UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP CÂMPUS DE JABOTICABAL

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATRIBUTOS SENSORIAIS DA PIRAPITINGA COM E SEM ESPINHAS INTRAMUSCULARES E TAMBAQUI COM ESPINHAS

Ana María Carolina Quintero Pardo

Zootecnista

Novembro de 2025

TESE / QUINTERO-PARDO A.M.C. 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP CÂMPUS DE JABOTICABAL

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATRIBUTOS SENSORIAIS DA PIRAPITINGA COM E SEM ESPINHAS INTRAMUSCULARES E TAMBAQUI COM ESPINHAS

Discente: Ana María Carolina Quintero Pardo

Orientador: Dr. Luis Artur Loyola Chardulo

Coorientadora: Dra. Carolina Toledo Santos

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Novembro de 2025

Q7c

Quintero Pardo, Ana María Carolina

Composição físico-química e atributos sensoriais da pirapitinga com e sem espinhas intramusculares e tambaqui com espinhas / Ana María Carolina Quintero Pardo. -- Jaboticabal, 2025

59 p. : il., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Luis Artur Loyola Chardulo

Coorientadora: Carolina Toledo Santos

1. Aquicultura. 2. Carne qualidade. 3. Avaliação sensorial. 4. Peixes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATRIBUTOS SENSORIAIS DA PIRAPITINGA COM E SEM ESPINHAS INTRAMUSCULARES E TAMBAQUI COM ESPINHAS

AUTORA: ANA MARIA CAROLINA QUINTERO PARDO
ORIENTADOR: LUIS ARTUR LOYOLA CHARDULO
COORIENTADORA: CAROLINA TOLEDO SANTOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciência Animal, área: Genética e Melhoramento Animal pela Comissão Examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
LUIS ARTUR LOYOLA CHARDULO
Data: 11/12/2025 12:07:23-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. LUIS ARTUR LOYOLA CHARDULO (Participaçao Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ UNESP Botucatu

Prof. Dr. MANUEL FERNANDO ARIZA BOTERO (Participaçao Virtual)
Departamento de Producción Animal / Universidad Nacional de Colombia (UNAL) - Bogotá/Colômbia

gov.br Documento assinado digitalmente
WELDER ANGELO BALDASSINI
Data: 11/12/2025 22:48:44-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. WELDER ANGELO BALDASSINI (Participaçao Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ UNESP Botucatu

Prof. Dr. FRED WILLIAM CHU KOO (Participaçao Virtual)
Universida Nacional Autônoma de Alto Amazonas (UNAAA) / Alto Amazonas/Loreto/Peru

gov.br Documento assinado digitalmente
DARIANE BEATRIZ SCHOFFEN ENKE
Data: 12/12/2025 10:13:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. DARIANE BEATRIZ SCHOFFEN ENKE (Participaçao Virtual)
Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura / FCAVR UNESP Registro

Jaboticabal, 11 de dezembro de 2025.

Dados curriculares do autor

Ana María Carolina Quintero Pardo – Nascida em 15 de abril de 1986, na cidade de Bogotá/Colômbia e é filha de Blanca Stella Pardo Gamboa e Luis Gabriel Quintero Pinto. Em agosto de 2006 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Câmpus de Botucatu/SP e Graduou-se em dezembro de 2010. Em abril de 2011 iniciou o curso de Especialização em Agricultura Biodinâmica na Universidade de Uberaba em convênio com o Instituto ELO de Botucatu/SP. Em julho de 2012 iniciou o curso de Mestrado em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Câmpus Jaboticabal/SP, com bolsa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Capes. Em janeiro de 2022 iniciou o curso de Doutorado em Ciência Animal da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPG-CA) Câmpus de Jaboticabal/SP, com bolsa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Capes sob orientação do Prof. Dr. Luis Artur Loyola Chardulo.

EPÍGRAFE

"A coisa mais bonita sobre o aprendizado é que ninguém pode tirá-lo de você." (B.B. King).

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra ao meu pai Luis Gabriel, a minha mãe Blanca Stella, ao meu irmão Camilo Andrés e a minha avó Estrella por eles terem sido minha grande motivação para a conclusão deste sonho chamado Doutorado. Dedico também a minha pesquisa a Hermes Mojica (f), quem foi uma grande inspiração para trabalhar com peixes redondos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter norteado o meu caminho e me dar forças nos momentos difíceis para que eu pudesse desenvolver e concluir este trabalho.

Aos meus pais Blanca Stella e Luis Gabriel pelo apoio econômico, acadêmico, físico e na consecução dos peixes para a realização da minha Tese com sucesso. Pelos conselhos dados, pela paciência, pelo carinho e amor incondicional, obrigada!

A minha avó Estrella por sempre me apoiar com suas orações para que tudo desse certo.

Ao meu irmão Camilo Andrés pelo carinho, amizade e força braçal brindados a mim durante o processo de coleta, análises, escrever, corrigir e reescrever.

Ao meu namorado Jan quem chegou no meu último ano de doutorado, pelo seu amor e apoio incondicional para que pudesse culminar as análises e escrita da Tese.

A minha tia Patricia Pardo pelo seu apoio incondicional com seus conselhos e carinho.

A meu orientador Luis Artur Loyola Chardulo pela oportunidade e confiança depositada em mim, pelas orientações e ensinamentos na realização deste trabalho. Pelo seu tempo e dedicação para tirar dúvidas e encontrar o melhor caminho junto comigo. Pela sua paciência e por ter me apoiado em momentos bons e não tão bons, obrigada!

A minha coorientadora e amiga Carolina Toledo Santos pelo apoio para tirar dúvidas, entendimento de algumas análises e a dedicação nas correções do presente trabalho. Por ter me apoiado emocional e fisicamente quando foi preciso, pelo seu carinho, obrigada!

Aos professores Dariane Schoffen Enke, Gregorio Piñeros, Henry Meneses e Fernando Ariza que sempre me apoiaram com conselhos e na realização das análises do presente trabalho.

Aos Laboratórios da Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá e as Pisciculturas de Putumayo que contribuíram com a doação, venda e a oportunidade da realização das análises necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos e colegas Amanda Reyes, Paula Cardona, Julieth Cáceres, Jhonatan Alarcón, Sergio Ballén e François pelo apoio físico e emocional para o desenvolvimento da minha Tese.

A um recordado amigo: Hermes Mojica (f) quem depois de muitas conversas com relação aos peixes nativos me deu uma luz na escolha de uma das espécies aqui pesquisadas (tambaqui).

Aos que injustamente foram omitidos, meus sinceros agradecimentos.

APOIO FINANCEIRO

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida nos dois primeiros anos do Doutorado.

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

À Pós-graduação pelo auxílio emergencial concedido no último ano do programa de Doutorado.

A Colfuturo (Fundación para el Futuro de Colombia) pelo crédito-bolsa concedido no último ano do programa de Doutorado.

Sem esse apoio, este trabalho não teria sido possível!

SUMÁRIO

1. Introdução Geral....1
2. Capítulo 1: Revisão de literatura....2
2.1 Avaliação Bromatológica....3
2.2 Rendimento dos cortes e resíduos....5
2.3 Avaliação da textura....6
2.4 Avaliação da cor....6
2.5 Capacidade de retenção de água (CRA)....7
2.6 Medição do pH....9
2.7 Avaliação sensorial....10
3. As espécies estudadas....11
3.1 TAMBAQUÍ (*Colossoma macropomum*)....11
3.1.1 Produção da espécie....11
3.2 PIRAPITINGA (*Piaractus brachypomus*)....14
3.2.1 Produção da espécie....14
3.3 Tambaqui e pirapitinga sem espinhas intramusculares....15
4. Processamento de resíduos....16
5. Referências....17
CAPÍTULO 2 Composição físico-química e atributos sensoriais da Pirapitinga com e sem espinhas intramusculares e Tambaqui com espinhas....31
Resumo....32
Abstract....32
Resumen....32
1 INTRODUÇÃO....33
2 METODOLOGIA....34
2.1 MATERIAIS UTILIZADOS....34
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL....34
2.3 MÉTODOS EMPREGADOS DURANTE OS EXPERIMENTOS....34
a) Obtenção dos cortes do filé e costelas e do rendimento....35

b) Composição centesimal do pescado.....35
c) Textura: Força de cisalhamento e de compressão.....35
d) pH.....36
e) Cor.....36
f) Capacidade de retenção de água (CRA).....36
g) Avaliação sensorial hedônica.....36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....37
3.1 PIRAPITINGA.....37
a) Medidas e Rendimento dos cortes.....37
b) Composição centesimal.....38
c) Textura.....38
d) Cor.....39
e) Capacidade de retenção de água (CRA).....39
f) pH.....39
g) Avaliação sensorial.....39
3.2 PIRAPITINGA SEM ESPINHAS INTRAMUSCULARES (SEIM).....41
a) Medidas e Rendimento dos cortes.....41
b) Composição centesimal.....41
c) Textura.....42
d) Cor.....42
e) Capacidade de retenção de água (CRA).....42
f) pH.....42
g) Avaliação sensorial.....43
3.3 TAMBAQUI.....44
a) Medidas e Rendimento dos cortes.....44
b) Composição centesimal.....45
c) Textura.....45
d) Cor.....45
e) Capacidade de retenção de água (CRA).....46
f) pH.....46
g) Avaliação sensorial.....46
4 CONCLUSÕES.....47

AGRADECIMENTOS.....48
REFERÊNCIAS.....48
CAPÍTULO 3 – Considerações finais.....53
APÊNDICES.....54
APÊNDICE A. Ultrassonografia, Raios-X e TAC em Pirapitinga (P. brachypomus) realizadas para confirmação da presença (EIM) ou ausência (SEIM) de espinhas intramusculares.....54
APÊNDICE B. Imagem de Tomografia Axial Computadorizada em P. brachypomus SEIM.....55
APÊNDICE C. Realização de ultrassonografia em campo.....56
APÊNDICE D. Cortes realizados para a realização de análises e avaliação sensorial da P. brachypomus e C. macropomum e Cortes existentes de C. macropomum no Brasil.....57
APÊNDICE E. INFOGRÁFICO METODOLOGIA.....59

QUINTERO-PARDO, A.M.C. Composição físico-química e atributos sensoriais da Pirapitinga com e sem espinhas intramusculares e Tambaqui com espinhas. 2025. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, 2025.

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os filés e costelas de Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), com e sem espinhas intramusculares (SEIM), e de Tambaqui (*Colossoma macropomum*), com espinhas intramusculares (EIM), espécies nativas de grande relevância para a piscicultura no Brasil e na Colômbia. A pesquisa fundamenta-se na necessidade de compreender as propriedades físico-químicas, texturais e sensoriais da carne dessas espécies, considerando que a presença das espinhas intramusculares representa um entrave ao processamento industrial e à aceitação comercial dos filés. A Introdução Geral e o Capítulo 1 abordam o panorama mundial e latino-americano da aquicultura, evidenciando o crescimento constante da produção de pescado e o papel central do tambaqui e da pirapitinga na diversificação da piscicultura regional. Destaca-se a importância das análises de qualidade do pescado, realizadas por métodos sensoriais e instrumentais, que incluem parâmetros físico-químicos, texturais e microbiológicos. São descritos os fundamentos das análises bromatológicas (teores de umidade, proteína, lipídios, cinzas e carboidratos), bem como a influência de fatores sazonais, ambientais e fisiológicos sobre a composição centesimal da carne de peixe. O Capítulo 2 caracterizou filés e costelas de três espécies de peixes de importância comercial para o Brasil e a Colômbia: Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) convencional e Pirapitinga sem espinhas intramusculares (SEIM). Foram analisadas amostras de 50 filés e 50 costelas, obtidas em pisciculturas do sudeste colombiano, avaliando-se rendimento de cortes e resíduos, composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídio e matéria mineral), textura (força de compressão e cisalhamento), cor (L*, a*, b*), pH, capacidade de retenção de água (CRA) e aceitação sensorial com painel de 50 provadores não treinados. Os resultados indicaram que o tambaqui e as duas variantes de pirapitinga apresentaram qualidade nutricional e físico-química compatível com peixes “redondos” da Amazônia, além de alta aceitação sensorial e intenção de compra significativa. A Pirapitinga SEIM, por não apresentar espinhas intramusculares, demonstrou maior valor

agregado e potencial de mercado, reforçando sua viabilidade produtiva e comercial. No Capítulo 3 destacou-se a identificação inédita, a partir da pesquisa realizada no Capítulo 2, de uma linhagem de pirapitinga sem espinhas intramusculares (SEIM), representando um avanço relevante para a cadeia produtiva e o consumo do pescado. Recomenda-se aprofundar estudos genéticos, zootécnicos e de mercado sobre essa variante. Também se constatou a necessidade de padronizar metodologias em futuras pesquisas, especialmente quanto à expressão da composição centesimal e das análises de textura, a fim de assegurar comparabilidade e consistência dos dados.
Palavras chave: Pirapitinga; Tambaqui; espinhas intramusculares; caracterização físico-química; análise sensorial; aquicultura.

ABSTRACT - This study aimed to characterize fillets and ribs of Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), with and without intramuscular bones (SEIM), and Tambaqui (*Colossoma macropomum*), with intramuscular bones (EIM), native species of great relevance to aquaculture in Brazil and Colombia. The research was based on the need to understand the physicochemical, textural, and sensory properties of the meat from these species, considering that the presence of intramuscular bones represents an obstacle to industrial processing and commercial acceptance of fillets. The General Introduction and Chapter 1 address the global and Latin American aquaculture context, highlighting the steady growth of fish production and the central role of tambaqui and pirapitinga in diversifying regional aquaculture. The importance of fish quality analyses is emphasized, performed through sensory and instrumental methods, including physicochemical, textural, and microbiological parameters. The fundamentals of bromatological analyses (moisture, protein, lipid, ash, and carbohydrate content) are described, as well as the influence of seasonal, environmental, and physiological factors on the proximate composition of fish meat. Chapter 2 characterized fillets and ribs from three fish species of commercial importance for Brazil and Colombia: Tambaqui (*Colossoma macropomum*), conventional Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), and Pirapitinga without intramuscular bones (SEIM). A total of 50 fillet and 50 rib samples were analyzed, obtained from fish farms in southeastern Colombia. Evaluations included cut and residue yield, proximate composition (moisture, crude protein, lipid, and ash), texture (compression and shear force), color (L*, a*, b*), pH,

water-holding capacity (WHC), and sensory acceptance using a panel of 50 untrained assessors. Results showed that tambaqui and both pirapitinga variants presented nutritional and physicochemical quality comparable to other Amazonian “round fish,” in addition to high sensory acceptance and significant purchase intention. The SEIM pirapitinga, due to the absence of intramuscular bones, demonstrated higher added value and market potential, reinforcing its productive and commercial viability. Chapter 3 highlighted the unprecedented identification, in the research conducted in Chapter 2, of a pirapitinga lineage without intramuscular bones (SEIM), representing a significant advancement for the aquaculture production chain and fish consumption. Further genetic, zootechnical, and market studies are recommended to deepen understanding of this variant. Additionally, the need for methodological standardization in future research was emphasized, particularly regarding the expression of proximate composition and texture analyses, to ensure comparability and consistency of data.

