustentáveis como a piscicultura são necessários e fundamentais para a manutenção dos recursos pesqueiros (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007), pois a introdução de espécies nativas amazônicas como o pirarucu, tambaqui e matrinhã mostraram-se eficientes na redução da pressão de pesca (BEGOSSI et al, 2019). Uma vez que espécies exóticas oferecem riscos ambientais, podendo causar danos imprevisíveis sobre os ecossistemas, sendo considerado pela IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) como a segunda maior causa de perda de biodiversidade (BELLAY et al, 2016).

Assim, a proposta de desenvolvimento do cultivo de espécies nativas, como o acará, está de acordo com as literaturas científicas e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), promovendo a diversificação de espécies e a criação de tecnologia de pequena escala como formas de prevenção contra eventos climáticos, crises sanitárias e ambientais. Além disso, evita problemas de introdução de espécies exóticas, como foi o caso da “lei da tilápia” (PADIAL et al, 2017), seguindo preceitos da aquicultura sustentável (BUNTING, 2013; NOBILE et al, 2019), buscando criar tecnologias aplicáveis à pequenas comunidades rurais (FONSECA; COSTA-PIERCE; VALENTI, 2017; FOOD; ORGANIZATION, 2018) e reduzindo a dependência de tecnologia externa (BUNTING, 2013).

O motivo da escolha do *Acarichthys heckelii* como espécie alvo se justifica porque pela frequência desta espécie em registros de desembarques pesqueiros e em em publicações com listas de espécies consumidas pela população local, por aspectos morfológicos semelhante a tilápia, como o formato corporal e ausência de espinhos intramusculares e são espécies nativas da bacia amazônica, facilmente encontrada em

lagos, rios e igarapés (BEGOSSI et al, 2019; DA SILVA; BEGOSSI, 2009; LOPES et al, 2016).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Informações éticas**

O cuidado e uso de animais experimentais cumpriu com as leis, diretrizes e políticas de bem-estar animal, sendo aprovado pelo comitê ou conselho de ética de uso animal do IFAM (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas). O experimento foi devidamente regularizado através de aprovação da autorização para atividades com finalidade científica, Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO de número 76149-1 emitida pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade)

### **Área de estudo e coleta dos exemplares**

Todos os peixes utilizados para o experimento foram coletados em ambiente natural, no lago Canaçari (2° 8'10.66'S e 58°50'81.18'O), mas os exemplares considerados de cativeiro foram previamente confinados pelo menos 3 meses nesse ambiente para a realização do estudo. O lago Canaçari possui, aproximadamente, 40 Km de extensão por uma largura média de 15 Km, perfazendo um total aproximado de 600 Km<sup>2</sup>, dos quais 90% encontram-se no Município de Silves e 10% em áreas pertencentes a Itacoatiara, sendo formado na foz do rio Urubu. É uma região caracterizada pela presença de terras baixas e áreas de várzea alagáveis, apresentando as duas estações típicas da região amazônica, cheia (ocorre de janeiro a julho) e vazante (ocorre de agosto a dezembro), com amplitude média de 10 metros entre os extremos de cheia e seca.

Os exemplares capturados foram transportados vivos para a Estação Experimental de Aquicultura “Francisco Orlando Jordão, que está localizado nas dependências do IFAM do Campus de Itacoatiara (3° 4'25.63'S - 58°27'55.93'O), localizado na rodovia AM-010, que fica distante a 8 km do centro urbano do município de Itacoatiara, interior do Estado do Amazonas e a 6,4 km do ponto de coleta (lago Canaçari).

A infraestrutura destinada ao experimento era composta por dois tanques escavados com cerca de 5000 litros forrados com lona plástica. Os tanques foram mantidos com aeração, em sistema de renovação de água para manter um ambiente profícuo aos peixes, que recebiam alimentação de formulação mista (animal e vegetal) de

duas vezes na semana. Durante o experimento foi realizado monitoramento semanal da água (temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH) e mensalmente (amônia, nitrito e nitrato).

Para as amostragens dos exemplares de cativeiro, as coletas foram realizadas 3 meses antes do início da pesquisa, de julho a setembro de 2021, com frequência semanal, período em que os peixes capturados foram aclimatados no cativeiro, garantindo um estoque para a realização do experimento. Já para as amostragens dos exemplares do ambiente natural (natureza), as coletas foram realizadas mensalmente, simultaneamente as coletas de cativeiro, de setembro de 2021 a outubro de 2022, a fim de contemplar 12 meses/1 ano. Para capturar os peixes para o experimento, foi utilizado tarrafas com cerca 2,5 m de altura e malha com cerca de 2 centímetros, para evitar que os animais ficassem presos ou machucados, situação que normalmente ocorre ao utilizar redes de pesca, também chamadas de malhadeira.

### **Amostragem e procedimentos**

Mensalmente, conforme a disponibilidade, uma amostra com aproximadamente 10 peixes capturados na natureza e 10 peixes do cativeiro, foram anestesiado e eutanasiado para a coleta de dados biométricos. No laboratório do IFAM o peso total (Pt) e o comprimento padrão (Cp) foram mensurados. O peso total de cada exemplar de *A. heckelii* foi mensurada utilizando-se uma balança digital com precisão de 0,1 gramas. O comprimento padrão do corpo foi determinado em milímetros com auxílio de um ictiômetro. Em seguida os peixes foram abertos por meio de uma incisão ventral e suas vísceras foram removidas para identificação do sexo, estádios de maturidade gonadal, mensuração do peso das gônadas (Pg), fígado e vísceras. Uma amostragem das vísceras (estômago) dos peixes da natureza foi analisada para a identificação da dieta alimentar. As gônadas foram macroscopicamente analisadas para determinação dos estádios de maturidade e em seguida removidas para a mensuração da massa utilizando-se uma balança digital analítica com aproximação de 0,01g.

Amostras das gônadas foram preparadas e fixadas em paraformaldeído 4% tamponado. Essas amostras foram analisadas histologicamente para confirmação do sexo e dos estádios de maturação gonadal. Amostras das gônadas foram posteriormente processadas seguindo protocolo adaptado proposto por Vazzoler (1996), com desidratação em xilol, álcool/xilol e concentrações decrescente de álcool sendo coradas

em hematoxilina-eosina, seguindo desidratação crescente de álcool, álcool/xilol e xilol. Depois foram incluídas em paraplat (parafina) para obtenção de cortes em micrótomo com espessura 5µm. As lâminas foram analisadas em microscópio com aumento de 400x, sendo realizada uma avaliação descritiva das características das gônadas de cada peixe, analisando o seu estágio de diferenciação. O material foi fotografado com um smartfone Xiaomi Redmi note 11 e editado no programa Snapseed.

Para identificar o padrão de crescimento dos peixes, utilizou como base a relação peso x comprimento, pois pode-se estabelecer equações matemáticas, capaz de transformar medidas de peso em comprimento e vice-versa, utilizando-se a equação  $W = aL^b$ , aonde  $W$  é o peso,  $L$  o comprimento,  $a$ , uma constante e  $b$ , um expoente (ROSSI – WONGTSCHOWSKI, 1977). Para Bagenal e Tesch (1978), a variação do expoente  $b$ , indica o tipo de crescimento e está relacionado a fatores como estado de engorda, sexo, idade, estoque, parasitismo e qualidade da amostra. Sendo assim, valores obtidos próximos a 3 são isométricos e  $b > 3$  ou  $b < 3$  são alométricos positivo e negativo, respectivamente.

Para caracterizar a reprodução foi calculado o índice gonadossomático (IGS) e fator de condição (K) e o IHS para cada sexo. A distribuição de frequência dos estádios de maturação gonadal, IGS, K e IHS entre os meses foram utilizadas para caracterizar a reprodução em ambiente natural e cativeiro.

A relação entre o peso e o comprimento corporal permite calcular um parâmetro que determina o grau de bem-estar do peixe, denominado de Fator de Condição (K). Esse índice é amplamente utilizado, pois fornece importantes informações sobre o estado fisiológico do animal, a partir do pressuposto de que indivíduos com maior massa em um dado comprimento estão em melhor condição (VAZZOLER, 1996). O cálculo do fator de condição também pode estar relacionado com os aspectos reprodutivos dos peixes (AGOSTINHO et al., 1990).

#### Índice Gonadossomático (IGS)

O índice gonadossomático (IGS) faz relação entre o peso das gônadas para o peso total do corpo dos peixes e foi calculado para todos os exemplares, utilizando-se:  $IGS = Wg/Wt.100$ , aonde  $Wg$ , massa da gônada (com aproximação de 0,01g); e  $Wt$  é a massa total do peixe (g) (com aproximação de 0,01g). (VAZZOLER, 1996; McADAM

et al., 1999). O IGS representa o desenvolvimento das gônadas, sua análise auxilia a interpretar a influência de fatores ambientais e das características morfológicas em relação ao ciclo reprodutivo (DUTRA et al., 2010).

#### Fator de condição (K)

O fator de condição (K) é a relação entre o peso e o comprimento do indivíduo, e é expresso por:  $K = Pt/a * Cp^b$ . Onde K = coeficiente de fator de condição relativo, Pt= peso total do indivíduo, Cp = comprimento padrão do indivíduo e a e b são as mesmas constantes obtidas a partir da regressão entre os fatores peso e comprimento da espécie (LE CREN, 1951). Peixes que apresentam pesos observados maiores que os pesos esperados possuem valores de K acima de 1,0; peixes com pesos menores que os esperados terão valores de K abaixo de 1,0; quando ambos os pesos forem iguais o valor de K será igual a 1,0. O teste T foi aplicado para efeito de comparação das hipóteses sobre as diferenças entre as médias obtidas entre os animais de natureza e de cativeiro.

#### Índice Hepatosomático (IHS)

O índice hepatossomático (IHS) faz relação entre o peso do fígado para o peso total do corpo dos peixes, foi calculado para todos os exemplares coletados, utilizando-se:  $IHS = Wh/Wt.100$ , aonde Wg, massa da fígado (com aproximação de 0,01g); e Wt é a massa total do peixe (g) (com aproximação de 0,01g) (VAZZOLER, 1996).. O IHS pode estabelecer relações com o período reprodutivo, pois a maturação gonadal e a reprodução levam a depleções no peso total do fígado (CASTRO, 2014).