Keywords: Pirapitinga; Tambaqui; intramuscular bones; physicochemical characterization; sensory analysis; aquaculture.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação dos filés de Pirapitinga. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.....39

Figura 2. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação das costelas de Pirapitinga. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.....40

Figura 3. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação dos filés de Pirapitinga SEIM. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.....43

Figura 4. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação das costelas de Pirapitinga SEIM. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.....43

Figura 5. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação dos filés de Tambaqui. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.....45

Figura 6. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação das costelas de Tambaqui. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.....46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

*a**	Intensidade de vermelho
Alt	Altura
AUNAP	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
*b**	Intensidade de amarelo
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
COLFUTURO	Fundación para el Futuro de Colombia
CP	Comprimento padrão
CRA	Capacidade de retenção de água
CT	Comprimento total
EE	Extrato Etéreo
EIM	Espinhas intramusculares
FAO	Food and Agriculture Organization
GF	Grama-força
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos
Kgf	Quilograma-força
*L**	Luminosidade
MM	Matéria Mineral
N	Newtons
P	Proteína
PB	Proteína bruta
Peixe BR	Associação Brasileira da Piscicultura
PH	pH (48 h *post-mortem*)
SEIM	Sem espinhas intramusculares
TAC	Tomografia axial computadorizada
U	Umidade

1. Introdução Geral

A produção e consumo de pescado no mundo inteiro têm aumentado ano após ano. Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR, 2023), em 2021, a produção de peixes de cultivo, atingiu 887.029 toneladas, sendo as espécies mais produzidas a Tilápia (65,3%), peixes nativos (29,7%) e outras espécies (5%). De outra parte, na Colômbia a produção de pescado proveniente da aquicultura atingiu 202.956 toneladas, sendo as principais espécies produzidas a tilápia do Nilo, Truta, Pirapitinga e camarão. A piscicultura brasileira é a de maior importância na América do Sul, devido à grande quantidade de pescado produzida. Dentre as espécies Dulce aquícolas mais produzidas, encontram-se a tilápia, truta e o tambaqui, este último, o peixe nativo de maior produção no país (Correa, De Sousa & Martins, 2018).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie de grande interesse comercial para o Brasil, porém, o seu consumo se vê limitado pela presença de espinhas intramusculares em forma de Y no filé. No entanto, foi encontrada uma variedade de tambaqui sem espinhas intramusculares no Brasil e geneticamente tem sido estudada na Universidade de Mogi das Cruzes (Perazza et al, 2017), estes são avaliados por imagens dos peixes com ausência destas espinhas utilizando imagens de ultrassom e raios-X.

A pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), espécie originária da bacia dos rios Orinoco e Amazonas e seus afluentes, é a principal espécie nativa produzida na Colômbia (Quintero-Pinto et al., 2011, Escobar, 2019). A sua comercialização e consumos limitam-se devido a que possuem espinhas intramusculares (EIM) em diversos formatos: pinho ou não bifurcado (I), bifurcado com extremidades desiguais (ᚼ) e bifurcado com extremidades equivalentes (Y) nas regiões ventral-caudal e dorsal, o que ocasiona dificuldades para o processamento e consumo dos filés de acordo com Quintero-Pardo et al (2022) e Barroso (2022).

Adicionalmente, as análises de qualidade da carne em peixes são necessárias, assim como o crescimento do pescado e o aumento da produção, além da composição e qualidade da sua carne (análises químicas e físicas). Análises da qualidade da carne da espécie mencionada e suas variáveis sem espinhas se fazem necessárias devido

à ausência de publicações científicas demonstrando as características e vantagens da produção e consumo do tambaqui sem espinhas.

O objetivo da presente pesquisa consistiu em caracterizar os filés e costelas de Pirapitingas (*Piaractus brachypomus*) com e sem espinhas intramusculares e Tambaquis (*Colossoma macropomum*), ambas espécies de grande importância para o Brasil e a Colômbia.

2. CAPÍTULO 1 - Revisão de literatura

O último reporte da FAO (2024), informou que a produção mundial proveniente da aquicultura e pesca no ano 2022, atingiu 223,2 milhões de toneladas, sendo 185,4 milhões de toneladas animais aquáticos e 37,8 milhões de toneladas as algas. São provenientes da pesca de captura 92,3 milhões toneladas e provenientes da aquicultura 130,9 milhões de toneladas, sendo o 62,6% destes últimos produzidos pela aquicultura continental.

Da produção total de pescado, cerca de 89% foram destinados a consumo humano direto, e o 43% dessa porcentagem, encontrava-se principalmente vivo, fresco ou refrigerado segundo. Contudo, estima-se que o 35% das capturas se perdem ou desperdiçam anualmente segundo a FAO (2024).

O consumo de pescado tem aumentado, passando de 9,0kg per capita em 1961 a 20,7Kg em 2022 e espera-se que para 2032 se atinjam 21,3Kg per capita (FAO, 2024).

A qualidade do pescado é de grande importância visto que o este é utilizado como alimento, sendo altamente perecível. Segundo Alexandre et al. (2021), as análises que podem ser utilizadas para avaliar a qualidade, são, método sensorial (subjetivo) e o método não sensorial (objetivo). Dentre os não sensoriais, podem ser feitas análises químicas, físicas e microbiológicas. Já a composição pode ser avaliada por métodos de determinação da composição centesimal, contendo testes de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos. O método sensorial (Método do índice de qualidade MIQ) é específico para cada espécie e utilizado para medir a

qualidade durante o tempo de armazenamento e é de baixo custo. Este avalia de maneira visual e olfativa o peixe.

Dentre os métodos mais utilizados estão:

- MÉTODOS QUÍMICOS: Umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, teor de carboidratos, Nitrogênio das bases voláteis totais, nitrogênio de trimetilamina, Valor de K-hipoxantina, Aminas biogênicas e aminoácidos livres, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) e reação de éber.

- MÉTODOS FÍSICOS: Avaliação de textura: tração, compressão e cisalhamento; avaliação de cor, propriedades elétricas e índice de Rigor mortis. Capacidade de retenção de água (CRA),

- MÉTODOS FISICO-QUÍMICOS: pH, atividade da água, qualidade microbiológica: *Salmonella*, *Coliformes* e *Escherichia coli*.

2.1 Avaliação Bromatológica:

A avaliação bromatológica dos alimentos se faz com a finalidade de determinar a sua composição centesimal, com ela se podem medir os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos (Ferrão, 2017). Os seus valores podem mudar de acordo com variações sazonais, da espécie, a idade, a maturidade sexual, o sexo, dentre outros (Gonçalves, 2021)

A umidade bem dizendo é a quantidade de água que compõe um alimento e é uma das medidas mais importantes já que se relaciona com a qualidade, composição e estabilidade de um alimento. Ela se relaciona diretamente com o tempo de vida útil do alimento, sendo os que se deterioram mais rapidamente os mais úmidos. A umidade pode variar de acordo com a época do ano e os valores esperados para pescado é de 50 a 80% do total (Fogaça et al., 2009 e Ferrão, 2017).

Por sua vez, as cinzas são o resíduo inorgânico que fica depois da queima da matéria orgânica de forma geral e está determinada pela quantidade de cinza total ou resíduo mineral fixo, determinado por meio da incineração da matéria orgânica em mufla a 550°C até obtenção de cinzas brancas (Fogaça et al., 2009 e Ferrão, 2017).

De acordo com Gonçalves (2021), podem ser determinadas em cinza seca ou cinza úmida.

Por outro lado, ao serem uma ótima fonte de aminoácidos essenciais, os alimentos proteicos são caros e na carne as proteínas mais importantes encontram-se no músculo, o qual se constitui de um 20% de proteína aproximadamente. Devido a isto, o teor de proteína nas carnes de diferentes espécies animais não varia muito (Ferrão, 2017). Para determinar essa variável, emprega-se o método de Kjeldahl — procedimento oficial para estimar a concentração de proteínas a partir do nitrogênio total. O protocolo é composto por três estágios principais: digestão, destilação e titulação (Fogaça et al., 2009 e Ferrão, 2017).

Segundo Ferrão, (2017), os lipídios podem ser classificados como simples, compostos e derivados e atuam como transportadores de algumas vitaminas (lipossolúveis) no organismo. Eles são altamente energéticos e possuem ácidos graxos essenciais ao organismo e são quantificados pelo método Soxhlet, o qual é amplamente usado para quantificar lipídeos em alimentos e consiste em extrair a amostra previamente seca com éter em extração contínua (cerca de 8 h), evaporar o solvente e pesar o resíduo — que, além de lipídeos, reúne pequenas quantidades de ceras, pigmentos, esteróis, vitaminas etc. — embora em produtos com alta proporção de açúcares, proteínas e umidade a extração completa seja mais difícil (Fogaça et al., 2009 e Ferrão, 2017). Sob determinadas circunstâncias, recorrem-se a métodos alternativos para quantificar lipídeos, tais como extração a frio com solvente (Bligh-Dyer ou Folch), hidrólise ácida (Gerber ou Stoldt-Weibull) ou hidrólise alcalina (Rose-Gottlieb-Mojonnier) (Ferrão, 2017).

Geralmente, na composição centesimal não se realiza análise de teor de carboidratos já que é inferior a 1%, porém, em alguns moluscos a sua quantidade pode ser alta, devido a isto, deve se ter cuidado e levar em consideração a espécie a ser avaliada. Eles não se distribuem na mesma proporção no individuo (Ferrão, 2017 e Gonçalves, 2021).

Alguns autores têm reportado valores de umidade para a espécie Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) de 74,7% (Menegassi & Gonçalves, 2021) e para Tambaqui

(*Colossoma macropomum*) de 77,4% (Cartonilho e De Jesus, 2011), 76,55 (Menegassi & Gonçalves, 2021) e outros valores que exponho no Capítulo 2.

Em termos de Matéria mineral para Pirapitinga, Menegassi & Gonçalves (2021) encontraram 1,2% e para Tambaqui, Filho et al. (2021) encontraram valores de 1,04, 1,06 e 1,16% de MM de acordo com o peso de abate.

No caso da proteína bruta (PB), têm sido reportado valores para *P. brachypomus* de 20,0% por Menegassi & Goncalves (2021), e para *C. macropomum* 22,66% e 24,8% reportados por Menegassi & Gonçalves (2021) e De Lima et al. (2018), respectivamente. Os demais valores serão apresentados na discussão do Capítulo 2.

De acordo com Contreras-Guzmán (1994), o pescado pode ser classificado em função do teor de lipídios presente na carne da seguinte forma: gordo (acima de 10%), semigordo (entre 2,5 e 10%) ou magro (até 2,5%). Alguns autores encontraram uma porcentagem de 2,1% de gordura para Pirapitinga (Menegassi & Gonçalves, 2021) e valores entre 1,59% (Sales & Maia, 2013) e 8,50% (Filho et al., 2021). Vale lembrar que um alto teor de gordura pode prejudicar a comercialização da carne do pescado, pois, pode diminuir a sua vida útil (Bombardelli et al., 2007; Silva et al., 2009), no entanto, também pode se aproveitar para desenvolver subprodutos como embutidos ou patês (Bombardelli et al., 2007).

2.2 Rendimento dos cortes e resíduos

O rendimento dos cortes do pescado pode variar entre espécies, dentro da mesma espécie, conforme o tempo de cultivo, de acordo com o método de abate, o método de obtenção dos cortes ou com relação a pessoa ou máquina que faz o processamento, sendo obtido maior rendimento do pescado quanto maior o tempo de cultivo (Fernandes et al., 2018). Adicionalmente, a quantificação do rendimento e a definição do peso ótimo de abate viabilizam a caracterização do produto final e a projeção de seu potencial de industrialização, para o qual no caso dos peixes redondos se faz necessário definir os seus potenciais cortes e os métodos de processamentos a traves de pesquisas (Garcia e Maciel, 2021; Cirne et al., 2019; de Lima et al., 2018).

2.3 Avaliação da textura:

Esta medição se realiza a través de um texturômetro e serve para medir o nível de maciez da carne do pescado, ela se relaciona com a constituição das fibras musculares que compõem o tecido. De acordo com Leitão et al. (2012), em peixes, as fibras musculares dividem-se em três tipos: as vermelhas, superficiais, localizadas logo abaixo da pele e no septo transverso; as intermediárias, que as separam; e as brancas, que constituem mais de 90% do total. A musculatura estriada está organizada em miosseptos—bainhas de tecido conjuntivo que separam os miômeros—e apresenta forma de “W” rotacionado 90°. Essa estrutura confere à carne dos peixes uma textura mais macia.

As medidas realizadas para análise de textura podem ser força de compressão que é o pico de força registrado na primeira compressão e indica a resistência inicial à deformação de uma amostra, pode ser expressa em Newtons (N) e força de cisalhamento que é a força tangencial necessária para “cortar” ou separar a amostra ao longo de um plano interno, a mesma expressa a resistência ao corte das fibras musculares, também medida em N, porém podem ser medidas expressas em quilograma-força (kgf), grama-força (gf) ou Newtons (Valls et al., 2008 e Khule et al., 2024).

2.4 Avaliação da cor

Segundo Mathias-Rettig & Ah-Hen (2014), os alimentos apresentam cores devido a diferentes compostos, principalmente orgânicos, que podem ser naturais, formados durante o processamento ou pela adição de corantes sintéticos. A coloração dos alimentos é causada principalmente por: (1) pigmentos ou corantes naturais com funções biológicas importantes, como a clorofila e a mioglobina, que também podem ser extraídos e usados como corantes; e (2) pigmentos formados por reações químicas ou enzimáticas durante o processamento. Para garantir medições precisas, utiliza-se a composição espectral da luz incidente, por meio de iluminantes normalizados pela CIE (séries A, B, C, D e F). Atualmente, as séries D (D50, D55, D65 e D75) são as mais representativas da distribuição espectral da luz branca. O CIEL*a*b* é um dos principais sistemas padronizados para medição da cor, onde L= Luminosidade (0-100), a= eixo vermelho-verde e b= eixo amarelo-azul. Colorímetros

tri estímulo baseiam-se na resposta do olho humano, utilizando três filtros (vermelho, verde e azul) para cada comprimento de onda, de modo a emular a percepção cromática natural. Esses instrumentos, de custo relativamente baixo, são amplamente empregados em controle de qualidade da carne do pescado, por exemplo (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014).

As técnicas instrumentais de cor, baseadas nos parâmetros L*, a* e b*, são essenciais para quantificar objetivamente as mudanças visuais que indicam a frescura de peixes durante resfriamento e congelamento. Estudos em salmão, carpa e truta demonstram variações significativas nesses valores ao longo do armazenamento, refletindo alterações nos pigmentos musculares. Contudo, ainda há demanda por protocolos padronizados que assegurem a comparabilidade dos resultados entre diferentes laboratórios e indústrias (Ólafsdóttir et al., 1997). A colorimetria tem sido utilizada na avaliação da carne e dos olhos do pescado, sendo uma ferramenta com resultado menos subjetivo quando comparada às análises sensoriais que se realizam com os métodos tradicionais (Barbosa, 2020).

Para análise física de filés de tilápia, Pinheiro (2019) testou dois métodos de abate e armazenamento em freezer por 960 horas, um dos métodos incluía insensibilização com choque térmico mais perfuração e corte das brânquias, o outro não incluía insensibilização. Foram analisados: pH, luminosidade, intensidade da luz vermelha, intensidade da luz amarela, capacidade de retenção de água, perca de água por cocção, força de cisalhamento, cor, presença de gás sulfídrico (Reação de Éber) e presença de amônia (Prova de Éber). Foram encontrados menores valores em intensidade de cor vermelha, da cor amarela e capacidade de retenção de água em peixes que passaram por insensibilização. Os demais parâmetros não apresentaram diferença.

2.5 Capacidade de retenção de água (CRA):

Refere-se à capacidade que a carne ou o pescado possuem para conservar a água contida em seus tecidos durante as etapas de processamento, armazenamento e cozimento. Ela é fundamental para garantir que o produto final mantenha a suculência, textura e valor comercial. A alta CRA melhora a aparência e diminui as perdas durante o processamento e o armazenando (Chan et al., 2022). Vários autores

têm demonstrado que com o passar do tempo, a CRA tende a diminuir, ou que se relaciona diretamente com a decomposição do pescado (Wang et al., 2022; Rotabakk et al., 2018; Espeleta-Maya et al., 2016; Castañeda et al., Honikel & Hamm, 1994). O tempo no transporte dos peixes também interfere na CRA, diminuindo esta última com relação ao aumento do tempo (Goes et al., 2019; Honikel & Hamm, 1994).