#### Identificação dos estádios de maturação

Os peixes dissecados foram analisados macroscopicamente e a classificação utilizada foi adaptada de Cordeiro (2020), que compreende quatro estádios: Estádio A: Imaturo – Os testículos possuem aspecto filiformes e tamanhos reduzidos. Estádio B: Em maturação – Os testículos possuem tamanhos variados de acordo com o grau de desenvolvimento. Estádio C: Maduro – Os testículos possuem tamanhos variados de acordo com o grau de desenvolvimento. Estádio D: Esgotado – Os testículos possuem tamanho reduzido com um aspecto flácido.

Para as fêmeas foi seguida uma adaptação das escalas propostas por Cordeiro (2020): Estádio A: Imaturo – Os ovários possuem aspecto filiformes e tamanhos reduzidos. Estádio B: Em maturação - Os ovários mudam a coloração de translúcida para avermelhada, aumentando de tamanho. Estádio C: Maduro – Os ovários apresentam uma coloração avermelhada, aumentando de tamanho com presença de ovócitos visíveis. Estádio D: Esgotado – Os ovários possuem tamanho reduzido com um aspecto flácido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram analisados 242 peixes (123 da natureza e 119 de cativeiro) com comprimento padrão variando de 6,5 a 14,2 cm e média e desvio padrão de  $10,4 \pm 1,77$ . Os resultados se aproximam aos obtidos por Liew (2014) que obteve um comprimento total de 4,5 a 15,1 cm e por Silva (2013) com valores de 2,2 a 12,1 cm. Dos indivíduos amostrados, 106 eram machos ( $10,60 \pm 1,83$ ) e 127 eram fêmeas ( $10,31 \pm 1,72$ ). Outros 9 indivíduos foram classificados como indefinidos ( $9,35 \pm 1,50$ ), devido a dificuldades de avaliação macroscópica, também chamados de juvenis assexuados (CRAMPTON, 2008). A dificuldade de determinação sexual é citada por Favero (2010) em 85,76% da amostra, com exemplares de pequeno porte.

Em relação ao peso e comprimento padrão dos exemplares, os machos apresentaram peso mínimo de 10 g e peso máximo de 105 g, ( $42,40 \pm 21,24$ ) e tamanho do menor exemplar 6,5 cm e o maior 14,2 cm ( $10,40 \pm 1,77$ ). Considerando as fêmeas, o peso mínimo apresentado foi de 12 g e peso máximo de 95 g ( $40,93 \pm 20,57$ ) e tamanho do menor exemplar 7,0 cm e o maior 14,0 cm ( $10,31 \text{cm} \pm 1,72$ ).

Comparando a relação peso x comprimento (figura 1) entre os exemplares coletados na natureza e os exemplares do cativeiro, os animais de cativeiro apresentaram índices maiores ( $p > 0,05$ ) em relação aos animais coletados na natureza. O índice dos machos da natureza foi de  $3,30 \pm 1,22$  e os machos do cativeiro  $4,31 \pm 1,39$ . O índice das fêmeas da natureza foi de  $2,94 \pm 0,91$  e as fêmeas do cativeiro  $4,47 \pm 1,25$ . O resultado do cativeiro é influenciado diretamente pela disponibilidade de alimento e baixa movimentação dos exemplares confinados, pois animais de cativeiro apresentaram massas de fígado e vísceras significativamente maior, que os animais da natureza. A análise do conteúdo estomacal apresentou dieta onívora da espécie, composta

principalmente por algas e plantas, assim como larvas de insetos e macro invertebrados, semelhante aos resultados obtidos Liew (2014).

Seguindo o modelo de crescimento proposto por Bagenal e Tesch (1978), o *A. heckelii* apresentou variação do expoente **b** entre 2,87 a 3,21, indicando um crescimento isométrico, dado também constatado por Silva (2013) e Liew (2014), que obtiveram valores de 3,16 e 3,14, respectivamente, diferente de Favero (2010) que obteve crescimento alométrico negativo. O crescimento isométrico demonstra que os peixes são capazes de suprir suas demandas energéticas, obtendo um aumento de peso proporcional ao crescimento, pois a espécie é onívora e se adapta bem aos diversos ambiente, principalmente locais com fundos arenosos (LIEW, 2014). Dados complementares da amostra podem ser vistos na tabela 1:

<b>Comprimento (mm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Frequência</b>	<b>Machos/Fêmeas/Indefinido</b>
60 - 69	10	1	0,41%	0/0/4
70 - 79	12-18	16	6,61%	5/11/2
80 - 89	15-27	44	18,18%	19/21/2
90 - 99	20-37	42	17,36%	19/20/1
100 - 109	29-44	36	14,88%	15/34/1
110 - 119	38-62	37	15,29%	16/21/0
120 - 129	42-76	44	18,18%	17/26/0
130 - 139	60-92	17	7,02%	11/6/0
140 - 149	92-65	5	2,07%	4/1/0

Tabela 1 – Representa a classificação dos exemplares analisados por faixa de comprimento padrão, peso, quantidade, frequência e sexo.

Considerando o fator de condição K, a equação da relação peso-comprimento foi ajustada com base nos valores obtidos dos indivíduos capturados na natureza, assim obteve-se a seguinte forma:  $X=0,0401*Y=2,9064$ , como pode ser observado na figura 1. Assim, o valor do coeficiente b determinado e aplicado na fórmula para cálculo do K foi de 2,9064. O menor valor de K ao longo do ano foi obtido em janeiro, com média de 0,93, semelhante aos resultados obtidos por Lima et al. (2017), que encontrou os menores valores de K em meados de dezembro. Já o maior valor de K foi obtido em agosto, com 1,10. Esses valores demonstram que em janeiro, período em que corresponde ao início da enchente dos rios amazônicos, os peixes apresentam peso menor que o esperado, o que se justifica, pois, nessa mesma época, ocorre a maior intensidade do período reprodutivo, com maior investimento de energia na reprodução, utilizando suas reservas nutritivas para o desenvolvimento dos gametas (LIMA et al., 2017). O alto valor de K obtido em agosto sugere uma grande disponibilidade de alimento nos meses anteriores, pois junho e julho são os meses que os rios atingem cotas máximas na cheia com grande disponibilidade de

alimento, considerando uma alimentação onívora. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Silva (2013), que estudou espécies de ciclídeos amazônicos. Comparando os resultados obtidos na natureza com o cativeiro, utilizando teste T, o resultado foi significativo  $p < 0,05$ . Para os indivíduos coletados na natureza, o valor do coeficiente K obteve média de  $1,00 \pm 0,11$ , sendo  $1,00 \pm 0,10$  para os machos e  $1,01 \pm 0,11$  para as fêmeas. Para os indivíduos do cativeiro obteve-se  $1,07 \pm 0,11$ , sendo  $1,04 \pm 0,11$  para os machos e  $1,10 \pm 0,11$  para as fêmeas. Estes resultados indicam que os peixes de cativeiro apresentaram peso maior que o esperado.

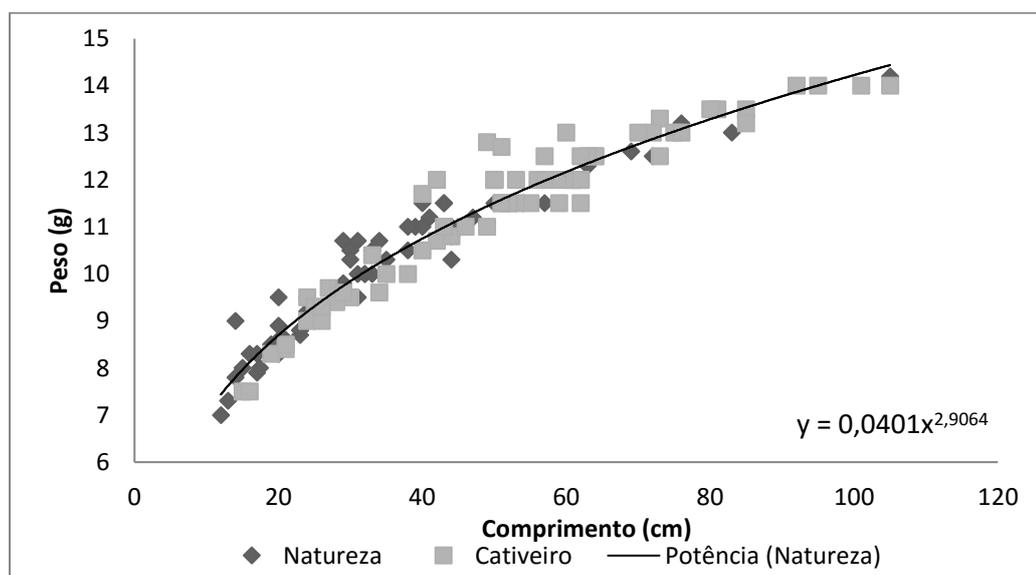


Figura 1 – Dispersão da relação peso x comprimento

As análises das medições de altura e comprimento padrão e total, assim como aspectos das nadadeiras caudais e dorsais dos animais, indicam um dimorfismo sexual acentuado em animais com  $C_p$  acima de 10 cm. Ao comparar animais de mesma faixa de peso, os machos apresentaram  $C_p$  maior, altura corporal menor e nadadeiras mais longas. As fêmeas apresentaram  $C_p$  menor, altura corporal maior e nadadeiras mais curtas. Entretanto, análises externas não é uma forma confiável para determinar sexo e maturidade sexual em ciclídeos (CRAMPTON, 2008).

As variações do IGS podem ser observadas na figura 2. Analisando os diferentes sexos e ambientes, a média do IGS dos machos na natureza foi de  $0,18 \pm 0,1$  e no cativeiro foi de  $0,49 \pm 1,13$ . Para as fêmeas da natureza o IGS foi  $0,74 \pm 1,04$  e no cativeiro  $1,95 \pm 1,85$ . Comparando os diferentes ambientes, os animais do cativeiro apresentaram IGS mais elevado, aplicando teste T o valor obtido é significativo ( $P < 0,05$ ). Os maiores

valores de IGS estão relacionados a maior oferta de alimento resultando em um maior desenvolvimento gonadal, sugerindo que essa espécie possui boas possibilidades de reprodução em ambiente confinados.