Existem alguns fatores que influem na CRA, eles podem ser as características intrínsecas do músculo, o pH e as condições post-mortem, e o manejo e processamento que vêm desde o estresse prévio ao abate, o tempo de jejum, o estresse e os métodos de abate, assim como a técnica para realização da filetagem e os métodos de armazenamento. Adicionalmente existem vários métodos para realizar sua medição, porém Chan et al (2022) disseram que é necessário aplicar estratégias de manejo e processamento que possam conservar a CRA na indústria pesqueira e de alimentos. Adicionalmente, dentre as variáveis que podem afetar a perda de água nos filés está a época do ano, pois, uma autora reportou variação nos resultados da CRA e do pH. Com relação a esta variável, ela afirma que a capacidade de retenção de água (CRA) nos filés está relacionada ao pH — valores mais altos de pH reduzem a desnaturação proteica e aumentam a retenção de água. Pressão e calor também influenciam a CRA, que é um parâmetro importante na avaliação da qualidade da matéria-prima para o processamento industrial de carnes (De Castro, 2007). A temperatura de congelamento também é um fator que pode interferir na CRA, pois Wang et al. (2022) reportaram que no Atum vermelho (*Thunnus thynnus*) estocado a uma temperatura mais fria (-55°C) preservou melhor a CRA devido a que causou menor dano tissular e cristais menores comparativamente com os estocados a temperaturas maiores (-18°C) nos quais houve a formação de cristais de gelo grandes, causando danos a estrutura muscular. No entanto outros autores como Diaz-Ccama (2023) concluem que o ultracongelamento não altera as características físicas, químicas e sensoriais nos pescados: peixe-serra do Pacífico (*Sarda chiliensis chiliensis*), Cavala (*Scomber japonicus peruanus*) e Truta ao serem congelados por até 90 dias.

Zamorano e Gambaruto (1997) afirmam que a medição da CRA pode ser realizada de 3 formas diferentes para calcular as áreas que resultam do método de prensa com papel de filtro (método de prensa de papel de filtro de Grau-Hamm). O

primeiro é o método planimétrico, o qual é utilizado para medir diretamente as áreas da mancha da carne (área M) y a área do total do líquido liberado (área T), método muito sensível e considerado o estândar ou referência devido a sua alta precisão para captar a variação das áreas. O segundo método é o método reticular, colocando sobre o papel de filtro uma retícula de pontos na qual cada um deles mede uma área de 0,16cm^2, posteriormente são contabilizados os pontos dentro das bordas das manchas. É um método rápido, preciso e exato, comparável ao planimétrico. Por último está o método com calibrador que mede a longitude dos eixos maior e menor das manchas, assumindo um formato elíptico e a área se calcula de acordo com a fórmula: área = (eixo maior * eixo menor) * 0.785. Este é um método rápido, porém pouco preciso devido a variabilidade da forma das manchas.

2.6 Medição do pH:

Para a medição do pH existem métodos colorimétricos, que utilizam indicadores e apresentam precisão limitada em soluções intensamente coloridas, turvas ou coloidais, ou métodos eletrométricos, que empregam potenciômetros adaptados para determinação direta, simples e precisa (Ferrão, 2017 e Gonçalves e Tavares, 2017).

O pH da carne de peixes deve ser inferior a 7,00 de acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 2017), ela possui baixa acidez (maior a 4,5) (Gonçalves e Tavares, 2017) e indica o frescor do pescado: à medida que se eleva, refletem-se as reações de deterioração (hidrolítica, oxidativa e fermentativa) (Gonçalves, 2017), é por isto que se encontram maiores valores com o passar do tempo (Brasil, 2017). De acordo com o anterior, para costelas de tambaqui o pH encontrado por Cartonilho e de Jesus (2011) foi de 5,6 e no filé 5,58, ambos em fresco e para Pirapitinga, Gonzales (2010) reportou um pH de 6,25 no filé. O seu valor pode se ver afetado por diferentes variáveis como o transporte dos peixes, o estresse durante a pesca, o método de abate e o estresse antes do mesmo, a manipulação do pescado, sua conservação entre outros (Gonçalves e Tavares, 2017).

Por exemplo, o aumento no tempo do transporte pode diminuir significativamente o pH (Goes et al., 2019) e a realização do processo de depuração pode aumentá-lo (Kuroda, 2019).

2.7 Avaliação sensorial:

A avaliação sensorial é uma ferramenta essencial na análise da qualidade do pescado, ela permite avaliar atributos como aparência, aroma, sabor e textura por meio dos sentidos humanos (AGRICULTURE INSTITUTE, 2023; Cárdenas-Rojas, 2014; Santaella et al., 2012). De acordo com Cárdenas-Rojas (2014) essa avaliação é natural no ser humano, que forma julgamentos imediatos ao experimentar um alimento. As técnicas sensoriais podem ser divididas em três categorias principais: testes discriminativos (detectam diferenças entre amostras), testes descritivos (quantificam e descrevem atributos específicos por meio de avaliadores treinados), e testes afetivos ou hedônicos (medem o grau de aceitação do produto junto ao consumidor final). Dentre essas metodologias, destaca-se a avaliação hedônica, frequentemente realizada com consumidores não treinados utilizando escalas de preferência modificáveis (como a escala hedônica de 9 pontos) para determinar o agrado geral em relação a diferentes características do produto. Essa abordagem é particularmente valiosa no desenvolvimento de novos produtos, na formulação de estratégias de marketing e no controle de qualidade, pois reflete diretamente a percepção do público-alvo e necessariamente o ser humano é o seu instrumento principal devido a que sua sensibilidade detecta variações sutis que as máquinas não captam. Para garantir resultados confiáveis, recomenda-se a realização dos testes sob condições controladas (altos padrões de higiene, segurança e qualidade), com amostras padronizadas e ambientes neutros (AGRICULTURE INSTITUTE, 2023; Cárdenas-Rojas, 2014), assim como sugere-se padronização dos métodos devido a que alguns fatores individuais e ambientais podem influenciar os resultados (Santaella, et al, 2012).

3. As espécies estudadas:

3.1 TAMBAQUÍ (*Colossoma macropomum*):

Esta espécie pertencente ao Phylum: Vertebrata, Classe: Teleostei, Ordem: Characiformes, Familia: Serrasalmidae: Sub-familia: Colossomatinae, Género: *Colossoma*, Espécie: *Colossoma macropomum*, é chamada Tambaquí no Brasil e Cachama negra na Colômbia, é originaria da América do Sul, mais especificamente das bacias Amazônica e Orinoco e é altamente distribuída na América do Sul. Pertence ao clima tropical (22 – 28°C), o seu tamanho máximo chega aos 108cm e 28,5kg, sendo superado apenas pelo Pirarucu (A*arapaima gigas*). O seu hábito alimentar é onívoro (consome principalmente frutas, grãos, insetos, caracóis, plantas em decomposição e zooplâncton), normalmente é uma espécie que anda sozinha. Atinge a sua maturidade sexual por volta dos 3 a 5 anos (Froese & Pauly, 2021; Fondepes, 2018).

É um peixe altamente resistente a doenças, pelo qual é uma boa opção para a aquicultura, tanto para sistemas semi-intensivos, como para sistemas intensivos (Froese & Pauly, 2021; Correa et al., 2018), sendo o peixe nativo mais produzido no Brasil (Correa et al, 2018).

Devido a que o tambaqui é uma espécie pescada e produzida no Brasil, de fato é a espécie nativa de maior produção no país, é rústica, de rápido crescimento, pouco difundida, de alto valor nutricional e a que têm sido encontrados exemplares sem espinhas intramusculares por pesquisadores brasileiros, se faz necessário investigar sobre a qualidade da sua carne com a finalidade de aportar dados importantes para o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético que está sendo trabalhado no Brasil.

3.1.1 Produção da espécie:

O tambaqui é um peixe rústico, o seu hábito alimentar onívoro-filtrador, o seu grande porte, podendo chegar a um ganho de peso de 2-3kg por ano de cultivo. Por tipo de cultivo, na América Latina destacam-se cultivos extensivos, monocultivos semi-intensivos, policultivos e produção em tanques rede, além do mais, tem sido reportadas experiências bem-sucedidas em viveiros, em 5 países da América Latina (Brasil, Venezuela, Colômbia, Panamá e Peru), nos quais têm sido reportadas

densidades de carga desde 1.180 até 10.000 peixes por há. A máxima produção reportada foi de 10.931 Kg/ha/ano. Uma boa média, com densidades de 5.000 e 10.000 peixes/Ha foi reportada, com produção entre 1,7 e 10,9 toneladas/ha/ano (Campos-Baca 2015).

Para o caso específico do Brasil, encontram-se empresas que o produzem em uma lâmina d'água de 400ha, assim como piscicultores familiares em cultivos de fases monofásicas ou bifásicas. A produção é realizada em viveiros escavados e barragens, principalmente, porém, existem novos polos de produção em tanques rede (Pedroza Filho et al., 2016).

Segundo Pedroza Filho et al. (2016) e Barçante & Souza (2015), a conversão alimentícia do tambaqui é maior quando comparada com a tilápia e o custo de produção pode ser mais elevado, devido à falta de rações específicas para a espécie e a adoção e manejo de tecnologias, porém é uma opção para produzir devido a características tanto biológicas como zootécnicas, nas quais se destacam a prolificidade, rusticidade, qualidade da carne, crescimento, adaptabilidade ao cativeiro, rendimento da carne, possibilitando diferentes tipos de cortes e no caso do Brasil.

De acordo com Campos-Baca (2015) é uma das 3 espécies favoritas para o desenvolvimento da aquicultura nos países da América Latina, além da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*); também é a principal espécie nativa produzida no Brasil (Pedroza Filho et al., 2016 e Barçante & Souza, 2015) e a segunda espécie comercial mais produzida no mesmo (De Morais & O'Sullivan, 2017).

Por enquanto, a sua reprodução deve ser induzida, e a seleção, apenas no Brasil é feita de acordo com sua melhor performance produtiva. A maturidade sexual é atingida por volta dos 3-5 anos de idade (Froese and Pauly, 2021; Fondepes, 2018; Campos-Baca, 2015). A indução hormonal é feita principalmente com extratos de hipófise de carpas no Brasil, Peru e Colômbia, além do que neste último, também têm sido utilizados hormônios coletados de tambaquis silvestres. No Peru, além do anterior, tem se utilizado GnRH (Hormona liberadora de Gonadotropina), hormônios homólogos ou análogos e hipófise de Pirarucu (*Arapaima gigas*). No Brasil, também sido utilizadas pituitárias moídas de *Prochilodus ceaerensis* (Campos-Baca, 2015;

FONDEPES, 2018). Enquanto no Brasil os reprodutores são usados por até 12 anos, no Peru, apenas se utilizam por períodos de no máximo 4 anos (Campos-Baca, 2015). Dentre os anos 2016 a 2020, apenas há dados de produção de tambaqui na Amazônia colombiana no ano de 2018, totalizando 3,01 toneladas produzidas, o que equivale a 10% do total de pescado produzido na região. Dentre as espécies provenientes da pesca entre os anos 2015 e 2020 não aparecem dados de pesca de tambaqui especificamente, no entanto, é provável que os dados de produção se encontrem junto com a porcentagem calculada para outras espécies, chegando a atingir do 15 ao 22% do total da pesca no ano de 2018 (SEPEC, 2021). No Brasil, para o ano de 2023 a produção de peixes foi de 655,3 mil toneladas, sendo os peixes redondos os segundos mais produzidos (29,3%) depois da tilápia (67,5%). Por sua vez, a produção de Tambaqui corresponde ao 17,3% da produção total, equivalente a 113,6 mil toneladas (IBGE, 2024a, IBGE, 2024b).

Com relação ao consumo, Pedroza Filho et al. (2016), afirmam que o interesse do consumidor por cortes de pescado mais elaborados tem ido em aumento e o tambaqui é uma ótima opção já que tem uma grande variedade de cortes, por exemplo o filé sem espinhas, costela e lombo sem espinho, banda de tambaqui, dentre outros. Mesmo sendo mais cara a sua produção do que a da tilápia, devido a sua variedade de cortes, pode ser comercializado por um melhor preço de venda, tornando a espécie de grande interesse comercial.

O consumidor busca por facilidades, por isso se faz necessário o desenvolvimento de produtos diferentes, nutritivos e de fácil e rápida preparação, como salsichas, hambúrguer, nuggets, enlatados, dentre outros. Pelo anterior, diversas pesquisas têm sido realizadas, procurando inovar nos produtos, mas também procurando utilizar o pescado na íntegra e não apenas a porção comestível, desenvolvendo também produtos com a porção sobrante não comestível do pescado e assim diminuir a contaminação pelo do pescado. Também, algumas pesquisas utilizando o pescado na merenda escolar têm sido desenvolvidas.

O consumo de tambaqui na Colômbia é muito baixo devido a que sua produção no país é principalmente voltada a atividades de fomento da produção da espécie com pequenos produtores procurando sua segurança alimentar (FAO, 2024).

3.2 PIRAPITINGA (*Piaractus brachypomus*):

Esta espécie pertencente ao Phylum: Vertebrata, Classe: Teleostei, Ordem: Characiformes, Familia: *Serrasalmidae*: Sub-familia: *Colossomatinae*, Género: *Piaractus*, Espécie: *Piaractus brachypomus*, é chamada Pirapitinga no Brasil e Cachama blanca na Colômbia, é originaria da América do Sul, mais especificamente da bacia Amazônica e é altamente distribuída na América do Sul. No Brasil é produzida nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Pertence ao clima tropical (23 – 28°C), o seu tamanho máximo chega aos 88cm e 25kg. O seu hábito alimentar é onívoro (consome principalmente insetos e plantas em decomposição) (Gonzalez-Alarcón, 2019; Embrapa, 2021; Froese & Pauly, 2024) Atinge a sua maturidade sexual por volta dos 3 a 4 anos (Gonzalez-Alarcón, 2019; Froese & Pauly, 2024).

3.2.1 Produção da espécie:

É uma espécie de água doce, originária da bacia do Amazonas, de importância para a aquicultura pelo seu rápido crescimento e carne de ótima qualidade. Se produz em diferentes regiões devido a demanda no mercado do consumo. Nos sistemas de cultivo são utilizados principalmente viveiros escavados com a espécie sozinha ou em policultivos (Mesa-Granda & Botero-Aguirre, 2007; Quintero et al, 2013; FAO, 2024). Segundo Padua, et al. (2020), a pirapitinga também vem sendo muito utilizada para a produção de híbridos junto com o tambaqui, com a finalidade de produzir indivíduos com maior deposição de carne no lombo (filé) e uma região ampla das costelas.

De acordo com Valencia-Pinzón (2019), a pesca e a aquicultura na Colômbia contribuem para a superação da pobreza nas áreas rurais por serem atividades primordiais para a economia local e pela sua contribuição para a geração de emprego, ingressos e aporte à segurança alimentaria.

Por sua vez, a pesca continental é realizada nos rios das bacias hidrográficas do Magdalena, Orinoco e Amazonas, os dois últimos, rios nos quais encontra-se a espécie (Valencia-Pinzón 2019). A maior dificuldade para a comercialização da espécie é devido a presença de espinhas intramusculares no lombo devido aos seus formatos e tamanho pois, são pequenas (Mesa-Granda et al., 2007). No Brasil a produção de pirapitinga a 2023 foi de 1,63 mil toneladas (IBGE, 2024b) e na Colômbia

não está clara a cifra de Pirapitinga, mas se sabe que de 202.9 mil toneladas de pescado produzidas em 2023, as principais espécies produzidas foram: a tilápia do Nilo, Truta, Pirapitinga e camarão (AUNAP, 2024).

No Brasil, a produção de pirapitinga não é tão importante quanto na Colômbia. Ela é produzida principalmente na região amazónica e no Centro-oeste. O seu consumo foca-se principalmente nos Estados em que se produz, porém pode ser encontrada em outras regiões para consumo (FAO, 2024). Por outro lado, na Colômbia esta espécie é mais produzida que o Tambaqui, chegando a ser produzida a escala industrial (FAO, 2024).

3.3 Tambaqui e pirapitinga sem espinhas intramusculares:

A maior dificuldade quanto ao consumo e comercialização das duas espécies se dá pela presença de espinhas intramusculares (EIM) em forma de pino ou não bifurcadas (I), bifurcadas com extremidades desiguais (⊦) e bifurcadas com extremidades equivalentes (Y) na região dorsal y ventral-caudal, atrapalhando o processamento e o consumo dos filés Quintero-Pardo et al (2022) y Barroso (2022).

Com relação ao tambaqui sem espinhas intramusculares, Perazza et al. (2015) apresentaram a primeira descrição de tambaquis deste tipo no Brasil, apoiando-se em imagens de ultrassom e raios-X para a verificação destas. Eles concluíram que uma vez seja descoberto o que afeta geneticamente a produção dos tambaquis sem espinhas intramusculares, podem ser feitos programas de melhoramento genético, visando a produção de peixes com esta característica. Assim mesmo, Quintero-Pardo et al (2022), fizeram o primeiro reporte de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) sem espinhas intramusculares na região sudeste da Colômbia, apoiando-se em imagens de ultrassom, raios-x e tomografia axial computadorizada (TAC) e comparando sua utilidade. Eles concluíram que o ultrassom portátil é uma ferramenta de imagens diagnósticas não invasiva para realização em campo, entanto que os raios-X convencionais, assim como o TAC, são estudos que permitem verificar a presença ou ausência de EIM em condições de laboratório. Assim mesmo, De Oliveira et al (2024) demostraram a utilidade do ultrassom no laboratório para identificação de indivíduos com ou sem EIM nos filés e Lobo et al. (2020) reportaram que o tamanho das espinhas tem uma correlação com os parâmetros morfométricos da espécie.

Nas carpas asiáticas têm sido reportados indivíduos sem espinhas intramusculares e atualmente alguns pesquisadores encontram-se realizando testes de manipulação genética e reprodução procurando diminuir ou até eliminar a totalidade das EIM na espécie. Adicionalmente, está se avançando em tecnologias de genotipagem e sequenciamento procurando identificar os loci genéticos que se relacionam com as EIM e desta forma poder eliminar as espinhas sem prejudicar os animais (Mubango et al., 2022).

4. **Processamento de resíduos:**

Do processamento de resíduos não comestíveis, têm sido desenvolvidos alguns produtos como silagem e composto no Brasil. Este último se mostrou superior ao composto de Bagana de carnaúba, e torna-se uma boa opção para o aproveitamento dos resíduos do pescado (Fogaça, et al., 2018). Na silagem, por sua vez, podem ser aproveitadas as vísceras, no entanto, esta apresentou muito alto teor lipídico e baixo teor de proteínas, sugerindo a separação da gordura e sua utilização como fonte de energia em alimentos para animais (Fogaça, et al., 2018). Esta última pode ser uma opção para adicionar a alimentação animal (da Silva, 2016). Por sua vez, Ribeiro, et al. (2015), obtiveram farinha a partir da silagem ácida do resíduo da filetagem do tambaqui, provando que as farinhas desengorduradas com até 20 dias de estocagem, podem ser utilizadas e consideradas de primeira qualidade por ser ótima fonte lipídica e proteica e se tornando uma boa opção para elaboração de ração animal, como também foi mencionado por Da Silva (2016). Vásquez-Zapata (2015), na Colômbia, realizaram silagem com vísceras de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e chegaram a mesma conclusão de Da Silva (2016), Ribeiro et al. (2015) e Fogaça et al. (2018) a respeito de que a silagem é uma boa fonte energética para elaboração de rações alimentícias para animais, mas também concluíram que é uma boa fonte proteica (19,51% de proteína).

Foram utilizados resíduos como aparas, carcaças, peles e escamas, que são deixadas no meio ambiente sem tratamento. Então, Praia, et al. (2020), os utilizaram para usá-los como matéria prima para fazer brincos, colares e pulseiras, ajudando a melhorar a renda de algumas famílias. Na Colômbia, Pérez-Fajardo (2017), utilizaram escamas e espinhos de pirapitinga e tilápia, procurando uma alternativa para estes

dejetos que são jogados fora tanto em pisciculturas, como em restaurantes e lares de família, chegando à conclusão que podem ser usadas as escamas para solos ácidos.

5. REFERÊNCIAS:

- **AGRICULTURE INSTITUTE.** Sensory evaluation techniques for fish quality. *Fish Processing, Packaging and Value Addition*, 2023. Disponível em: https://agriculture.institute/fish-processing-packaging-value-addition/sensory-evaluation-techniques-fish-quality/. Acesso em: 20 de abril de 2025.

- AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, 2024. Disponível em: https://www.aunap.gov.co/se-fortalece-la-acuicultura-el-ica-y-la-aunap-facilitan-tramites-para-obtener-permisos-y-registros-sanitarios/.Acesso em 23 de março de 2025.

- Barbosa, R.G. Influência de sistemas de cultivo sobre parâmetros de qualidade do Tambaqui (C*olossoma macropomum*). 2020, 73f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Palmas, 2020.

- Barçante, B., de Souza, A., Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira**.** PubVet, Maringá, v. 9, n. 7, p. 287-290, Jul., 2015

- Barroso, A da S. Desenvolvimentos ontogenético de espinhas intermusculares em tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816): remodelagem esquelética e reabsorção. 2022. 1 recurso online: PDF. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Curitiba, 2022. Disponible en: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/79840

- Bombardelli, R.A.; Bencke, B.C.; Sanches, E.A. Processamento da carne do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) cultivado em tanques-rede no reservatório de Itaipu. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 29, n. 4, p. 457-463, 2007.

- Bosworth, B.G., Small, B.C., Gregory, D., Kimb, J., Black, S. and Jerrett, A. Effects of restedharvest using the anesthetic AQUI-S™ on channel catfish, Ictalurus punctatus, physiology and fillet quality. *Aquaculture*, 262: 302-318, 2007.

- Botelho, H. A., Costa, A. C., de Freitas, R. T. F., & Fernandes, Érica M. Análise bromatológica de filé de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Revista De Ciência Veterinária e Saúde Pública, v. 4 n. 2, p. 158-165, 2018. https://doi.org/10.4025/revcivet.v4i2.37022

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA**: pescados e derivados. 2017. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/444593790/decreto-9013-17 Acesso em 10 de novembro de 2024.

- Campos-Baca, L. El Cultivo De La Gamitana En Latinoamérica. 2015. Iquitos-Peru. 50p.

- Cárdenas-Rojas, S. Evaluación sensorial hedónica de pescado. Cádiz: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2014. 13 p. Formato digital (e-book). (Cultivos Marinos y Recursos Pesqueros).

- Cartonilho, M.M.; de Jesus, R.S. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. *Pesq. agropec. bras*., Brasília, v.46, n.4, p.344-350, 2011. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000400002

- Castañeda, D.; Lozano, J.M.; Suárez, H. Microstructural changes and the effect on myofibril proteins in yamu (*Brycon amazonicus*) fish meat during cold storage. *Agronomía Colombiana*, Bogotá, v. 34, n. 3, p. 403–414, set. 2016. DOI: 10.15446/agron.colomb.v34n3.61316

- Chan, S.S.; Roth, B.; Jessen, F.; Jakobsen, A.N.; Lerfall, J. Water Holding Properties of Atlantic Salmon. Compr. *Rev. Food Sci. Food Saf*. 2021, 21, 477–498.

- Cheng, J.-H., Sun, D.-W., Han, Z., & Zeng, X.-A. (2013). Texture and Structure Measurements and Analyses for Evaluation of Fish and Fillet Freshness Quality: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(1), 52–61. doi:10.1111/1541-4337.12043

- CIE, International Commission on Illumination. 1978. Recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms Supplement n. 2. Bureau Central de la CIE Paris France.

- Cirne, L.G.A., da Silva, J.R., de Souza, W.S., Brito, P.F., Feltran, R. de B., Pereira, S.L.A., Gomes, F.E., de Melo, D.R. Características morfométricas e da carcaça de tambaqui abatidos com diferentes pesos. Magistra, Cruz das Almas – BA, v. 30, p. 160–167, 2019.

- Contreras-Guzmán, E.S. *Bioquímica de pescado y derivados*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

- Cossa, M.A.V. Potencial de aplicação de embalagem biodegradável para conservação de pescado congelado. 2020, 81f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2020.

- Da Silva, M.F., Elaboração e caracterização de silagem ácida de resíduos de tambaqui (Colossoma macropomum) 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

- De Castro, D.A. PERDAS DE ÁGUA EM FILÉ DE PESCADO DO PANTANAL. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

- De Jesus, R. Produção de sopa instantânea com resíduos de tambaqui (Colossoma Macropomum). 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacéuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

- De Lima, L. K. F.; Noleto, S. dos S.; dos Santos, V.R.V.; Luiz, D. de B.; Kirschnik, P.G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal. v.12, n.2, p. 223 -222. 2018.

- De Morais, I., O'Sullivan, F., Biologia, habitat e cultivo do tambaqui Colossoma macropomum (CUVIER, 1816). Scientia Amazonia, v. 6, n. 1, 81-93, 2017. ISSN:2238.1910.

- De Oliveira, A. M.; Paz, F.A. do N.; Otavio, S.M.G.V; de Carvalho, L.M.F.; Abreu, J.M. Análise físico-química do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado em um mercado público. In: Andrade, D. F. (Org.). Ciência e Tecnologia dos Alimentos. 2. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2019.

- De Oliveira, C. M., Borges, E. L., Amaral, R. V. A., Cardoso, N. A., & Sousa, R. G. C. Difference in nutritional values between wild and farmed tambaqui in the north region of Brazil. *Food Science and Technology*. In press, 2021. http://dx.doi.org/10.1590/fst.17220

- De Oliveira, AVD., de Oliveira, SL., Filho, JVD., Cavali, JB. (2024). Utilização da ultrassonografia para o diagnóstico reprodutivo e detecção de espinha intramusculares "Y" em Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, v 22(7), 1–19. https://doi.org/10.55905/oelv22n7-265.

- De Paiva S., K.M., Gonçalves, A.A. Aplicação do método do índice de qualidade (MIQ) para o estudo da vida útil de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sem pele, armazenados em gelo. Semina: Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 6, noviembre-diciembre, 2012, pp. 2289-2300 Universidade Estadual de Londrina. Londrina, Brasil.

- Filho, J. V.; Cavali, J.; Nunes, C. T.; Nóbrega, B. A.; Gasparini, L. R. da F.; De Souza, M. L. R.; Porto, M. O.; Rosa, B. L.; Gasparotto, P. H. G.; Pontuschka, R. B. Proximal composition, caloric value and price-nutrients correlation of comercial cuts of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pirarucu (*Arapaima gigas*) in diferente body weight classes (Amazon: Brazil). Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e23510111698, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11698. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11698. Acesso em: 14 jun. 2022.

- Demartini, Brenda Leite Alterações em indicadores de qualidade em filés de tilápia (*oreochromis niloticus*) durante o ‘’shelf life’’. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021. Disponivel em: http://hdl.handle.net/11449/217942.

- Díaz-Ccama, F.A., 2023. 107 f. Tesis (Ingeniero Pesquero) – Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ciencias Biológicas, Arequipa, 2023.

- Espeleta-Maya, A., Bermudez-Gomez, J.D., Tabares-Buelvas, S. VARIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN ESPECIES ÍCTICAS DULCEACUÍCOLAS ALMACENADAS EN CONGELACIÓN. In: VII Congreso Colombiano de Acuicultura. Pasto, Colombia. Anais eletrônicos. 19-21 de octubre de 2016. Disponível em: https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/2935 Acesso em 03 de março de 2025.

- FAO. 2019. Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. La República del Perú. Tomado de: http://www.fao.org/fishery/facp/PER/es en 13 de agosto de 2020.

- FAO. 2019. Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. La República de Colombia. Tomado de: http://www.fao.org/fishery/facp/COL/es em 13 de agosto de 2020.

- FAO. 2024. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma. https://doi.org/10.4060/cd0683es em 23 de março de 2025.

- FAO. 2024. Colombia. Texto de Salazar Ariza, G.. En: Pesca y acuicultura. https://www.fao.org/fishery/es/countrysector/naso_colombia_es em 14 de novembro de 2024.

- Fernandes, T. R. C., da Costa Doria, C. R., & Menezes, J. T. B. (2018). Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. Boletim do Instituto de Pesca, 36(1), 45-52.

- Ferrão, L.L., **Bromatologia**. Rio de Janeiro, 2017.152p. ISBN: 978-85-5548-521-3

- Fogaça, F.H.S, Legat, A.P., Pereira, A.M.L., Legat, J.F.A. Métodos para análise de pescados. Teresina: Embrapa, 2009. 40p.

- Fogaça, F.H.S., Savay-da-Silva, L.K., Prentice-Hernández, C., Teodoro, M.S., de Carvalho, L., Araujo, T.D., Pereira, A., Pedroso, A.L., Cassol, G., Ribeiro, J., Dias, J., Magalhaes, J., de Castro, K., Perfeito, M.L., Mellado, M., de Quadros, C., dos Reis, P., Oliveira, T., Bertoloni, W., da Silva, L. Tecnologias para o

Processamento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*). Agroindústria de Alimentos, 2018. 50 p.

- FONDEPES. 2018. Manual de cultivo de la Gamitana. En ambientes convencionales. Lima-Perú. 95p.

- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2021.FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (06/2024)

- Garcia, A.M.L; Maciel, H.M. Rendimento de tambaqui em diferentes métodos de filetagem. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, e13210413849, 2021

- Goes, S.R.G, E., Goes, M.D., de Castro, P. L., Lara, J. A.L., Vital A. C.P., & Ribeiro, R.P. (2019, octubre 21). Efecto del estrés previo al sacrificio en la calidad de los filetes de tilapia. Global Seafood Alliance. https://www.globalseafood.org/advocate/efecto-del-estres-previo-al-sacrificio-en-la-calidad-de-los-filetes-de-tilapia/ Acesso em 14 de março de 2025.

- Goncalves, A.A. Parte 1. Aspectos Gerais do Pescado p. 2-9. In: **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação.** Rio de Janeiro, 2021. ISBN 978-65-5586-161-7.

- Gonzales, L.I.R. Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y en embutido. 2010. 57 f. Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias) – Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tingo María, 2010.

- Hartman, L., Lago, R.C.A. 1973. Rapid preparation of fatty acids methylesters. Laboratory Practice, London 22(6), 475-476.

- Honikel, K.O., Hamm, R. (1994). Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: Pearson, A.M., Dutson, T.R. (eds) Quality Attributes and their

Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research, vol 9. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2167-9_5.

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal PPM 2023.** Rio de Janeiro. v. 51, p. 1–12, 2024. ISSN 0101-423

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados. Acessado em: 21 de abril de 2025.

- Khule, G.D., Ranvare, A.R., Singh, A., Babu, S.C. Texture profile analysis: a comprehensive insight into food texture evaluation. **Journal Dynamics and Control**, v. 8, n. 9, 2024. ISSN: 1672-6553.

- Leitão, N. J.; Silva, M. D.; Portella, M. C. Crescimento muscular em peixes: influência de fatores externos nas fases iniciais da criação. **Panorama da Aquicultura**, v. 129, 2012.

- Lobo, IKC., Nascimento, AR. do, Yamagishi, MEB., Guiguen, Y., da Silva, GF., Dany, S., da Costa Amaral, A., Reis, VR., & de Almeida, FL. (2020). Transcriptome of tambaqui *Colossoma macropomum* during gonad differentiation: Different molecular signals leading to sex identity. Genomics, 112(3), 2107–2116. https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2019.11.008.