De acordo com as amostragens de machos e fêmeas da natureza e cativo, o maior valor do IGS foi obtido no mês de janeiro ( $1,97 \pm 2,19$ ), época das chuvas e enchente dos rios amazônicos, que tem início em novembro e vai até junho. Resultado semelhante foi encontrado por Liew (2014), onde o IGS de *A. heckelii* foi maior em novembro e dezembro. Favero et al. (2010) indica que a desova da espécie ocorre nos últimos meses do ano, corroborando, portanto, o IGS maior obtido em janeiro, mês relacionado a reprodução com o período de enchente (CRAMPTON, 2008; SILVA et al., 2015), com grande disponibilidade de abrigo para as espécies (LOWE-MCCONNELL, 1999). O menor valor do IGS foi no mês de agosto ( $0,25 \pm 0,12$ ), período de vazante dos rios da região, em que há grande disponibilidade de alimento, onde observa-se também a época em que o fator de condição (K) foi maior. Nota-se também, variações anuais nos níveis de IGS, indicando ocorrências reprodutivas ao longo do ano (desovas parciais), corroborando com os resultados obtidos por Silva (2013). Pois, peixes com desovas totais normalmente realizam grandes migrações reprodutivas (VAZZOLER, 1996), que não é o caso da espécie *A. heckelii*.

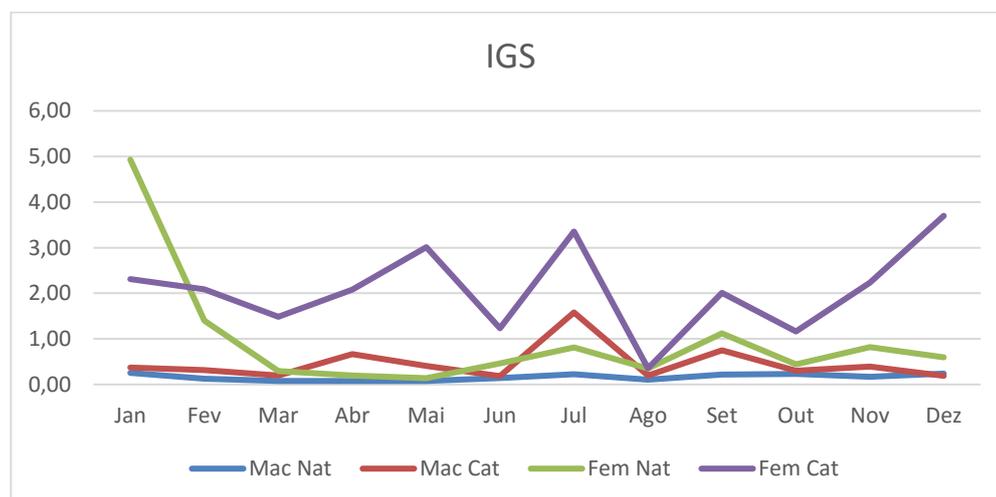


Figura 2 – Variação da média do IGS durante o ano/coleitas, diferenciando os animais por sexo e seus respectivos ambientes de origem.

As médias do IGS obtidas pelos animais de cativo ( $1,23 \pm 0,49$ ) foram maiores que as médias obtidas pelos animais da natureza ( $0,75 \pm 0,34$ ) ao longo de todo o ano. Considerando os diferentes sexos e ambientes, no geral, a média do IGS dos machos na natureza foi  $0,73 \pm 0,33$  e no cativo foi  $1,15 \pm 0,52$ . Para as fêmeas da natureza o IGS foi

0,82±0,35 e no cativeiro foi 1,30±0,46. Quando comparado os peixes da natureza e de cativeiro, as médias de IHS apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), porém, quando comparado machos e fêmeas de mesmo ambiente não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). O maior índice de IHS dos animais de cativeiro foi em outubro (1,22) e o menor índice em março (0,88). Já o maior índice de IHS dos animais da natureza foi em novembro (0,98) apresentando uma queda significativa em dezembro (0,57) que corresponde ao início do período reprodutivo. De acordo com Castro (2014), o início do período reprodutivo leva a depleção nos valores de IHS, considerando assim, os meses de dezembro e janeiro obtiveram IHS abaixo da média anual. Os níveis de IHS observados ao longo do ano estão representados na figura 3.

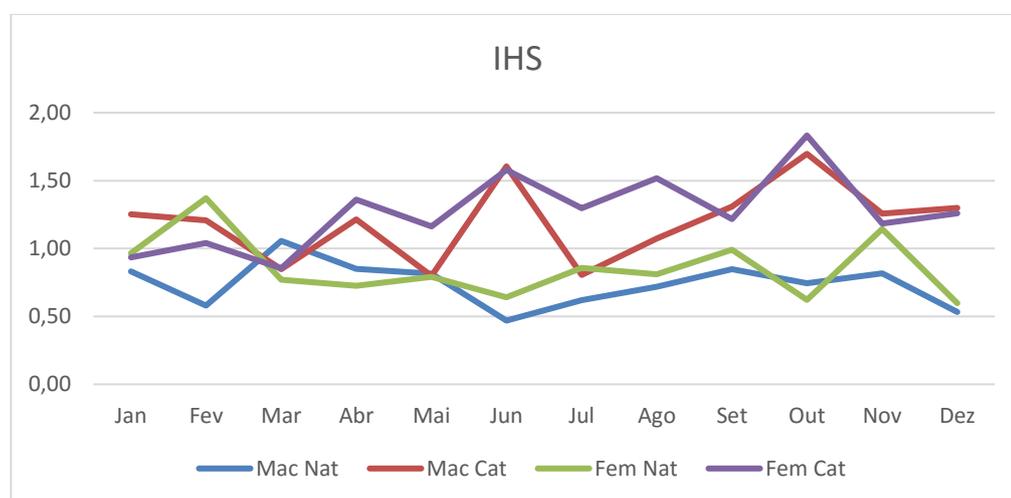


Figura 3 – Variação dos níveis de IHS dos exemplares ao longo do ano/coletas, diferenciando os animais por sexo e seus respectivos ambientes de origem.

Os animais retirados da natureza e do cativeiro foram dissecados para a confirmação de sexo e estágio gonadal, sendo possível identificar 4 estágios de desenvolvimento: imaturo, em maturação, maduro e desovado (tabela 2).

Sexo/Estádio	Características macroscópicas das gônadas	Ambiente	Peso total (g)	Comp. padrão (cm)	Peso x comp.	IHS	IGS
Macho Imaturo	Testículo filiforme, branco translúcido com tamanho reduzido.	Natureza	29,2	9,5	3,0	0,7	0,1
		Cativeiro	32,6	9,7	3,2	1,3	0,1
Fêmea Imatura	Ovário filiforme avermelhados e reduzidos.	Natureza	23,7	8,8	2,6	0,7	0,4
		Cativeiro	27,9	9,2	3,0	1,6	0,3
		Natureza	39,5	10,5	3,6	0,8	0,2

Macho em maturação	Testículo filiforme, branco opaco levemente rosado.	Cativeiro	54,4	11,8	4,6	1,1	0,3
Fêmea em maturação	Ovário filiformes rosados, aumentando de tamanho com ovócitos visíveis.	Natureza	32,4	9,9	3,1	0,9	1,3
		Cativeiro	53,1	11,1	4,6	1,4	0,9
Macho Maduro	Testículo desenvolvido, branco opaco e levemente rosado.	Natureza	68,0	12,4	5,4	0,7	0,2
		Cativeiro	65,70	12,3	5,2	1,1	1,1
Fêmea Madura	Ovário desenvolvido, vascularizado, amarelado.	Natureza	46,5	10,8	4,1	0,8	2,0
		Cativeiro	61,7	12,0	5,1	1,1	3,5
Macho Desovado	Testículo reduzido flácido com aspecto hemorrágico	Natureza	51,0	12,7	4,0	0,6	0,3
		Cativeiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fêmea Desovada	Ovário reduzido flácido com aspecto hemorrágico	Natureza	31,0	10,1	3,0	1,1	0,4
		Cativeiro	47,8	11,2	4,2	1,1	0,5

Tabela 2 -Representa os diferentes estádios de desenvolvimento das gônadas, suas características macroscópicas, o ambiente oriundo e as médias dos dados coletados.

As análises microscópicas corroboram com as análises macroscópicas, sendo observados 4 estádios de desenvolvimento gonadal, semelhante a amostragem de ciclídeos apresentado por Silva et al. (2015), porém neste trabalho não foi possível diferenciar o estágio em repouso. Os aspectos macroscópicos e microscópicos das gônadas masculinas estão apresentados na figura 4. Foram caracterizados os seguintes estádios de desenvolvimento para as gônadas: **testículo imaturo (A1)**, apresenta características macroscópicas de aspecto filiforme, coloração esbranquiçada com aspecto translúcido e de porte muito reduzido, ocupando muito pouco espaço na cavidade abdominal. Microscopicamente, observa-se o início da espermatogênese com formação dos espermatocistos, podendo apresentar espermátides primárias; **testículo em maturação (A2)**, apresenta porte mediano com aumento de tamanho e espessura, com coloração esbranquiçada opaco e tons rosáceos devido a vascularização e ocupa maior espaço na cavidade abdominal. Aspectos microscópicos apresentando espermatócitos primários e secundários e espermátides iniciais e finais no interior dos espermatocistos. Espermatozoides não estão presentes no lúmen do túbulo seminífero; **testículo maduro (A3)**, apresenta porte avantajado tendo aumento significativo na espessura, com coloração mais rosada e ocupa grande volume, se destacando na cavidade abdominal. Ao microscópio, os espermatozoides estão presentes no lúmen do túbulo seminífero ou dos

ductos espermáticos, apresentando todos os estágios da espermatogênese (espermatogônias, espermatócitos e espermátides). As gônadas masculina e feminina nos estádios desovado, tiveram inconsistências nos registros fotográficos, pois o número de amostras desse estágio foi diminuto.