- Machado, N. D. J. B., da Costa, T. V., Fragata, N. P., Pereira, C. V. L., Brasil, R. J. M., Bonatto, E. C. S., de Oliveira, R. P. M. (2020). Análise sensorial de filés de jaraqui. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n.5, p.29364-29376.

- Mancera-Rodríguez, L.P., Desarrollo de un producto tipo paté a partir de pasta de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). 2019. 114f. Tesis de

investigación (Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2019.

- - Mathias-Rettig, K. A., & Ah-Hen, K. B. El color en los alimentos: un criterio de calidad medible. **Agro Sur**, Osorno, v. 42, n. 2, p. 57–66, 2014. DOI: 10.4206/agrosur.2014.v42n2-07

- Menegassi, M., Goncalves, A.A. Anexo 2. Composição Química e Valor Calórico das Principais Espécies de Pescado p. 634-646. In: **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação.** Rio de Janeiro, 2021. ISBN 978-65-5586-161-7.

- Mesa-Granda, M. N; Botero-Aguirre, M. C. La cachama blanca (*Piractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. Revista Colombiana de ciências pecuárias, v. 20, n. 1, p. 79-86, 2007.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021, 30 de junio). Cifras sectoriales. SIOC - Sistema de Información de la Acuicultura. Disponível em: https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf Acessado em 21 de abril de 2025.

- Mubango, E., Tavakoli., S, Liu, Y., Zheng, Y., Huang, X., Benjakul, X., Yuqing, T., Luo, Y., & Hong, H. (2022): Intermuscular Bones in Asian Carps: Health Threats, Solutions, and Future Directions, Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, DOI: 10.1080/23308249.2022.2117980.

- Olafsdóttir, G.; Dóttir, E.M.; Oehlenschläger, P., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I.M., Henehan, G., Nielsen, J., Nielnsen, H. Methods to determine the freshness of fish in research and industry. Proceedings of the Final Meeting of the Concerted Action “Evaluation of Fish Freshness”. Nantes, International Institute of Refrigeration. *Trends in Food Science & Technology*. v 8., p. 287-296, 1997.

- Oliveira De Souza, L.; Costa Dias, K.; Pretto, A.; Taffarel Bergamin, G.; De Araujo Pedron, F.; Aline Veiverberg, C. Efeito do tipo de embalagem sobre a qualidade bioquímica e composição centesimal de peixes do Rio Uruguai. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 13, n. 3, 16 nov. 2021.

- Padua, J.G.; Albuquerque, M. do S.M.; Mello, S.C.M.de. Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: conservação e uso. 164p. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF, 2020. ISSN 0102-0110.

- Pedroza Filho, M.X., Rodrigues, A.P., Rezende, F. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E), 2016.

- Pedroza Filho, M.X., Flores, R. M., Ianella, P., Castilho-Barros, L., De Oliveira, E.J., Caetano, A. Tambaqui Benefícios econômicos com a adoção do Tambaplus Parentesco. Comunicado técnico 04 EMBRAPA. Palmas, TO, 2020. ISSN 2674-6573.

- PEIXE BR. Anuário Brasileiro da Piscicultura. Peixe BR 2025. Associação Brasileira de Piscicultura, 2025. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/anuario-2025/ . Acesso em: 24 de março de 2025.

- Perazza, C.A., Menezes, J. Ferraz, J., Pinaffi, F.L.V., Silva, L.A., Hilsdorf, A.W.S. Lack of intermuscular bones in specimens of *Colossoma macropomum*: An unusual phenotype to be incorporated into genetic improvement programs. Aquaculture, 472 (2017), pp. 57-60.

- Pérez-Fajardo, E.J., Arboleda-Zapata, Y.A., Hurtado-Nery, H.,L. Uso de escamas y huesos de cachama blanca (Piaractus brachypomus) y tilapia (*Oreochromis spp*) como correctivo del suelo. Rev Sist Prod Agroecol. V. 8. n. 2, out 2017.

- Pinheiro, M.D.N., Lopes, E.M., Barros, F.A.L., Sousa, N.C., Cordeiro, C.A.M. Elaboração e análise sensorial de produto tipo ‘’snack’’a base de surimi de pescado do Mercado de Peixe de Bragança, Estado do Pará. In: Cordeiro, C.A.M., Sampaio, D.D., Fonteles, F.C.A. Engenharia De Pesca: Aspectos Teóricos E Práticos. 1 Ed. Científica, 2021. P. 167-174. Disponível em: https://www.editoracientifica.org/books/isbn/978-65-89826-24-8. Acesso em: 14 de junho de 2022. doi: 10.37885/978-65-89826-24-8

- Praia, M., Silva, O., Oliveira, L., de Quadros, M.L., de Freitas, L., da Silva, F.N. Mercado de Breves, Marajó, Pará: perfil socioeconômico, ambiental e aproveitamento de resíduos de tambaqui para biojoias. Pubvet. v.14, n.1, a493, p.1-12, Jan., 2020. https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n1a493.1-12

- Quintero-Pardo, A.M.C., Meneses-Martinez, H.O., David-Valle, J.J., Quintero-Pinto, L.G., Martínez-González, D. Identificação de indivíduos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) sem espinhas intramusculares (SEIM) na região sudeste da Colômbia. In: World Aquaculture 2021. 2022. Mérida, Yucatán. Anais eletrônicos. Annual Global meeting of the World Aquaculture Society. 24 a 27 de maio de 2022. Disponível em: https://wasblobstorage.blob.core.windows.net/meeting-abstracts/WA2021AbstractsBook.pdf Acesso em: 14 de junho de 2022.

- Quispe-Cacho, J., Julca-Criollo, L., Córdova Wang, P., Huaraca Zecenarro, B., Gómez Moncada, H., Oré Sánchez, T. Anuario estadístico Pesquero y Acuícola 2019. Ministerio de la Producción. 2020, Perú. 180p.

- Ribeiro, I., Ribeiro, S. C., de Castro, J.S., Medeieros, G.K.C., Obtenção e caracterização da farinha a partir de silagem ácida do resíduo da filetagem do tambaqui cultivado. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer. v.11 n.22; p. 2304. Dez., 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_201

- Rotabakk B.T, Melberg G.L, Lerfall J. Effect of Season, Location, Filleting Regime and Storage on Water-Holding Properties of Farmed Atlantic Salmon (Salmo salar L.). Food Technol Biotechnol. 2018 Jun;56(2):238-246. doi: 10.17113/ftb.56.02.18.5346.

- Rodrigues, T.P., Da Silva, T.J.P., de Carvalho, E.C.Q., de Freitas, M.Q., Paulino, F.O. Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de eqüinos e maciez da carne. Ciência Rural [online]. 2004, v. 34, n. 4 [Acessado 21 Junho 2022], pp. 1225-1230. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000400040>. Epub 30 Ago 2004. ISSN 1678-4596. https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000400040.

- Sales, R. de O.; Maia, E.L. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui, *Colossoma macropomum*. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 31-44, jul-dez, 2013.

- SANTAELLA, M.; MARTÍNEZ GRACIÁ, C.; PERIAGO, M. J.; SANTAELLA, J. Evaluación sensorial de diferentes presentaciones comerciales de dorada (*Sparus aurata L.)* de acuicultura. *Anales de Veterinaria de Murcia*, Murcia, v. 28, p. 85–96, 2012.

- Santos, E. C. B. S.; Métodos de Abate e Qualidade da Tilápia do Nilo. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, CAUNESP. P.97. São Paulo, 2013.

- SEPEC (Servicio Estadístico Pesquero Colombiano), disponível em: http://sepec.aunap.gov.co/ Acessado em 14 de agosto de 2023.

- Silva, F.V.; Sarmento, N.L.A.F.; Vieira, J.S.; Tessitore, A.J.A.; Oliveira, L.L.S.; Saraiva, E.P. Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nilo em diferentes faixas de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia,* v. 38, n. 8, p. 1407-1412, 2009.

- Silva S.M., Ramirez J.R.B., Silva S.M., Filho, J.V.D., Marmentini, R.P., Schons, S. de V., Cavali, J. Quality assessment of amazonian fish from fish farming stored on ice. *Acta Veterinaria Brasilica*. v. 6, n. 2, p. 134–140, 2022.

- Skjervold, P.O., Fjaera, S.O., Ostby, P.B. and Einen, O. 2001. Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic salmon, Salmo salar. Aquaculture, 192: 265-280.

- Thomas, P.M., Pankhurst, N.W. and Bremner, H.A. 1999. The effect of stress and exercise on post-mortem biochemistry of Atlantic salmon and rainbow trout. J Fish Biol, 5: 1177-1196.

- - Valls J. E., Xiques A. T., Escalona A. Evaluación física y química de filetes de lebranche (Mugil liza) en almacenamiento congelado a -18°C. Revista Científica XVIII, n. 3, p. 329-338, 2008. Redalyc, Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918314 Acessado em 25 de agosto de 2024.

- Vásquez-Zuluaga, S.A., estudio del proceso de ensilaje de vísceras de cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) utilizando el método químico y el Biológico con melaza y suero lácteo como sustrato. 2015. 101f. Tesis de investigación (Maestría en Ingeniería). Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2015.

- Vieira M.V.N., Candida M.; Teixeira Godoy, Helena; Aldrigue, Mauro Luiz. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*) *Ciência e Tecnologia de Alimentos,* vol. 25, núm. 3, julio-septiembre, 2005, pp. 430-436 Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas, Brasil.

- Vyncke, W. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (Scomber scombrus L.) Fette Seifen Anstrich,77: 239-240, 1975.

- Wang, J., Zhang, H., Xie, J., Yu, W. y Sun, Y. (2022). Effects of Frozen Storage Temperature on Water-Holding Capacity and Physicochemical Properties of Muscles in Different Parts of Bluefin Tuna. *Foods*, v. 11 n. 15, 2315. 2022. https://doi.org/10.3390/foods11152315

- Ximenes, L. Produção de pescado no Brasil e no nordeste brasileiro. Caderno Setorial ETENE. Ano 5, Nº 150, Janeiro 2021. 16pp.

- Zamorano J, Gambaruto M. Contribution to improving the meat water holding capacity test by the filter paper press method. A comparison of three methods for measuring areas. Meat Sci. 1997 May;46(1):129-37. doi: 10.1016/s0309-1740(97)00011-9. PMID: 22061851.

CAPÍTULO 2

Composição físico-química e atributos sensoriais da Pirapitinga com e sem espinhas intramusculares e Tambaqui com espinhas [1] Este capítulo corresponde ao artigo científico publicado na revista Observatório De La Economía Latinoamericana *23*(9), e11442, 2025.

Physical-chemical composition and sensory attributes of Pirapitinga with and without intermuscular bones and Tambaqui with bones

Composición fisicoquímica y atributos sensoriales de Cachama blanca con y sin espinas intramusculares y Cachama negra con espinas

Ana María Carolina Quintero Pardo
Doutoranda em Ciência Animal
Instituição: Universidade Estadual Paulista
Endereço: Jaboticabal, São Paulo, Brasil
E-mail: ana.pardo@unesp.br

Manuel Fernando Ariza Botero
Doutor em Biotecnologia
Instituição: Universidad Nacional de Colombia
Endereço: Bogotá, Colômbia
E-mail: mfarizab@unal.edu.co

Luis Gabriel Quintero Pinto
Doutor em Zootecnia
Instituição: Universidad Nacional de Colombia
Endereço: Bogotá, Colômbia
E-mail: lgquinterop@unal.edu.co

Carolina Toledo Santos
Doutora em Zootecnia
Instituição: Universidade Estadual Paulista
Endereço: Jaboticabal, São Paulo, Brasil
E-mail: caroltsantos@gmail.com

Luis Artur Loyola Chardulo
Doutor em Zootecnia
Instituição: Universidade Estadual Paulista
Endereço: Jaboticabal, São Paulo, Brasil
E-mail: luis.artur@unesp.br

RESUMO
O presente estudo caracterizou filés e costelas de três grupos de peixes de importância comercial: Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) convencional e Pirapitinga sem espinhas intramusculares (SEIM), espécies de importância comercial para o Brasil e a Colômbia. Para isto, foram analisados 50 filés e 50 costelas, obtidos em pisciculturas do sudeste colombiano. Realizou se mensuração de rendimento de cortes e resíduos, composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídio e matéria mineral), textura (força de compressão e cisalhamento), cor (L*, a*, b*), pH, capacidade de retenção de água (CRA) e avaliação sensorial hedônica com painel de 50 provadores não treinados. Tanto o tambaqui quanto as duas variantes de pirapitinga demonstraram qualidade nutricional e físico-química compatível com peixes "redondos" da Amazônia. Por sua vez, a avaliação sensorial apresentou aceitação elevada e intenção de compra significativa. Foi aplicada estatística descritiva a todas as variáveis por espécie, calculando se médias e desvios padrão e apresentando se os resultados em tabelas e gráficos. A variante Pirapitinga SEIM, ao não apresentar espinhas intramusculares, oferece valor agregado e amplia o potencial de mercado. Esses achados suportam a viabilidade da produção e consumo dessas espécies, sugerindo ainda estudos adicionais em genética, manejo e aproveitamento de subprodutos para fortalecer a sustentabilidade da cadeia produtiva.
Palavras-chave: Aquicultura, Peixes nativos, Peixes sem espinhas, Qualidade do pescado, Cachamas.

ABSTRACT
The present study characterized fillets and ribs from three commercially important fish groups: Tambaqui (*Colossoma macropomum*), conventional Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), and Pirapitinga without intramuscular bones (SEIM), species of commercial significance in Brazil and Colombia. Fifty fillets and fifty ribs were collected from aquaculture farms in southeastern Colombia. Yield of cuts and by products, proximate composition (moisture, crude protein, lipid, and ash), texture (compression and shear force), color (L*, a*, b*), pH, water holding capacity (WHC), and hedonic sensory acceptance (50 untrained panelists) were measured. Both Tambaqui and the two Pirapitinga variants exhibited nutritional and physicochemical qualities comparable to Amazonian "round" fish. Sensory evaluation revealed high acceptance and significant purchase intent. Descriptive statistics (means and standard deviations) were calculated for all variables by species and presented in tables and graphs. The SEIM Pirapitinga variant, lacking intramuscular bones, provides added value and expanded market potential. These findings support the feasibility of production and consumption of these species and highlight the need for further research on genetics, husbandry, and by product utilization to enhance sustainability across the production chain.
Keywords: Aquaculture, Native fish, Boneless fish, Fish quality, Cachamas.

RESUMEN
El presente estudio caracterizó filetes y costillas de tres grupos de peces de importancia comercial: Cachama negra (*Colossoma macropomum*), Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) convencional y Cachama blanca sin espinas intramusculares (SEIM), especies de interés comercial para Brasil y Colombia. Para esto, se analizaron 50 filetes y 50 costillas, obtenidos en pisciculturas del sudeste colombiano. Se realizó cálculo del rendimento de los cortes y resíduos, composición centesimal (humedad, proteína bruta, lipidos y matéria mineral), textura (fuerza de compresión y fuerza de corte), color (L*, a*, b*), pH, Capacidad

de retención de agua (CRA) y análisis sensorial hedónico con panel de degustación conformado por 50 jueces no entrenados. Tanto la Cachama negra como las dos variables de la Cachama blanca demostraron calidad nutricional y fisicoquímica compatible con peces “redondos”de la Amazonía. Adicionalmente, el análisis sensorial presentó elevada aceptación e intención de compra significativa. Se aplico estadística descriptiva a todas las variables por espécie, siendo calculados los promedios, desviación estândar y los resultados se presentan en tablas y gráficos. La variante Cachama blanca SEIM, presenta un valor agregado y amplia el potencial de mercado al presentar ausencia de espinas intramusculares. Los resultados obtenidos soportan la viabilidade de producción y consumo de estas espécies, sugiriendo estudios adicionales en genética, manejo y aprovechamiento de subproductos para fortalecer la sostenibilidad de la cadena productiva.
Palabras clave: Aquicultura, Peces nativos, Peces sin espinas, Calidad del pescado, Cachamas

1 INTRODUÇÃO

A produção e consumo de pescado no mundo inteiro têm aumentado ano após ano. Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR, 2025), em 2024, a produção de peixes de cultivo no Brasil, atingiu 968.745 toneladas, sendo a espécie mais produzida a Tilápia (68,4%), seguida por peixes nativos (26,7%) e outras espécies (4,9%). De outra parte, na Colômbia a produção de pescado proveniente da aquicultura atingiu 202.956 toneladas em 2023, sendo as principais espécies produzidas a tilápia do Nilo, Truta, Pirapitinga e camarão (AUNAP, 2024).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie de grande interesse comercial para o Brasil, porém, o seu consumo se vê limitado pela presença de espinhas intramusculares em forma de Y no filé. No entanto, foi encontrada uma variedade de tambaqui sem espinhas intramusculares no Brasil e geneticamente tem sido estudada na Universidade de Mogi das Cruzes (Perazza et al, 2017). Os exemplares são avaliados para confirmar a ausência destas espinhas utilizando imagens de ultrassom e raios-X. De Oliveira et al (2024) realizaram uma pesquisa demostrando a utilidade do uso de ultrassom na identificação de espinhas intramusculares no filé de tambaqui e Lobo et al (2020) demostraram que há uma correlação entre o tamanho destas espinhas e as medidas morfométricas da espécie.

A pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), espécie de grande interesse comercial para a Colômbia, no entanto o seu consumo é um pouco limitado devido a presença de espinhas intramusculares, assim como no tambaqui em forma de Y no filé. Porém, foi reportado por Quintero-Pardo et al (2022) a presença de indivíduos de pirapitinga sem espinhas intramusculares na região sudeste da Colômbia, apoiando-se em imagens de ultrassom, raios-x e tomografia axial computadorizada (Figura 1A; Apêndice A, Figura 1B; Apêndice B e Figura

1 C; Apêndice C). Adicionalmente, Quintero-Pardo et al (2023, 2025) demostraram que a partir das 15g de peso de um indivíduo é possível identificar a ausência de espinhas intramusculares em pirapitingas utilizando o ultrassom e com o uso de raios-x é possível a partir das 50g de peso.

Adicionalmente, é necessário realizar análises da composição e qualidade da carne de espécies nativas devido a que não se encontra muito material científico disponível sobre o tema. Mais necessário ainda se faz a realização de análises da qualidade da carne da espécie mencionada e suas variáveis encontradas sem espinhas devido à ausência de publicações científicas demonstrando as características e vantagens da produção e consumo de pirapitinga e tambaqui sem espinhas.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os filés e costelas de Pirapitingas com e sem espinhas intramusculares e Tambaquis, ambas espécies de grande importância para a Colômbia e o Brasil.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS:

Foram adquiridos e utilizados no total 50 peixes, onde foram utilizados 50 filés e 50 costelas de exemplares de tambaqui e pirapitinga para a realização de análises de composição e qualidade da carne de ambos os cortes e 50 filés e 50 costelas para avaliação sensorial.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

Foram utilizados 20 filés e 20 costelas de exemplares de tambaqui com espinhas e 30 filés e 30 costelas de pirapitinga sendo 10 filés e 10 costelas sem espinhas intramusculares e 20 filés e 20 costelas com espinhas, obtidos em pisciculturas localizadas na região sudeste da Colômbia.

2.3 MÉTODOS EMPREGADOS DURANTE OS EXPERIMENTOS:

Os peixes previamente abatidos foram obtidos nas piscícolas La Primavera, Los Balcones e Santa Rosita localizadas na região sudeste da Colômbia, mais especificamente nos Departamentos de Putumayo e Meta e transportados até a Faculdade Medicina Veterinaria y de Zootecnia da Universidad Nacional de Colômbia, campus de Bogotá, refrigerados e imediatamente utilizados para a realização das análises descritas a seguir (Apêndice E. Infográfico Metodologia). As análises foram realizadas de acordo com os métodos utilizados no Instituo de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) e nos Laboratórios de Nutrición Animal, de Ictioligía y Peces Ornamentales e de Morfofisiologia da mesma Faculdade e Universidade citadas. Os métodos se descrevem a seguir:

a) Obtenção dos cortes do filé e costelas e do rendimento (Figura 1D; Apêndice D):

No ICTA se realizaram a toma do peso e medidas dos indivíduos (Peso total (PT), Comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), Altura (Alt)), a filetagem e peso dos filés sem pele, separação das costelas e registro do seu peso sem pele, separação e pesagem das cabeças e dos resíduos (pele com escamas, carcaça, nadadeiras). Posteriormente se realizaram os cálculos de rendimento dos cortes, cabeça e resíduos. Para medição foi utilizado um Ictiómetro e o auxílio de uma fita métrica e para pesagem se utilizou uma balança com capacidade para pesagem até 5kg (De Lima et al., 2018). Para determinar o rendimento dos cortes e resíduos do pescado foi utilizada a equação a seguir:

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{(\text{Peso do corte x } 100)}{\text{Peso total}}$$

b) Composição centesimal do pescado:

Para se avaliar a composição centesimal foram utilizados filés das duas espécies, sendo a pirapitinga com e sem espinhas intramusculares. Amostras de 50 gramas deles foram previamente liofolizadas e congeladas em potes plásticos e para a realização das análises foram retirados do congelador e deixados para descongelar. Cada amostra estava embalada e identificada. Determinou-se a Umidade (U), Proteína (P), Extrato etéreo (EE) e Matéria Mineral (MM) dos filés de 50 peixes (20 de tambaqui, 20 de pirapitinga com EIM e 10 de pirapitinga sem EIM) no Laboratório de Nutrición Animal da Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia da Universidad Nacional de Colombia, câmpus de Bogotá de acordo com a metodologia do AOAC (2019).

c) Textura: Força de cisalhamento e de compressão:

Análises de textura podem incluir a força de compressão, que indica a resistência inicial à deformação, e a força de cisalhamento, que expressa a resistência ao corte das fibras musculares, ambas medidas em Newtons (N) ou outras unidades de força como quilograma-força (VALLS et al., 2008; KHULE et al., 2024). Foram retiradas três porções de cada amostra cozida de aproximadamente 1 cm^3; elas foram cisalhadas utilizando texturômetro, com lâmina Warner Bratzler, aplicado de forma transversalmente às fibras para a obtenção da força de corte da carne em quilograma-força (Kgf). Também foi avaliada a resistência a deformação a través da medição da força de compressão utilizando disco circular circular plano de forma paralela a porção do filé, sendo calculada em quilograma-força(kgf).

d) pH:

O pH e temperatura da carne foram avaliados para definir a qualidade final dos filés, utilizando-se um medidor portátil Hanna modelo HI-99163, com a calibração realizada segundo o fabricante (solução pH 4 e pH 7), a análise se realizou diretamente na amostra. O pH intramuscular foi determinado em profundidade. O pH intramuscular e a temperatura foram avaliados triplicata antes da realização dos demais testes e 24 horas após o abate dos peixes (Souza et al. 2020).

e) Cor:

A avaliação da cor dos filés e das costelas foi realizada utilizando o colorímetro portátil FRU Modelo WR-100C, com iluminante D65 e ângulo de visão de 10° para a leitura dos parâmetros L*, a* e b* (onde o parâmetro L* representa a luminosidade (preto/branco) e os parâmetros a* e b* representam o teor de vermelho (verde/vermelho) e a teor de amarelo (azul/amarelo), respectivamente) conforme especificações do órgão Comission Internacionale d'le Eclaire (CIE, 1978), na porção direita do filé 24h após a armazenagem. Realizaram-se três determinações de cada parâmetro ao longo dos filés.

f) Capacidade de retenção de água (CRA):

Foi calculada conforme a metodologia proposta por Hamm (1960) modificada para o qual foi tomada uma porção de filé de cada um dos peixes e foi moída por meio de processador de alimentos eletrônico. Utilizou-se uma amostra de aproximadamente 300mg de cada um dos peixes em um molde sobre um papel Walkman número 5. Esta amostra foi prensada entre dois vidros sob uma carga de 5 kg por 5 minutos, sendo determinada a CRA a partir da diferença de pesos (inicial e final), expressa em porcentagem:

CRA (%)=((V0-V exudado)÷V0)x100

Onde:

V_0 = agua inicial

V exudado = (peso final del filtro con exudado) − (peso inicial del filtro).

g) Avaliação sensorial hedônica:

Para a análise sensorial de aceitação, foi aplicado um questionário baseado na escala hedônica de avaliação sensorial de pescado proposta por Cardenas-Rojas (2014), com modificações que incluíram as espécies de maior consumo na Colômbia. O instrumento contemplou uma caracterização prévia dos juízes quanto ao sexo, idade, profissão e hábito de consumo de pescado. Em seguida, foi utilizada uma escala hedônica estruturada para registrar

a aceitabilidade dos produtos em relação aos atributos de aparência, aroma, cor, sabor, suculência, textura, presença de gordura, persistência do sabor e impressão global.

A pontuação variou conforme o atributo avaliado. Para a presença de gordura e persistência do sabor, foi utilizada uma escala de 0 a 4, em que 0 correspondia a “pouco”, 2 a “muito” e 4 a “adequado”. Para suculência, sabor, textura e aroma, a escala foi de 0 a 4, sendo 0 equivalente a “desgostei muito” e 4 a “gostei muito”. Os avaliadores também registraram uma pontuação global, com opções entre “desgostei muito” e “gostei muito”, além de observações sobre os aspectos que agradaram ou não no pescado, se consideraram o produto agradável e se o comprariam. Participaram da análise 50 provadores não treinados, de ambos os sexos, com idades entre 21 e 91 anos, sendo 20 provadores para cada uma das espécies com espinhas e 10 para a espécie sem espinhas. As amostras, com aproximadamente 20g e sem adição de temperos, foram submetidas à cocção em grill até atingirem uma temperatura interna de 72 °C. Todas as amostras foram codificadas de forma aleatória, sendo os testes realizados por espécie, sem a avaliação simultânea de pirapitinga com tambaqui ou com pirapitinga SEIM no mesmo dia. As amostras foram servidas acompanhadas de copo descartável contendo água mineral, além de um copo adicional vazio destinado à limpeza do palato.

Devido a que foram feitas análises qualitativas para descrição das variáveis analisadas por espécie, realizou-se estatística descritiva para cada uma delas e todas as variáveis mensuradas, conforme apresentado nos dados e gráficos de resultados. Foram calculadas médias e desvios-padrão para cada uma delas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão de cada variável serão apresentados por espécie com suas respectivas médias e desvio padrão.

3.1 PIRAPITINGA:

a) Medidas e Rendimento dos cortes:

A pirapitinga do presente trabalho teve peso aproximado de 2,58Kg, comprimento total de 46,7cm e comprimento padrão de 38,92cm. O peso dos filés foi de 546,65±89,25g, das costelas 541,3±86,61g, da cabeça 396,25±58,93g e dos resíduos 359,75±45,23g. O rendimento calculado dos cortes e resíduos foi: 21,15±1,97% para o filé, 20,9±1,54% para as costelas, 15,4±1,84% para a cabeça e para os resíduos incluindo pele, vísceras, espinhas e outros descartes foi 39,9±2,82%. O rendimento dos filés foi inferior ao reportado para a mesma espécie por Mancera (2024): 46 e 50%. Adicionalmente, também foi inferior ao rendimento reportado

para o híbrido Tambacu (Tambaqui x Pacu) de até 1,6kg por Barros et al. (2019) de 31,12%, de 48,7% para Tambaquis de mais de 2kg (De Lima et al., 2018) e de 36,61% para Tambaquis com peso 2,6 kg (semelhantes as pirapitingas desta pesquisa) por Garcia & Maciel (2021). Os resíduos foram mais baixos que os apresentados por Mancera (2024) para a mesma espécie. Assim mesmo, com relação ao rendimento da cabeça, os valores aqui reportados concordam com os encontrados por Barros et al., (2019): A discordância nos valores, principalmente nos filés pode ter sido poque o corte para os demais autores foi tomado considerando uma porção maior e diferente da que aqui foi considerada como filé. Para os residuos, os resultados obtidos por Garcia & Maciel (2021) concordam com o do presente trabalho pois foram obtidos por meio da filetagem realizada com o peixe inteiro e eviscerado, como feito nesta pesquisa, gerando maior quantidade de subprodutos sem comprometer o rendimento de filé, podendo ser aproveitados para realização de subprodutos como a compostagem ou silagem.

b) Composição centesimal:

Umidade: A umidade média foi 75,0±2,98%, valor próximo aos relatados para Tambaqui: 68,0–79,93% (Sales & Maia, 2013; Cartonilho & de Jesus, 2011; De Lima et al., 2018; Filho et al., 2021 e Oliveira et al., 2021), indicando alto teor de água, característica do pescado freco.

Proteína: O teor de proteína na Pirapitinga foi de 18,24±1,07%, próximo do valor reportado para a mesma espécie por outros autores (Alzate-Díaz et al., 2020; Menegassi & Gonçalves, 2021; Mancera, 2024), confirmando que o valor encontrado no presente trabalho está entre os 15-20% ideais para ser comparável com o teor de proteína do ovo, carne e leite, garantindo um bom equilíbrio de aminoácidos essenciais (Gonçalvez e Passos, 2003).

Lipídios: a Pirapitinga apresentou 5,62±3,66% de lipídios, enquadrando-se como semigorda (Contreras Guzmán, 1994), valor próximo ao relatado para a espécie: 4,15% (Mancera, 2024), característica importante para sabor e suculência sem excesso de gordura.

Matéria mineral: O resultado obtido para matéria mineral: 0,92%±0,13 difere do encontrado para a mesma espécie (Alzate-Díaz et al., 2020; Menegassi & Gonçalves, 2021), porém se aproxima dos valores para outros peixes redondos (Tambaquis) de pesos semelhantes (De Lima et al., 2018; Filho et al., 2021), indicando quantidade adequada de matéria mineral associada ao perfil nutricional esperado na espécie.

c) Textura:

A força de compressão (dureza) observada neste estudo: 1,18±0,38kgf, foi superior aos valores reportados por Suemitsu & Cristianini (2020) para Garoupas frescas.

A força de cisalhamento encontrada neste estudo: 1,33±0,54kgf, foi superior à reportada para Tilápias (Demartini, 2021; Pinheiro, 2019). Ambos resultados indicam que a espécie apresenta textura macia, característica desejável em pescados brancos e associada a boa aceitação sensorial e potencial valorização comercial.

d) Cor:

Os valores de L*, a* e b* obtidos para a pirapitinga no filé: L= 47,10±4,47, a= 1,80±2,19, b=3,31±1,77 e na costela: L= 49,15±6,29, a= 1,84±1,81 e b= 2,96±1,60, A Luminosidade este próxima dos valores encontrados por Valls et al. (2008) Adicionalmente, os valores de a e b estiveram próximos dos reportados por Demartini (2021) A cor da pirapitinga apresentou luminosidade e teor de vermelho e amarelo compatíveis com o reportado para pescado fresco.

e) Capacidade de retenção de água (CRA):

Os resultados para CRA em Pirapitinga: 81,35±8,19, se aproximaram dos resultados encontrados por Demartini (2021) para filés de tilápia frescos, indicando boa textura, suculência e rendimento durante o processamento e o preparo.

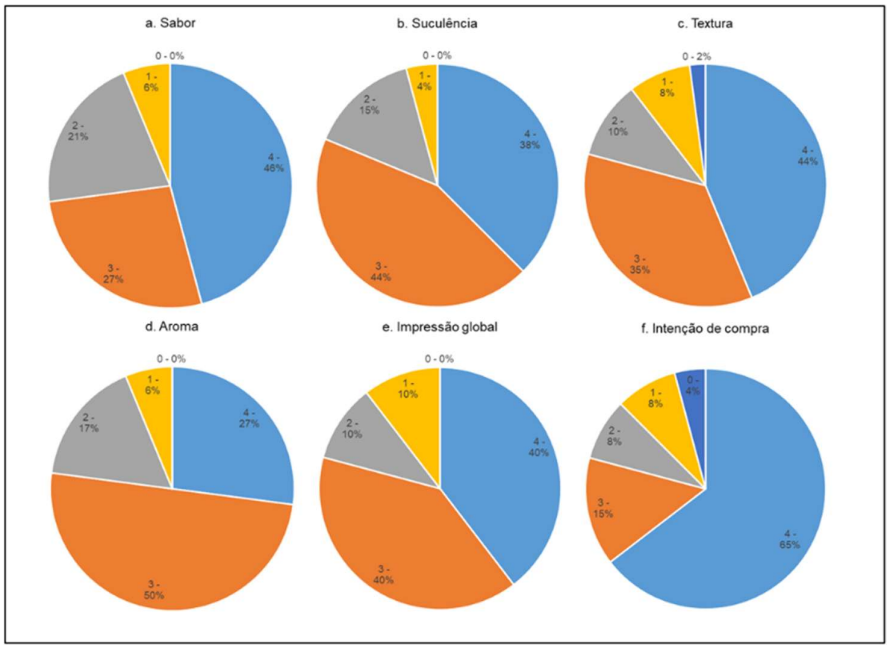
f) pH:

O pH de 6,5±0,07 obtido nas costelas da pirapitinga difere do valor encontrado por Cartonilho & De Jesus para Tambaqui. Por sua vez, os resultados obtidos para pH no Filé 6,5±0,10 concordam com os resultados descritos para pirapitinga no trabalho realizado por Gonzalez (2010) e Silva et al., (2022). O pH obtido encontra-se dentro do limite legal brasileiro: pH < 7,0 (Brasil, 2017).

g) Avaliação sensorial:

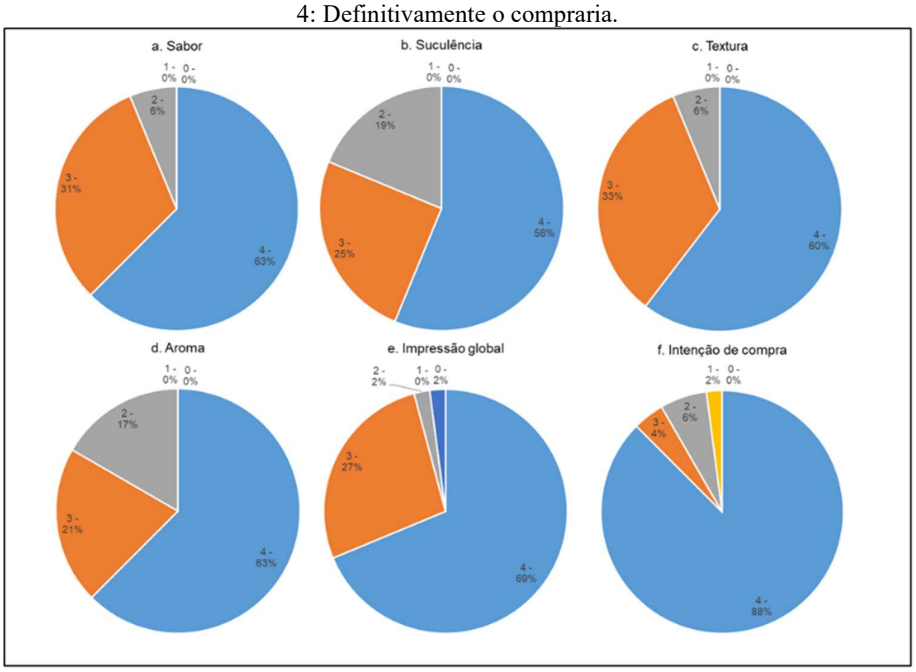
As respostas dadas na avaliação sensorial da Pirapitinga encontram-se apresentadas nas figuras 1 e 2.

Figura 1. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação dos filés de Pirapitinga. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 2. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação das costelas de Pirapitinga. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.



Fonte: Elaborado pelos autores

Os cortes de *P. brachypomus* (filés e costelas) apresentaram alta aceitação sensorial (73–82% para filés e 81–99% para costelas) e elevada intenção de compra (65% e 92%, respectivamente), resultados semelhantes aos encontrados por Bermúdez-Medranda (2021)

para *Dormitador latinfrons*, indicando um grau de aceitação e satisfação muito alto, o que reforça o potencial desta espécie como uma boa opção para comercialização nos cortes ofertados.

3.2 PIRAPITINGA SEM ESPINHAS INTRAMUSCULARES (SEIM):

a) Rendimento dos cortes:

A pirapitinga sem espinhas intramusculares (SEIM) teve um peso aproximado de 1,01kg, comprimento total de 35,79cm e comprimento padrão de 30,03cm. O peso dos filés foi de 237±44,05g, das costelas 149,1±33,98g, da cabeça 159,7±34,79g e dos resíduos 273±59,5g. O rendimento calculado dos cortes e resíduos foi: 23,67±2,29% para o filé, 14,9±2,87% para as costelas, 15,91±1,96% para a cabeça e para os resíduos incluindo pele, vísceras, espinhas e outros descartes foi 45,08±3,04%. O rendimento e a proporção de resíduos obtidos neste estudo diferiram de valores reportados na literatura para *P. brachypomus* (Mancera, 2024). O rendimento da cabeça foi semelhante ao reportado para outros peixes redondos como Tambaqui e Tambacu (Barros et al., 2019; Garcia & Maciel, 2021). Adicionalmente, os resíduos aqui obtidos foram muito próximos aos obtidos por Garcia & Maciel (2021) para Tambaqui, obtidos a partir da filetagem realizada com o peixe inteiro e eviscerado, conforme também adotado nesta pesquisa.

b) Composição centesimal:

O teor de umidade obtido: 75,25 ± 3,29%, foi semelhante ao reportado para outros peixes redondos como Pacu, Tambaqui e Tambacu (Alzate-Díaz et al., 2020; Menegassi & Gonçalves, 2021Filho et al., 2021; Oliveira et al., 2021 e Barros et al., 2019). Esse valor reflete o elevado teor de água característico de pescado fresco, em conformidade com a composição típica de peixes de carne branca, evidenciando adequado estado de conservação e qualidade físico-química.

O teor de proteína encontrado para a Pirapitinga SEIM foi de 17,85 ± 0,32%, valor próximo aos reportados para a espécie por alguns autores (Alzate-Díaz et al., 2020; Menegassi & Gonçalves, 2021; Mancera, 2024). Os achados confirmam que a espécie apresenta teor proteico entre 15 e 20%, comparável a ovos, carne e leite, garantindo bom equilíbrio de aminoácidos essenciais (Gonçalves & Passos, 2003).

A pirapitinga apresentou teor de gordura de 1,90±0,32%, caracterizando-a como pescado magro (Contreras-Guzmán, 1994). O valor aproxima-se dos observados para a mesma espécie

por Alzate-Díaz et al. (2020) e Menegassi & Gonçalves (2021), classificando-o como saudável pelo seu baixo teor de gordura.

O teor de matéria mineral obtido 0,83±0,05%, foi inferior ao reportado para Pirapitinga: 1,2% (Alzate-Díaz et al., 2020; Menegassi & Gonçalves, 2021), possivelmente devido à ausência de espinhas intramusculares na espécie analisada.

c) Textura:

Os filés apresentaram força de compressão de 1,14±0,25kgf, superior à observada em Garoupas frescas: 0,20kgf e congeladas: 0,17 kgf (Suemitsu & Cristianini, 2020).

A força de cisalhamento foi de 0,67±0,04kgf, próxima à de Tilápia fresca (Demartini, 2021; Pinheiro, 2019) e Surubim (Pinheiro, 2019). Estes resultados indicam baixa resistência à compressão e ao cisalhamento, evidenciando uma carne de consistência tenra, característica que contribui para uma experiência sensorial agradável e pode ampliar suas possibilidades de uso culinário.

d) Cor:

Os valores de cor das costelas (L=47,45±1,64, a=0,96±0,50, b=4,52±0,40) e no filé (L=47,99±2,15, a=0,30±0,75, b=4,27±0,80) da Pirapitinga SEIM diferiram dos de Mancera (2024), mas se aproximaram dos parâmetros L e a reportados por Valls et al. (2008) para lebranche fresco e em b para Tilápia-do-Nilo (Pinheiro, 2019). Esses resultados indicam que a coloração está de acordo com o padrão esperado para pescado fresco de carne branca, apresentando boa luminosidade, discreto tom amarelado e leve tonalidade avermelhada, características que se associam à boa aparência e aceitação visual.

e) CRA:

A capacidade de retenção de água da Pirapitinga SEIM: 53,71±5,95% estão na faixa relatada para a espécie (Espeleta-Maya et al., 2016), valores dentro do esperado para pescados

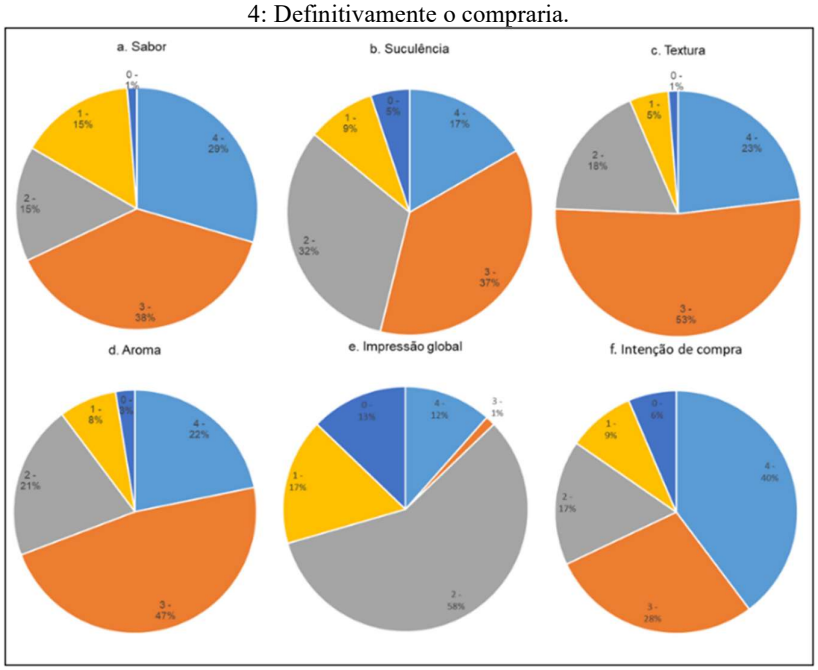
f) pH:

Observou-se um pH de 6,4±0,05 nas costelas da pirapitinga sem espinhas intramusculares, valor superior ao relatado para Tambaqui fresco (Cartonilho & de Jesus, 2011). Em contrapartida, o pH de 6,3±0,08 no filé mostrou-se compatível com achados prévios para pirapitinga (Silva et al., 2022). Mesmo apresentando pH das costelas ligeiramente superior ao do tambaqui, todos os valores obtidos neste estudo e na literatura estão dentro do limite permitido pela legislação brasileira para pH= < 7,00 (Brasil, 2017).

g) Avaliação sensorial:

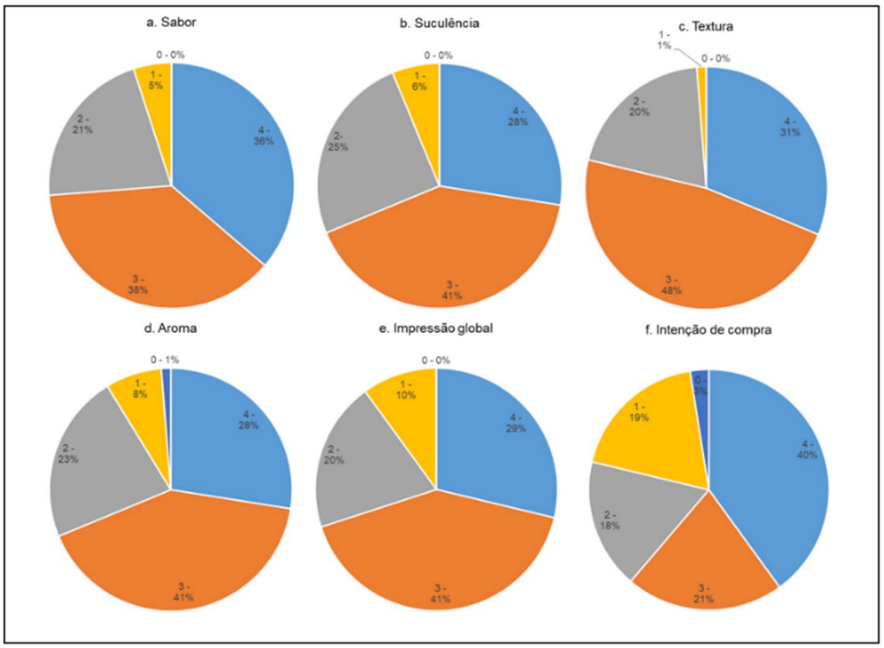
As respostas dadas na avaliação sensorial da Pirapitinga SEIM encontram-se apresentadas nas figuras 3 e 4.

Figura 3. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação dos filés de Pirapitinga SEIM. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação das costelas de Pirapitinga SEIM. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.



Fonte: Elaborado pelos autores

O estudo evidenciou boa aceitação dos dois cortes de *P. brachypomus* SEIM avaliados (filés e costelas). Para os filés, sabor, suculência, textura e aroma alcançaram 67%, 69%, 76% e 69% de respostas "gosto" ou "gosto muito", enquanto a aceitação global registrou 58% em "nem gosto nem desgosto". Nas costelas, os valores foram 74%, 69%, 79%, 69% e 70% para as mesmas variáveis, respectivamente. A intenção de compra foi de 68% para "definitivamente compraria" nos filés e 61% nas costelas. O estudo evidenciou elevada aceitação sensorial dos dois cortes de *Piaractus brachypomus* SEIM tanto nos filés quanto nas costelas, com destaque para atributos como sabor, suculência, textura e aroma. Resultados semelhantes aos obtidos por Bermúdez Medranda (2021) para *Dormitator latifrons*, o que indica um alto grau de satisfação e reforçando o potencial dessas espécies como alternativas viáveis para a comercialização nos cortes ofertados.

3.3 TAMBAQUI:

a) Medidas e Rendimento dos cortes:

O Tambaqui teve um peso aproximado de 1,99kg, comprimento total de 44,5cm e comprimento padrão de 37,78cm. O peso dos filés foi de 419,7±75,78g, das costelas 313,4±53,81g, da cabeça 522,8±82,84g e dos resíduos 360,15±58,24g. O rendimento calculado dos cortes e resíduos foi: 21,07±2,35% para o filé, 15,72±1,20% para as costelas, 26,22±1,30%

para a cabeça e para os resíduos incluindo pele, vísceras, espinhas e outros foi 34,20±2,32%. Diferenças podem estar relacionadas ao peso dos peixes, à inclusão de cortes adicionais (como costelas) e ao método de filetagem. Com relação ao rendimento da cabeça, o valor obtido foi superior ao registrado por Barros et al. (2019) próximo ao observado por De Lima et al. (2018), possivelmente pela inclusão de mais partes na classificação.

b) Composição centesimal:

Umidade**:** O teor de umidade obtido: 77,33±3,06% está dentro da faixa relatada para a espécie (Filho et al., 2021; Menegassi & Gonçalves, 2021), sendo próximo aos valores para indivíduos de 1–1,5kg e indicando boa suculência e frescor.

Proteína**:** O teor proteico do Tambaqui: 19,55±2,59%, mostrou-se compatível com valores descritos para espécies afins, como Pirapitinga: 18,9–20,0% (Alzate-Díaz et al., 2020; Menegassi & Gonçalves, 2021; Mancera, 2024).