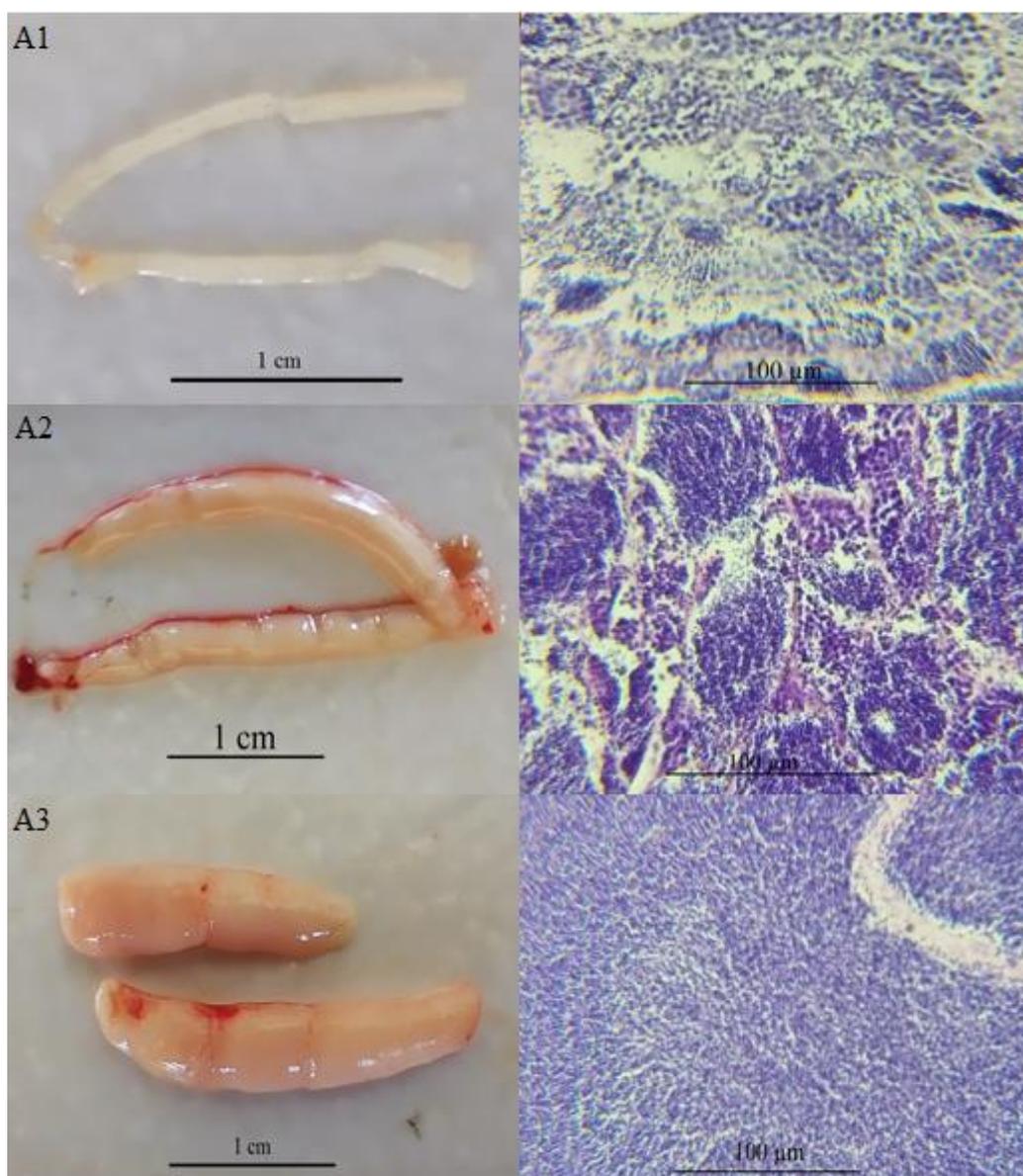


Figura 4 – Aspectos morfológicos macroscópico e microscópico das gônadas masculinas representados em diferentes estádios de desenvolvimento (A1) Imaturo, (A2) Em maturação e (A3) Maduro.

As análises das gônadas femininas também seguiram a amostragem de ciclídeos apresentado por Silva et al. (2015). Os aspectos macroscópicos e microscópicos das gônadas femininas estão apresentados na figura 5. Para as gônadas femininas: **ovário imaturo (B1)**, macroscopicamente apresenta aspecto filiforme de coloração avermelhada

bem vascularizada com características translúcidas e de porte muito reduzido, ocupando muito pouco espaço na cavidade abdominal. Ao microscópio exibiu ovogônias e numerosos ovócitos em estágios I (pré-vitelogênico) e II (vitelogênese precoce); **ovário em maturação (B2)**, apresenta porte mediano com aumento de tamanho e espessura, tem coloração alaranjada com ovócitos visíveis e ocupa maior espaço na cavidade abdominal. Na histologia é visível os numerosos ovócitos nos estádios I, II e III (vitelogênicos); **ovário maduro (B3)**, apresenta porte avantajado tendo aumento significativo no tamanho e espessura, apresenta coloração mais amarelada com vasos sanguíneos evidentes e ocupa grande volume, se destacando na cavidade abdominal. No microscópio os ovários apresentam poucos ovócitos nos estágios I, II, III e muitos ovócitos no estágio IV (vitelogênico). São células com citoplasma acidófilo e vitelo cheio grânulos. A presença de óvulos de diferentes tamanhos antes da desova ilustra características típicas de um peixe de desova múltipla (CRAMPTON, 2008). As gônadas masculina e feminina nos estádios desovado, tiveram inconsistência nos registros fotográficos.

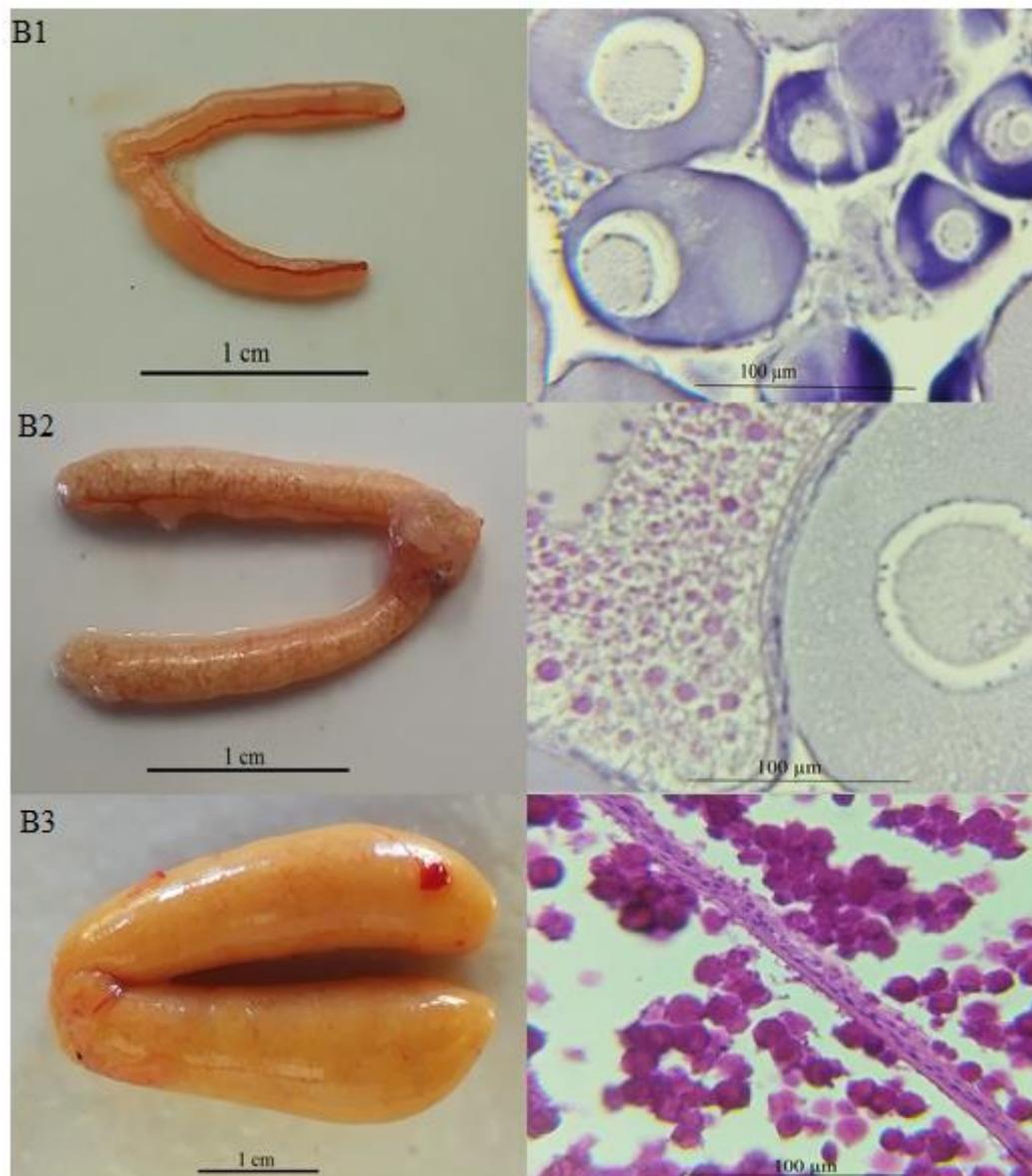


Figura 5 – Aspectos morfológicos macroscópico e microscópico das gônadas femininas representados em diferentes estádios de desenvolvimento (B1) Imaturo, (B2) Em maturação e (B3) Maduro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população de *A. heckelii* apresentou uma proporção sexual de 1M:1,2F com maior incidência de machos nas três primeiras coletas (outubro, novembro e dezembro) e uma predominância das fêmeas na maioria dos outros meses. A relação peso/comprimento indica que os machos e as fêmeas apresentam um ganho de peso e comprimento total relativamente igual, com crescimento isométrico e alimentação onívora. Nota-se que a espécie apresenta dimorfismo sexual acima de 10 cm de comprimento padrão e que a maturação sexual ocorre acima dos 10,88 cm. De acordo com as variações do IGS, os maiores índices obtidos nos animais de cativeiro sugerem

alto potencial de desova em ambiente confinado, característica que potencializa sua reprodução em cativeiro. As variações do fator de condição K e do IHS sugerem picos de reprodução da espécie para os meses de dezembro e janeiro, porém a espécie apresentou desova múltipla, com ocorrências reprodutivas ao longo do ano. As características macroscópicas dos ovários e testículos revelaram quatro estádios de desenvolvimento gonadal: imaturo, em maturação, maduro e esvaziado, na qual os três primeiros estágios iniciais foram caracterizados na análises histológicas. Em relação ao comprimento padrão, nota-se exemplares abaixo de 7 cm apresentam gônadas imaturas e de tamanho muito reduzido dificultado a avaliação macroscópica. Baseado nos valores encontrados, recomenda-se que o *A. heckelii* seja capturado acima 11 cm de comprimento, assegurando seus estoques pesqueiros e que a espécie apresenta viabilidade para ser cultivada em cativeiro, apresentando crescimento significativo e potencial reprodutivo, necessitando de aprofundamentos da reprodução em cativeiro para a manutenção da espécie, pois os dados apresentados servem de base para futuros estudos de biologia e ecologia, preservação e conservação desta espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTICAMARA, et al., Global fishing effort (1950-2010): Trends; gaps; and implications, **Fisheries Research** (2010), DOI:10.1016/j.fishres.2010.10.016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/S0165783610002754> Acesso em 21 nov. 2022.

CASTRO, A. C. L. de; Piorski, N. M. Curva de maturação, fator de condição e índice hepatossomático de plágioscion squamosissimus (Heckel, 1840) no reservatório de barra bonita – SP (OSTEICHTHYES, SCIAENIDAE). **Bol. Lab. Hidrobiol.** Ed. 11, 2014.

CRAMPTON, W. G. R. Ecology and life history of Amazon floodplain cichlid: the discus fish *Symphysodon* (Perciformes: Cichlidae). **Neotropical Ichthyology**, 6(4): 599-612, 2008

FAVERO, J. M. Del; DOS SANTOS P. P.; VALLADARES, A. C. P. Aspectos reprodutivos de duas espécies de ciclídeos na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 12, n. 2, 2010.

DUTRA, F. M.; FERRAZ, D. R.; VALANE, M.; PIMENTA, V. Avaliação gonadosomática (IGS), em espécies de cascudos viola (*Harttia loricariformis*) e cascudo pintado (*Hypostomus* sp) em ambiente lótico e lêntico no rio Itapemirim, Alegre-ES. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PESCA, 2010. Anais. Cascavel: Unioeste, 2010.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>. Acesso em: 01 dez, 2022.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W.N.; VAN DER LAAN, R. (eds) 2023. Eschmeyer's Catalog of fishes: genera, species, references. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/fishcatmain.asp>). Versão eletrônica acessada 07 de junho de 2023.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2021. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira>. Acesso em: 07 jan. 2022.

CORDEIRO, J., RODRIGUES, J., RODRIGUES, M., BERTOLINI, R., NÓBREGA, R., YASUI, G., SIQUEIRA-SILVA, D. (2020). Reproductive cycle of the tetra *Astyanax bimaculatus* (Characiformes: Characidae) collected in **Amazonian streams**. *Zygote*, 28(1), 37-44. doi:10.1017/S0967199419000601

KULLANDER, S. O. Family Cichlidae (Cichlids). In: Reis, R. E., S. O. Kullander & S. J. Ferraris (eds.), **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. EDIPUCR, Brazil. Pp. 605–654, 2003.

KULLANDER, S.O. A phylogeny and a classification of the South American Cichlidae (Teleostei:Perciformes). In: MALABARBA, L.R.; KULLANDER, R.E.; VARI, R.P.;

LUCENA, Z.M.; LUCENA, C.A.S. **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. EDIPUCRS, Porto Alegre, p.461-498, 1998.

LE CREN, C.D. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. **Journal of Animal Ecology**, 20, 201-219, 1951. <http://dx.doi.org/10.2307/1540>

LIEW, J. H. et al.. Ecology and origin of the introduced cichlid *Acarichthys heckelii* in Singapore's fresh waters—first instance of establishment. **Environmental Biology of Fishes**, 97(10), 1109–1118, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10641-013-0201-z>

LIMA, E. M. M. et al. Relação peso-comprimento e fator de condição da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*, Heckel 1840) comercializada no município de Santarém, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**. v. 7, n. 2, p. 44-48, 2017.

LOISELLE P. V. **The Cichlid Aquarium**. 2d. Germany. Tetra-Press. 1994 447p.

LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP. 534p.

MENDONÇA, B. B. Análise genética da reposição de estoques de peixes na bacia do rio Sapucaí-mirim (SP): Implicações na conservação. **Instituto de biociências de Botucatu**. Jul. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/182320>. Acesso em: 22, nov de 2022.

NELSON, J. S.; GRANDE, C. T.; WILSON, M. V. H. **Fishes of the world**. 5. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.

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

REIS R.E, et al., Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, 89(1), 12–47, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.1111/jfb.13016>. Acesso em: 22, nov de 2020.

SANCHES, E.; SIQUEIRA S. D. & BRAMBILA S. G.; VASCONCELOS, A. C.; POVH, J.; STREIT Jr. D. (2021). **Tecnologias aplicadas à reprodução de peixes amazônicos**. DOI 10.22533/at.ed.04221150315.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. **Sustentabilidade da pesca na Amazônia. Estudos Avançados**. Vol. 19 no.54, São Paulo, 2005. DOI 10.1590/S0103-40142005000200010. Acesso em: 21 nov. 2020.

## **Capítulo 2**

### **Análise Sensorial e Bromatológica Do Peixe Nativo Amazônico *Acarichthys heckelii* (Müller & Troschel, 1849).**

Esse artigo foi submetido para a Revista International Food Research Journal e está formatado conforme as normas exigidas pela revista.

## **RESUMO**

O presente trabalho avaliou sensorialmente a carne do peixe “Acará” *Acarichthys heckelii* (Müller & Troschel, 1849) comparando com a carne dos ciclídeos Tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) e Tucunaré Amarelo (*Cichla sp.*), espécies consideradas bem aceitas e consumidas no Brasil. Também foi analisado a intenção de compra e consumo. Além disso foi estimado o rendimento do filé e foi feita análise bromatológica da carne. A análise sensorial foi realizada com 41 participantes e avaliou os atributos sabor, odor, cor, textura, suculência e aceitação geral, utilizando escala hedônica de 9 pontos. Não houve diferenças significativas entre os peixes para a maioria dos atributos avaliados. A intenção de compra e consumo foi avaliada com escala hedônica de 5 pontos. Os resultados mostraram também que não houve diferenças significativas entre os peixes. O rendimento médio de filé foi de 31,4% variando de 26,7 a 34,1%. Na análise bromatológica a umidade média foi de 82,5%, proteína bruta 13,8 ± 0,73%, extrato etéreo 0,987 ± 0,31%, fibra bruta 0,06% ± 0,20 e matéria mineral 0,40% ± 0,94. As informações apresentadas sugerem um bom potencial para uma maior utilização da carne do acará já que não foi considerado diferente da carne da tilápia e tucunaré.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciclídeo, pescado, alimento

## INTRODUÇÃO

Os peixes representam o grupo mais diversificado de animais vertebrados com 36.532 espécies válidas, as quais se encontram distribuídas em 5.230 gêneros (FRICKE; ESCHMEYER; VAN DER LAAN, 2023). No Brasil existem aproximadamente 3.150 espécies de água doce catalogadas, sendo que a maior parte é encontrada no bioma amazônico (ICMBIO, 2021). Na bacia do Amazonas encontramos a maior biodiversidade de espécies de água doce do mundo, apresentando um total de 2.320 espécies de peixes já descritas, incluindo 1.488 endêmicas (OPPERMAN; GRILL; HARTMANN, 2017).

Na Amazônia, a pesca é a atividade mais tradicional e importante do ponto de vista socioeconômico, ecológico e cultural (GANDRA, 2010). É fonte de alimento, comércio, renda e lazer para grande parte de sua população. O processo de colonização dessa região, desencadeado a partir do século XVII é centrado ao longo da calha do rio Amazonas e de seus principais tributários é, em certa medida, o reflexo da importância dos rios e dos recursos pesqueiros na vida do homem amazônico. (MEGGERS, 1977; ROOSEVELT et al., 1991). Na região a taxa de consumo de pescado está entre as maiores do mundo, com média próxima 135 kg/ ano, constituindo-se na principal fonte de proteínas. (BATISTA; ISAAC; VIANA, 2004). Em termos nutricionais, a carne de peixe tem alto valor nutritivo, é saudável, tem boa digestibilidade, possui ácidos graxos poli-insaturados, sendo considerada uma das principais fontes de proteína na alimentação humana (YAMADA; RIBEIRO, 2015).

De acordo com Silva et al. (2020) os peixes mais consumidos no interior do Amazonas são jaraqui, tambaqui, tucunaré, bodó, pacu, curimatã, bodó, aruanã, entre outros. Já os acarás, que são um grupo com cerca de 100 espécies na região Amazônica, possuem comércio insignificante e seu consumo está relacionado apenas com a pesca de subsistência das populações ribeirinhas Santos *et al.*, (2006), sendo um grupo de peixes que aparecem com frequência em registros de desembarques pesqueiros da região (BEGOSSI et al., 2019). Além disso apresenta características semelhantes a tilápia (*Oreochromis niloticus*) como o padrão corporal, constam em publicações de espécies consumidas, apresentam ampla distribuição e não apresentam espinhos intramusculares.

Para avaliar a potencialidade de consumo e comércio do acará esse trabalho propõe aferir a sua taxa de aceitação comparando com outros peixes. A taxa de aceitação é a reação do consumidor diante a avaliação de diferentes aspectos, sendo influenciada pelas preferências regionais, hábitos alimentares e de consumo da população e forma de conservação do pescado (LUCAS; DALLA NORA, 2021). Além

da variação interespecíes, fatores intraespecíficos também influenciam essas características (HAARD, 1992)

O processo de avaliação da carne é um passo importante, pois os dados obtidos servem de base para o aprofundamento de estudos sobre essa espécie de peixe (LUCAS; DALLA NORA, 2021). A análise sensorial compõe uma área muito importante da Ciência e Tecnologia de Alimento, pois, a partir das percepções sensoriais, é possível avaliar as características de diferentes produtos alimentícios, utilizando os seres humanos como instrumento de medição (DUTCOSKY, 2011).

As características sensoriais dos alimentos refletem espontaneamente a intenção de um indivíduo consumir ou não um determinado alimento, como também, permite avaliar e classificar de forma individual ou estabelecendo comparativos (STONE; SIDEL, 2004). No entanto, nem sempre um produto que é preferido em relação a outro é o mais consumido, já que a aceitação é pré-dependente de fatores tais como preço, qualidade nutricional, disponibilidade e propaganda (CHAVES; SPROESSER, 1993).

A avaliação sensorial pode ser aplicada para diferentes finalidades. De forma geral, os julgadores são convidados para analisar sensorialmente os alimentos, com finalidades específicas, através da utilização de testes sensoriais que geram respostas, que servem de auxílio para os avaliadores apropriar-se de seus objetivos propostos (TEIXEIRA et al., 2009). Trata-se de uma ferramenta científica fundamentada em um conjunto de técnicas e métodos baseados nas propriedades sensoriais dos alimentos percebidas pelos órgãos dos sentidos (LUCAS; DALLA NORA, 2021)

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a avaliação sensorial é uma ciência, que se utiliza os sentidos (visão, audição, olfato, tato e paladar) com o objetivo de mensurar e interpretar as reações produzidas pelo consumidor em contato direto com o alimento. Sendo uma ciência quantitativa, fato que permite medir a percepção humana em relação às características sensoriais dos produtos alimentícios, a partir da coleta de informações e sua transformação em dados numéricos. A partir dos dados coletados, a aplicação de métodos estatísticos apropriados, permite sua interpretação, servindo como base para a formulação de hipóteses e de conhecimento prévio para a tomada de decisão pelos pesquisadores (DUTCOSKY, 2011). Dessa forma o presente trabalho avaliou a aceitação e as características sensoriais e nutricionais da carne do acará, *Acarichthys heckelii*. A espécie é nativa da bacia amazônica, sendo facilmente encontrada em lagos, rios e

igarapés (PEREIRA et al., 2020). A Tilápia foi escolhida como comparativo, pois é o peixe mais consumido no Brasil e no mundo (PEIXE, 2020). Porém sua produção é proibida na região Amazônica por isso ele quase não é consumido na região. O Tucunaré Amarelo é um peixe consumido e abundante na região amazônica (GANDRA, 2010), sendo uma das espécies mais importante no mercadão de peixes de Manaus e muito frequente, ocorrendo ao longo do ano em feiras (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2006).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A análise sensorial da carne do Acará *Acarichthys heckelii* foi realizado comparativamente com a carne de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e do Tucunaré Amarelo (*Cichla sp.*). Para a realização deste experimento, os exemplares de Acarás e Tucunarés foram coletados em ambiente natural na região de Itacoatiara, Amazonas, Brasil (-3.1301293 S e -58.4561536,14 O) entre setembro e outubro de 2022. As coletas e procedimentos metodológicos foram permitidos pelo ICMBio (SISBIO de número 76149-1) pelo Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais (CEUA IFAM 1648.2903/2021). Os peixes foram abatidos por choque térmico (água e gelo) e o filé foi retirado, lavado em uma solução de água fria com cloro 10 ppm, embalado e congelado até a realização da análise sensorial. Os filés de tilápia foram adquiridos congelado no comércio da capital, Manaus, em outubro de 2022, devido a impossibilidade de encontrar esse peixe vivo na região amazônica.

Para a análise sensorial as carnes dos peixes foram preparadas seguindo a metodologia proposta por (MATOS et al., 2018), aonde os files foram descongelados em refrigerador por 12 horas e sendo fragmentados na forma de iscas de filé com cerca de 10 gramas cada. As amostras foram temperadas e preparadas separadamente para não haver mistura entre o sabor de uma carne com as outras. As amostras foram temperadas em solução de salmoura a 2% por aproximadamente 10 minutos. O preparo foi realizado seguindo a metodologia proposta por (MACHADO et al., 2020), com a utilização de frigideiras antiaderentes, aquecidas a cerca de 80° C em fogão de indução, acrescido de um filete de óleo de soja para evitar a aderência com o tempo de preparo em 2 minutos.

O teste de análise sensorial foi realizado com 41 provadores não treinados, sendo 17 do sexo masculino e 24 do sexo feminino, divididos em 5 grupos, com idade entre 18 e 50 anos, pois de acordo com Nora, 2021 essa faixa etária apresenta alto potencial para avaliação da maioria dos alimentos. Antes do experimento, os julgadores

foram instruídos sobre o método e o procedimento da avaliação e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética número: 56802922.5.0000.5020). As amostras de carne foram servidas de forma aleatória (identificadas por código) e entre uma e outra amostra os provadores foram orientados a limpar o paladar com água e/ou bolacha (RIBEIRO et al., 2010). Após experimentar as três amostras, o provador avaliou, através de um formulário, os diversos atributos: aparência, sabor, odor, cor, textura, suculência e seguido de uma impressão global, em uma escala hedônica variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) (OFICIAIS, 2005). Os provadores ainda avaliaram sua intenção de consumo, independente da amostra, em uma escala de 1 (comeria sempre) a 5 (nunca comeria), seguido de uma avaliação igualmente independente, sobre sua atitude de compra, variando de 1 (certamente compraria) a 5 (certamente não compraria) (RIBEIRO et al., 2010). Dessa forma o teste afetivo de escala de atitude ou de intenção de compra e consumo é aplicado para conhecer a vontade do avaliador em consumir, adquirir e comprar determinado alimento (LUCAS; DALLA NORA, 2021).

As frequências das notas atribuídas pelos provadores foram agrupadas e apresentadas em gráficos. Para comparar os resultados da análise sensorial entre os três peixes avaliados, foi realizado o teste de Kuskal-Wallis e o teste de Dunn's no programa Past4 com nível de significância de  $p \leq 0.05$ .

As análises da composição centesimal da carne do acará foram realizadas conforme metodologia descrita (AOAC, 2012). A determinação da energia bruta (Kcal/Kg), foi realizada com bomba calorimétrica modelo IKA 2600. A matéria seca (MS) foi determinada submetendo as amostras à temperatura de 105 °C durante 16h. A proteína bruta (PB) foi calculada através da determinação do nitrogênio total, pelo método de Micro-Kjeldahl. As concentrações de proteína bruta (PB) das amostras foram calculadas multiplicando-se os valores de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25. O extrato etéreo (EE) foi determinado por extração contínua com o solvente éter de petróleo, em um extrator intermitente em aparelho Soxhlet durante 5 h. A matéria mineral (MM) total foi determinada em amostras incineradas em mufla a 550 °C durante 4 horas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao todo foram utilizados 86 peixes acará (*Acarichthys heckelii*), estes possuíam comprimento padrão médio de  $12,38 \pm 0,71$  cm e peso médio de  $64,94 \pm 14,23$  g.

A proporção de rendimento médio de filé foi de 31,4% variando de 26,7 a 34,1%. Rendimento aproximado ao encontrado por (SILVA et al., 2009) que obteve média de 34% no file de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e variação semelhante a de (SANTOS et al., 2007) com rendimentos variando de 26,32 a 37,08%, entretanto o acará tem rendimento superior ao rendimento apresentado por (SIMÕES et al., 2007) com rendimento médio de 17,38% na filetagem da tilápia. Porém, o acará apresenta valor inferior ao rendimento do tucunaré (*Cichla monoculus*), que obteve 42,96% (COSME et al., 2022). De acordo com a literatura, essa variação ocorre em função do peso corporal, métodos de filetagem, comparação da forma de decapitação, remoção da pele e nadadeiras e na destreza do filetagem (CONTRERAS, 1994; COSME et al., 2022). Quanto a relação peso/comprimento padrão o valor médio obtido foi de  $5,20 \pm 0,87$ , valor aproximado ao obtido por (MEDINA et al., 2022) que obteve 5,57 em (*Oreochromis niloticus*). A distribuição de dispersão peso x comprimento está representado na figura 1.

A análise centesimal tem como objetivo avaliar a composição química dos alimentos. Segundo Gonçalves (2012), a composição química dos pescados varia, mas sempre seguem um padrão. Dessa forma, a umidade nos pescados, podem variar de 60 a 80%, as proteínas de 10 a 25%, a matéria mineral de 1 a 5% e a matéria seca de 22 a 25% (RIBEIRO et al., 2010). Dessa forma, o resultado da análise da carne do acará *Acarichthys heckelii* está de acordo com a bibliografia, havendo uma pequena variação com a umidade, que obteve média superior com 82,5%. Os demais compostos ficaram dentro dos padrões referidos, proteína bruta  $13,8 \pm 0,73\%$ , extrato etéreo  $0,987 \pm 0,31\%$ , fibra bruta  $0,06\% \pm 0,20$  e matéria mineral  $0,40\% \pm 0,94$ . Estudos sobre a composição centesimal da tilápia apresentam 76,51% de umidade, 18,35% de proteína, 2,53% de lipídios e 1,28% de cinzas (BOSCOLO et al., 2013). Porém, encontram-se variações, como médias de 70,06% de umidade, 17,87% de proteína bruta, 6,06% de extrato etéreo e 1,55% de matéria mineral. As variações podem ocorrer devido a quantidade e a qualidade da alimentação e a variações de temperatura e da qualidade da água (LEIRA et al., 2017). De acordo com Santos et al., 2018, a composição centesimal de tucunarés da bacia amazônica apresenta 78,91 % umidade, 1,61 % fração lipídica, 16,25 % proteínas, 0,76 % minerais e 23,45 % de cinzas.

Para a análise sensorial, analisando o atributo sabor (figura 2), a carne de tilápia foi avaliada com notas 8 e 9 por 85,4% dos participantes e 12,2% atribuíram notas 6 ou 7. Para a carne do acará, 73,2% atribuíram notas 8 e 9 e 19,5% atribuíram notas 6 ou

7. Para a carne do tucunaré 56,1% atribuíram notas 8 e 9, 26,8% atribuíram notas 6 e 7 e 17,1% atribuíram notas inferior a 5 para esse atributo. O teste Krukal Wallis mostrou que há diferenças na avaliação de sabor entre os peixes. O teste de Dunn mostrou que há diferença entre a tilápia e Tucunaré. Mas não há diferença entre o acará e tilápia e para o Acará e Tucunaré. A nota média e desvio padrão para o sabor foram para a tilápia  $8,17 \pm 1,28$ , para o Acará  $7,85 \pm 1,27$  e para o tucunaré  $7,02 \pm 2,00$ . Valores que representam boa aceitação do sabor para a carne de tilápia e acará e menor aceitação para o sabor da carne do tucunaré

Em relação ao odor (figura 2), sabe-se que peixes *in-natura* apresenta odor característico principalmente em relação a presença de amônia, compostos sulfurosos e aminas, porem quando salgados e desnaturados no calor, o odor tende a diminuir (SOUZA; ARAÚJO SILVA; SOARES, 2022). A avaliação obtida para esse atributo apresentou-se menores variações, o que pode ser visto na figura 2. Nesse atributo, destaca-se a boa aceitação da tilápia com mais de 46% avaliado entre 8 e 9 e a baixa aceitação do tucunaré com 39% das avaliações entre 1 e 5 na escala hedônica. O teste Krukal Wallis mostrou que não há diferenças na avaliação do odor entre os peixes. O teste de Dunn corroborou com o resultado. A nota média e desvio padrão para o odor foram para a tilápia  $7,10 \pm 1,56$ , para o acará  $6,70 \pm 1,70$  e para o tucunaré  $6,34 \pm 1,83$ .

Analisando o atributo cor, quando comparado a frequencia acumulada de notas, conforme visto na figura 2, verifica-se que a tilápia tem desempenho significativo considerando as maiores avaliações 8 e 9 com 65,9%, já o acará obteve 46,3 e o tucunaré 36,6% das avaliações 8 e 9 . O teste Krukal Wallis mostrou que há diferenças na avaliação do odor entre os peixes. O teste de Dunn mostrou que há diferença entre a tilápia e tucunaré. Mas não há diferença entre o acará e tilápia e para o acará e tucunaré. A nota média e desvio padrão para a cor foram para a tilápia  $7,51 \pm 1,66$ , para o acará  $7,02 \pm 1,69$  e para o tucunaré  $6,56 \pm 1,85$ .

Quando avaliado o atributo textura (figura 2), o resultado das avaliações entre o acará e a tilápia foram semelhantes, obtendo boa aceitação com frequência superior a 60% com notas 8 e 9. A avaliação da textura do tucunaré obteve índices superiores a 50% com notas 8 e 9, porem teve relevante rejeição com 19,5% de frequência de notas de 1 a 5, conforme visto na figura 2. O teste Krukal Wallis mostrou que há diferenças na avaliação da textura entre os peixes. O teste de Dunn mostrou que há diferença entre a tilápia e tucunaré. Mas não há diferença entre o acará e tilápia e para o Acará e Tucunaré. A nota média e o desvio padrão para a textura foram para a tilápia  $7,75 \pm 1,44$ , para o acará  $7,63 \pm 1,39$  e para o tucunaré  $6,92 \pm 1,91$ .

Considerando o atributo suculência (figura 2), é evidente a ótima aceitação da tilápia obtendo frequência de 78% com notas 8 e 9, seguido da aceitação de 61% para o acará e 53,7% para o tucunaré com as mesmas notas. O teste Krukal Wallis mostrou que há diferenças na avaliação da suculência entre os peixes. O teste de Dunn mostrou que não há diferença entre a tilápia e acará. Porém houve diferença entre essas duas e a carne do Tucunaré. A nota média e o desvio padrão para a suculência foram para a tilápia  $7,98 \pm 1,45$ , para o acará  $7,34 \pm 1,72$  e para o tucunaré  $7,07 \pm 1,76$ .

Para sintetizar a opinião dos provadores, o atributo impressão geral foi avaliado. Conforme visto na figura 2, a tilápia obteve melhor avaliação com mais de 80% de frequência das notas de 8 e 9, o acará obteve 70,7% e o tucunaré 61,0% das mesmas notas. O teste Krukal Wallis mostrou que há diferenças na avaliação da impressão geral entre os peixes. O teste de Dunn mostrou que há diferença entre a tilápia e tucunaré. Mas não há diferença entre o acará e tilápia e para o acará e tucunaré. Nesse atributo, as médias e o o desvio padrão obtidas pelo tilápia, acará e tucunaré foram de  $8,29 \pm 1,30$ ,  $8,00 \pm 1,22$  e  $7,34 \pm 2,12$  respectivamente.

Sobre a intenção de compra e consumo Luas et al., (2021) afirmam que a aparência geral é um parâmetro que exerce maior influência nas decisões de compra e consumo de um determinado alimento pelos consumidores, assim os aspectos visuais são determinantes. Em relação a esses atributos, não houve diferença estatística entre os resultados obtidos

Quando avaliado a intenção de compra, as respostas assinaladas como “sempre e frequentemente” foram agrupadas, assim como as respostas “as vezes, raramente e nunca” e as frequências obtidas foram de tilápia  $63,4/36,6\% \pm 1,06^a$ , para o acará foi  $63,4/36,6\% \pm 0,73^a$  e para o tucunaré os resultados obtidos foram  $53,7/46,3\% \pm 0,73^a$ , respectivamente. Os testes estatísticos não apontaram diferenças entre os resultados obtidos. Assim a tilápia e o acará obtiveram melhores resultados que os encontrados por (MACHADO et al., 2020), que obteve taxa aceitação de compra de 55,56% em filé de jaraqui, valor este, comparável ao obtido com o tucunaré.

Em relação a intenção de consumo, Machado et al. (2020) aponta que o consumo dos pescados pode estar relacionado ao frescor, pois a perda do frescor poderá levar a mudanças nos parâmetros sensoriais, afetando o grau de aceitação. Considerando esse atributo, as respostas assinaladas como “sempre e frequentemente” foram agrupadas, assim como as respostas “as vezes, raramente e nunca” e as frequências obtidas foram de tilápia  $73,2/26,8\% \pm 1,05$ , para o acará foi  $75,6/24,4\% \pm$

0,84 e para o tucunaré os resultados obtidos foram  $56,1/43,9\% \pm 1,71$ , respectivamente. Os testes estatísticos não apontaram diferenças entre os resultados obtidos. Os resultados obtidos com a tilápia e o acará estão superiores os dados publicados por Machado et al. (2020), onde a intenção de consumo do pescado avaliados como “sempre e frequentemente” ficou acima de 60%.

## CONCLUSÃO

Os peixes constituem uma parte importante e significativa da dieta humana, devido suas propriedades sensoriais e alto valor nutritivo com a presença de macronutrientes. Observou-se que o *Acarichthys heckelii* apresenta grande potencial como fonte de alimento, saudável, nutritivo e com boa palatabilidade. Apresenta bom proveito na filetagem, com 31,4% de rendimento. Na análise sensorial, apresentou uma taxa de aceitação satisfatória, obtendo resultados equivalentes aos peixes mais consumidos. Por ser comum nos rios e lagos, apresenta características para contribuir com a segurança alimentar das populações carentes, serve como possível fonte de renda, pois apresenta boas taxas de compra e consumo com potencial para consumo em comércios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. **Washington: AOAC**, 2012.

BATISTA, V. DA S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**, p. 63–151, 2004.

BEGOSSI, A. et al. Consumo de Peixes na Amazônia: uma revisão sobre biodiversidade, hidrelétricas e segurança alimentar. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 2, p. 345–357, 2019.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. [s.l.] UFV, 1993.

CONTRERAS, E. **Bioquímica de Pescados e Derivados**, Editora FUNEP. Jaboticabal, , 1994.

COSME, S. S. et al. Rendimento do filé de tucunaré (*Cichla cf. monoculus*) Osteichthyes, Cichlidae em diferentes cortes da cabeça. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 061–067, 13 mar. 2022.

DA SILVA, R. DOS S.; FRANÇA, S. M. DE A. F.; DE LIMA YAMAGUCHI, K. K. Identificação das espécies de peixes mais comercializadas em um município no interior do Amazonas/Analyses of the fish species commercialization in countryside of Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20483–20498, 2020.

DE SOUZA, E. T. L.; DE ARAÚJO SILVA, K. E.; SOARES, Z. T. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ACEITABILIDADE SENSORIAL DO CEVICHE DE TUCUNARÉ. **Revista UNI**, v. 1, n. 1, p. 20–32, 2022.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. Em: **Análise sensorial de alimentos**. 3º ed. [s.l.] Champagnat, 2011. v. Coleção Exatas, 4p. 426.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. Catalog of fishes: genera, species, references. **California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA** <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>, 2023.

GANDRA, A. L. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. **Montevidéo: Infopesca**, 2010.

HAARD, N. F. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. **Food research international**, v. 25, n. 4, p. 289–307, 1992.

LUCAS, B. N.; DALLA NORA, F. M. Análise Sensorial De Alimentos: Aplicações Recentes. **Análise Sensorial Clássica: Fundamentos e Métodos**, p. 118, 2021.

MACHADO, N. DE J. B. et al. Análise sensorial de filés de jaraqui / Sensory analysis of jaraqui filets. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29364–29376, 20 maio 2020.

MEDINA, L. et al. Sistema de recirculação aquícola: relações peso-comprimento e fatores de condição de quatro espécies de peixes tropicais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e52811427368–e52811427368, 2022.

MEGGERS, B. J. Vegetational fluctuation and prehistoric cultural adaptation in Amazonia: some tentative correlations. **World Archaeology**, v. 8, n. 3, p. 287–303, 1977.

OPPERMAN, J.; GRILL, G.; HARTMANN, J. The Power of Rivers: Finding balance between energy and conservation in hydropower development. 2017.

PEREIRA, R. DA S. et al. Ichthyofauna from tributaries of Urubu and Amazonas rivers, Amazonas State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 20, 2020.

ROOSEVELT, A. C. et al. Eighth millennium pottery from a prehistoric shell midden in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 254, n. 5038, p. 1621–1624, 1991.

SANTOS, V. B. DOS et al. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 554–562, abr. 2007.

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

SILVA, F. V. E et al. Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nilo em diferentes faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1407–1412, ago. 2009.

SIMÕES, M. R. et al. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 608–613, set. 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory Evaluation Practices-Food Science and Technology. **vol. 4th edition, Elsevier Academic Press., Boston, USA**, 2004.

TEIXEIRA, M. S. et al. Método de índice de qualidade (QIM): desenvolvimento de um protocolo sensorial para corvina (*Micropogonias furnieri*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 16, n. 2, 2009.

YAMADA, T. T.; RIBEIRO, L. Avaliação sensorial do pescado pelo método do índice de qualidade. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 25, p. 1–16, 2015.

## GRÁFICOS, FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Gráfico de dispersão em relação peso x comprimento padrão

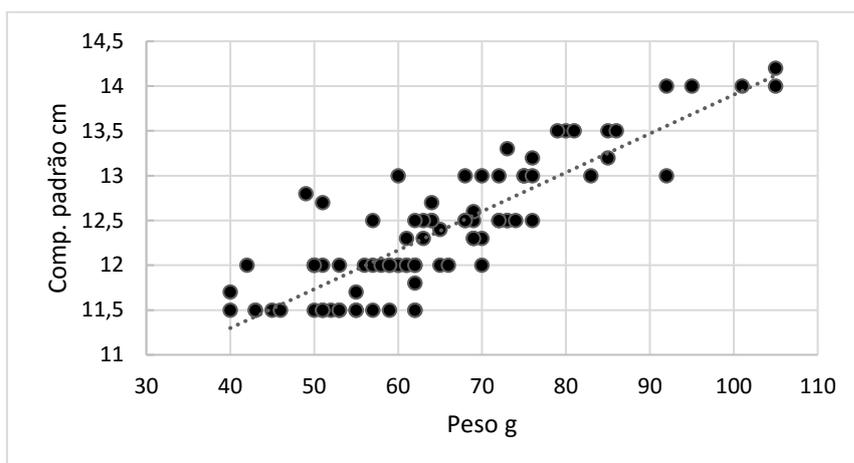


Tabela 1: Resultado da análise centesimal da carne de acará

	Energia bruta Kcal/Kg	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Fibra bruta	Matéria mineral
	4585,00		78,21	5,52	1,14	5,85
	4568,00	17,50	79,00	5,41	1,25	5,10
	4485,00		79,66	6,00	1,15	5,22
<b>Média</b>	<b>4546,00</b>	<b>17,50</b>	<b>78,96</b>	<b>5,64</b>	<b>1,18</b>	<b>5,39</b>

Figura 2 – Frequência acumulada de notas dos atributos – sabor, odor, cor, textura, suculência e impressão geral.

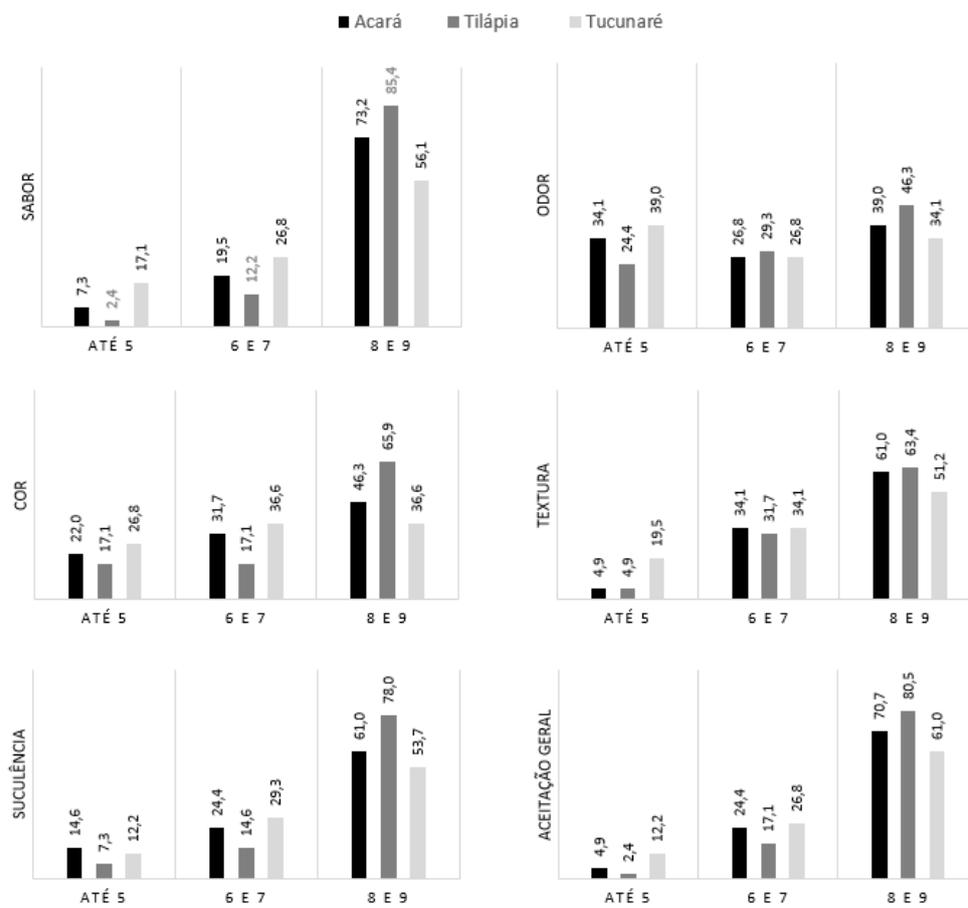
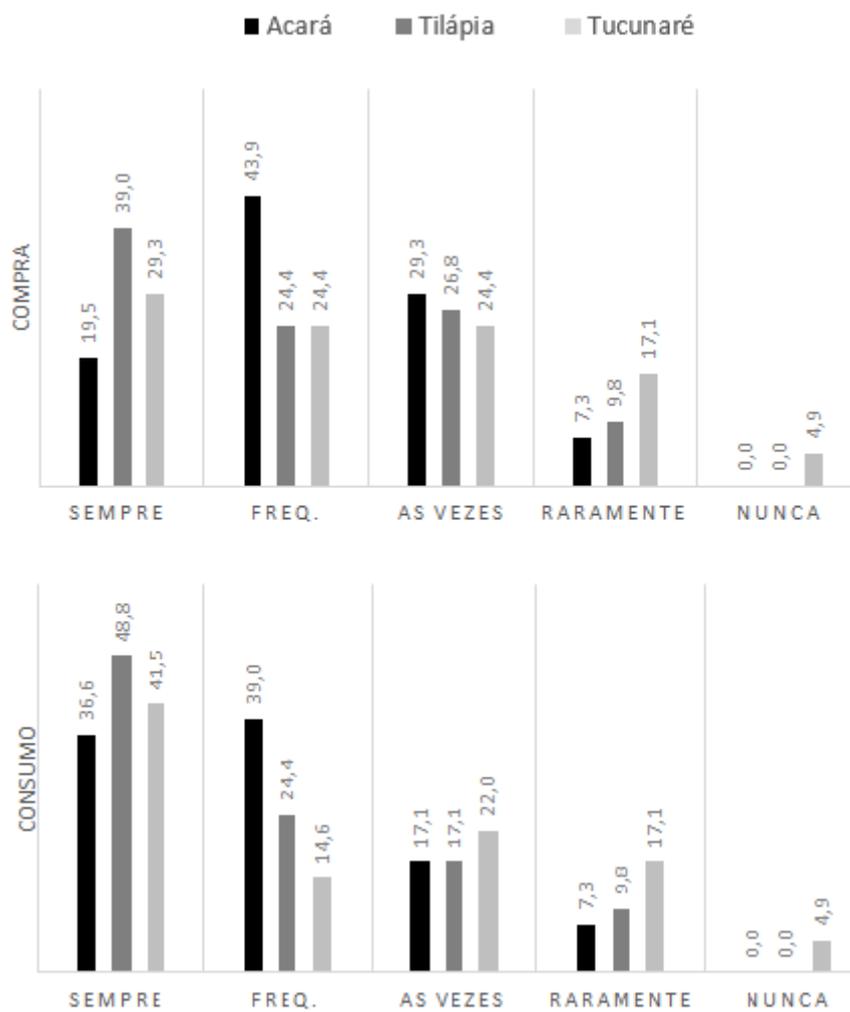


Figura 3 – Frequência acumulada de notas da intenção de compra e consumo.



## Ficha de avaliação para o teste de aceitação da carne de peixe.

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/2022

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou em relação a cada item do produto experimentado:

- (1) Gostei extremamente
- (2) Gostei muito
- (3) Gostei moderadamente
- (4) Gostei ligeiramente
- (5) Indiferente
- (6) Desgostei ligeiramente
- (7) Desgostei moderadamente
- (8) Desgostei muito
- (9) Desgostei extremamente

Amostra n° \_\_\_\_\_

- ( ) Sabor
- ( ) Odor
- ( ) Cor
- ( ) Textura,
- ( ) Suculência
- ( ) Aceitação geral

Amostra n° \_\_\_\_\_

- ( ) Sabor
- ( ) Odor
- ( ) Cor
- ( ) Textura,
- ( ) Suculência
- ( ) Aceitação geral

Amostra n° \_\_\_\_\_

- ( ) Sabor
- ( ) Odor
- ( ) Cor
- ( ) Textura,
- ( ) Suculência
- ( ) Aceitação geral

Abaixo, marque com um ( X ) a sua opção em relação a Intenção de consumo e a Atitude de compra em relação ao produto experimentado:

Amostra n° \_\_\_\_\_

**Intenção de consumo:**

- ( ) sempre
- ( ) frequentemente
- ( ) as vezes
- ( ) raramente
- ( ) nunca

**Atitude de compra:**

- ( ) sempre
- ( ) frequentemente
- ( ) as vezes
- ( ) raramente
- ( ) nunca

**Intenção de consumo:**

- ( ) sempre
- ( ) frequentemente
- ( ) as vezes
- ( ) raramente
- ( ) nunca

**Atitude de compra:**

- ( ) sempre
- ( ) frequentemente
- ( ) as vezes
- ( ) raramente
- ( ) nunca

**Intenção de consumo:**

- ( ) sempre
- ( ) frequentemente
- ( ) as vezes
- ( ) raramente
- ( ) nunca

**Atitude de compra:**

- ( ) sempre
- ( ) frequentemente
- ( ) as vezes
- ( ) raramente
- ( ) nunca

Amostra n° \_\_\_\_\_

Amostra n° \_\_\_\_\_