Lipídios: O tambaqui apresentou baixo teor de lipídios: 1,87±2,02%, caracterizando-o como pescado magro (Contreras Guzmán, 1994). Este valor encontrasse próximo ao reportado para a espécie por Menegassi & Gonçalves (2021) e classificam o pescado como saudável pelo baixo teor de gordura.

Matéria mineral: O teor de matéria mineral verificado para Tambaqui foi de1,07±0,13%, e apresentou-se próximo do reportado para a espécie por Filho et al. (2021) e De Lima et al. (2018). Este valor encontra-se dentro do esperado para a espécie.

c) Textura**:**

Os filés apresentaram força de compressão de 1,20±0,25kgf, superior à observada em Garoupas frescas e congeladas (Suemitsu & Cristianini, 2020). A força de cisalhamento foi de 0,67±0,04 kgf, próxima aos valores relatados para Tilápia (Pinheiro, 2010 e Demartini, 2021). Estes resultados indicam os filés de tambaqui, possuem textura muito macia, característica apreciada em pescados brancos e que pode favorecer sua aceitação no mercado consumidor.

d) Cor:

Os valores de L, a e b nas costelas (L=45,00±4,52, a=1,41±1,05, b=0,85±1,77) e no filé (L=45,43±2,90, a=0,35±2,29, b=0,05±1,91) se aproximaram dos encontrados por Valls et al. (2008) no músculo branco de Lebranche fresco para L e a e em Tilápia-do-Nilo para a (Pinheiro, 2019). Assim, a coloração do Tambaqui avaliado alinha-se às características desejáveis de pescado branco in natura.

e) CRA:

A CRA determinada para o Tambaqui no presente estudo (82,44±3,14%) concorda com os valores encontrados na literatura para outras espécies de peixes tropicais e de interesse comercial (Demartini et al., 2021; Wang et al., 2022), esta é uma excelente capacidade de retenção de água, o que está associado a melhor textura, suculência e rendimento durante o processamento e preparo.

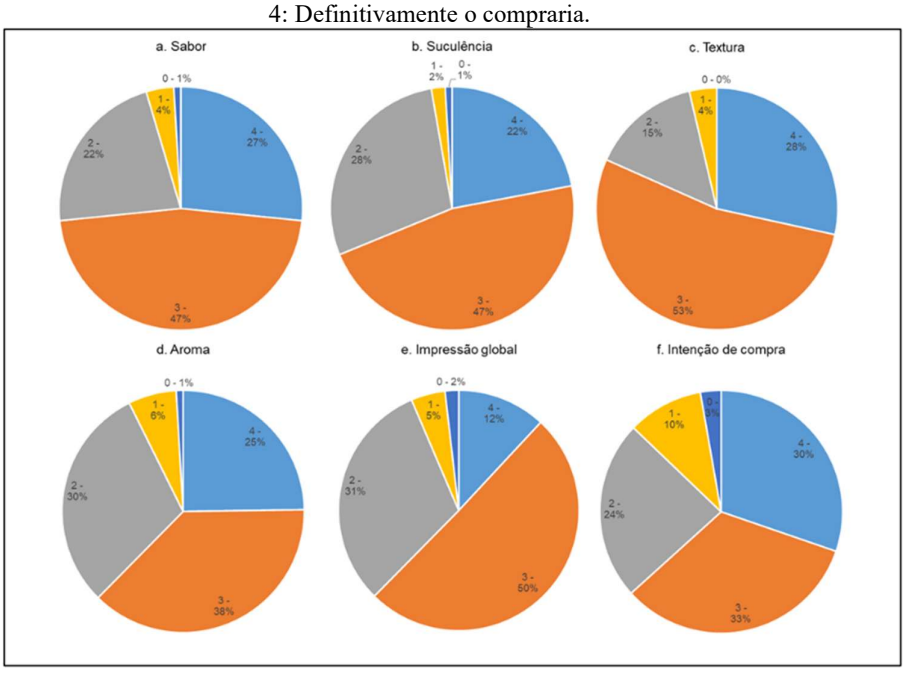
f) pH:

O pH de 6,8±0,09 registrado nas costelas do Tambaqui difere do valor observado em Tambaqui fresco por Cartonilho & de Jesus (2011), enquanto o pH de 6,7±0,15 do filé aproxima-se dos relatados para Tambaqui por De Oliveira et al. (2019) e Silva et al. (2022). Estes resultados permanecem abaixo do limite legal de pH < 7,00 estabeleçãocido pelo Brasil (2017) e condizem com os patamares típicos para a espécie.

g) Avaliação sensorial:

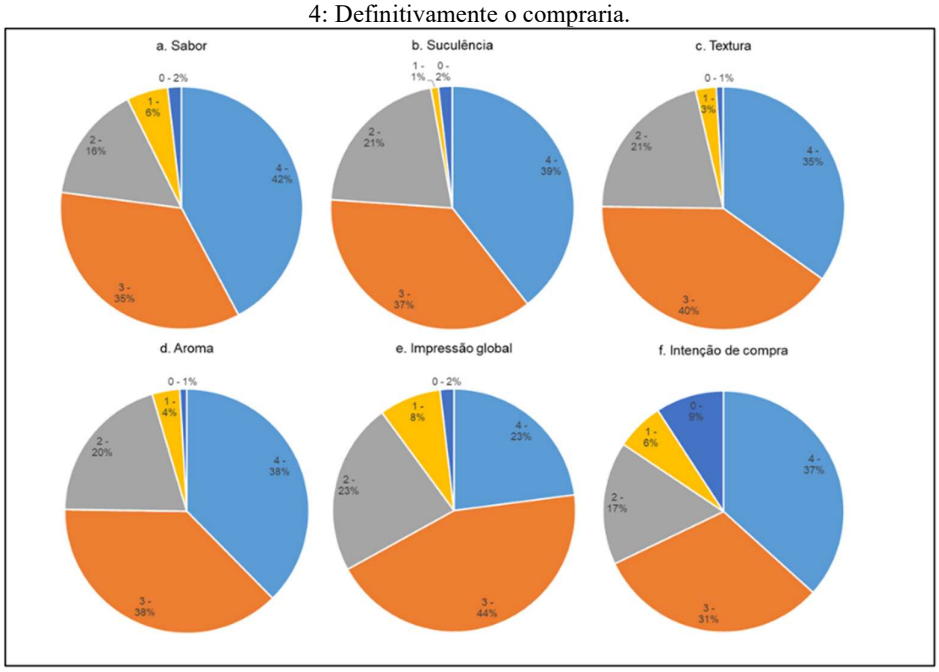
As respostas dadas na avaliação sensorial da Pirapitinga encontram-se apresentadas nas figuras 5 e 6.

Figura 5. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação dos filés de Tambaqui. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 6. Resultados da avaliação sensorial hedônica de 5 pontos para determinar o nível de aceitação das costelas de Tambaqui. a. Sabor, b. Suculência, c. Textura, d. Aroma, e. Impressão global, onde: 0: Desgosto muito, 1: Desgosto, 2: Nem gosto/nem desgosto, 3: Gosto e 4. Gosto muito; e d. Intenção de compra, onde 0: definitivamente não o compraria, 1: Provavelmente não o compraria, 2: Talvez, 3: Provavelmente o compraria e 4: Definitivamente o compraria.



Fonte: Elaborado pelos autores

Os cortes de *Colossoma macropomum* tiveram boa aceita pelos panelistas, os filés obtiveram 74–81% de aprovação nos atributos sensoriais e as costelas, 75–77%. A intenção de compra foi de 63% para filés e 68% para costelas. O elevado grau de aceitação e satisfação observado para os cortes avaliados corrobora os achados de Bermúdez Medranda (2021) para *Dormitator latifrons*, evidenciando o potencial desta espécie como alternativa viável para comercialização.

4 CONCLUSÕES

Em síntese, a caracterização dos filés e costelas das espécies avaliadas Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), Pirapitinga sem espinhas intramusculares (SEIM) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*), confirma-se o elevado potencial para a aquicultura das espécies no Brasil e na Colômbia Coletivamente, estes achados fundamentam estratégias de agregação de valor, inovação tecnológica e promoção da sustentabilidade na aquicultura destes países. A variante SEIM destacou-se pelo valor agregado inerente à ausência de espinhas intramusculares, o que favorece a aceitação pelo consumidor e amplia as oportunidades de

comercialização; além disso, os resultados apontam para futuras investigações em melhoramento genético visando a reprodução de linhagens desprovidas dessas espinhas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Laboratórios de Morfofisiologia, Ictiología y Peces Ornamentales, Nutrición Animal, ao Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA), a Clínica de Pequeños Animales, todos da Universidad Nacional de Colombia, campus de Bogotá pelo suporte na realização dos experimentos e na análise dos dados. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) sob a concessão de uma bolsa de estudos de nível de Doutorado entre janeiro de 2022 a fevereiro de 2024 e a concessão de um Crédito-Beca da Fundación para el Futuro de Colombia (Colfuturo) desembolsado entre outubro de 2024 julho de 2025.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURE INSTITUTE. Sensory evaluation techniques for fish quality. **Fish Processing, Packaging and Value Addition**, 2023. Disponível em: https://agriculture.institute/fish-processing-packaging-value-addition/sensory-evaluation-techniques-fish-quality/. Acesso em: 20 abr. 2025.

ALEXANDRE, A.C.S., ALBERGARIA, F.C., VENÂNCIO, A.H., RIBEIRO, A.P.L., HADDAD, F.F., TANAKA, M.S., DE SOUZA, R.H., GOMES, M.E. de S. Capítulo 9. Qualidade de peixes: uma breve revisão. In: **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 4. p. 144-173, 2021. DOI: 10.37885/210203356.

ALZATE-DÍAZ, H.A.; MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; EMERENCIANO, M.G.C.; PARDO-CARRASCO, S.C. Organoleptic and nutritional characteristics of fillets of pirapitinga fed different protein sources in a biofloc system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e01795, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01795

AOAC**. Official Methods of Analysis of AOAC International**. 21st ed. Washington, DC: AOAC International, 2019.

AUNAP. **Se fortalece la acuicultura: el ICA y la AUNAP facilitan trámites para obtener permisos y registros sanitarios**. 2024. Disponível em: https://www.aunap.gov.co/se-fortalece-la-acuicultura-el-ica-y-la-aunap-facilitan-tramites-para-obtener-permisos-y-registros-sanitarios/. Acesso em: 23 mar. 2025.

BARROS, F. A. L.; BRITO, M. A. S.; SILVEIRA, D. S.; BRABO, M. F.; CORDEIRO, C. A. M. Características morfométricas, rendimentos de cortes e composição centesimal do híbrido tambacu. **Revista Agrarian**, v.12, n.43, p.89-96, Dourados, 2019.

BERMÚDEZ-MEDRANDA, A. E., SANTANA-PIÑEROS, A. M., ISEA-LEÓN, F., & CRUZ-QUINTANA, Y. Evaluación sensorial y estimación del rendimiento cárnico del chame Dormitator latifrons. **AquaTechnica**, v. 3, n. 2, p. 55–60, 2021. ISSN 2737-6095. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.5277190.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal – RIISPOA: pescados e derivados**. 2017. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/444593790/decreto-9013-17 Acesso em 10 nov. 2024.

CÁRDENAS-ROJAS, S. **Evaluación sensorial hedónica de pescado**. Cádiz: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2014. 13 p. E-book. (Cultivos Marinos y Recursos Pesqueros).

CARTONILHO, M.M.; DE JESUS, R.S. Qualidade de cortes congelados de tambaqui cultivado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.344-350, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000400002

CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescado y derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

DEMARTINI, B.L., **Alterações em indicadores de qualidade em filés de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) durante o ''Shelf life''**. 2021. 22f, Trabalho de conclusão de curso (Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, Dracena.

DE LIMA, L. K. F.; NOLETO, S. DOS S.; DOS SANTOS, V.R.V.; LUIZ, D. DE B.; KIRSCHNIK, P.G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.12, n.2, p. 223 -232. 2018.

DE OLIVEIRA, A. M.; PAZ, F.A. DO N.; OTAVIO, S.M.G.V; DE CARVALHO, L.M.F.; ABREU, J.M. Análise físico-química do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado em um mercado público. In: **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. 2. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2019. cap. 1, p. 8–11.

DE OLIVEIRA, A.V.D., DE OLIVEIRA, S.L., FILHO, J.V.D., CAVALI, J.B. Utilização da ultrassonografia para o diagnóstico reprodutivo e detecção de espinha intramusculares "Y" em Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana**, v. 22, n.7, p. 1–19, 2024. https://doi.org/10.55905/oelv22n7-265.

ESPELETA-MAYA, A., BERMUDEZ-GOMEZ, J.D., TABARES-BUELVAS, S. Variación de la capacidad de retención de agua en especies ícticas dulceacuícolas almacenadas en congelación. In: **VII Congreso Colombiano de Acuicultura. Pasto, Colombia**. *Anais eletrônicos*. 19-21 de octubre de 2016. Disponível em:

https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/2935 Acesso em 03 de março de 2025.

FILHO, J. V.; CAVALI, J.; NUNES, C. T.; NÓBREGA, B. A.; GASPARINI, L. R. DA F.; DE SOUZA, M. L. R.; PORTO, M. O.; ROSA, B. L.; GASPAROTTO, P. H. G.; PONTUSCHKA, R. B. Proximal composition, caloric value and price-nutrients correlation of comercial cuts of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pirarucu (Arapaima gigas) in diferente body weight classes (Amazon: Brazil). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e23510111698, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11698. Acesso em: 14 jun. 2022

GARCIA, A. M. L., & MACIEL, H. M. Rendimento de tambaqui em diferentes métodos de filetagem. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e13210413849, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13849. Acesso em: 15 abr. 2025.
GONÇALVES, A.A.; PASSOS, M.G. Uso da enzima transglutaminase na elaboração de um produto reestruturado à base de pescado. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 28, n. 317, p. 123-132, 2003.

GONZALES, L.I.R. **Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y en embutido**. 2010. 57 f. Tesis (Ingeniero en Industrias Alimentarias) – Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tingo María, 2010.

HONIKEL, K.O., HAMM, R. (1994). Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: PEARSON, A.M., DUTSON, T.R. (ed) **Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**. Advances in Meat Research, vol 9. Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2167-9_5. Acesso em: 04 jul. 2024.

KHULE, G.D., RANVARE, A.R., SINGH, A., BABU, S.C. Texture profile analysis: a comprehensive insight into food texture evaluation. **Journal Dynamics and Control**, v. 8, n. 9, 2024. isponível em: https://jodac.org/texture-profile-analysis-a-comprehensive-insight-into-food-texture-evaluation/. Acesso em: 15 abr. 2025.

LEAL-GUTIÉRREZ, J. **Marcadores moleculares asociados a la Capacidad de Retención de Agua (CRA) en carne de Bos indicus y sus cruces**. 2013. Dissertação (Mestrado em Salud y Producción Animal) – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2013.

LOBO, I. K. C., DO NASCIMENTO, Á. R., YAMAGISHI, M. E. B., GUIGUEN, Y., DA SILVA, G. F., DANY, S., DA COSTA AMARAL, A., REIS, V. R., & DE ALMEIDA, F. L. Transcriptome of tambaqui *Colossoma macropomum* during gonad differentiation: Different molecular signals leading to sex identity. **Genomics**, v. 112, n. 3, p. 2107–2116, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2019.11.008.

MANCERA-RODRÍGUEZ, L.P. Evaluación del rendimiento de filete y composición de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v.15, n.1, p.191-210, 2024. DOI: https://doi.org/10.22490/21456453.6547. Acesso em 20 abr. 2025.

MENEGASSI, M., GONCALVES, A.A. Anexo 2. Composição Química e Valor Calórico das Principais Espécies de Pescado p. 634-646. In: **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. Rio de Janeiro, 2021. ISBN 978-65-5586-161-7.

PEIXE BR. **Anuário Brasileiro da Piscicultura**. Peixe BR 2025. Associação Brasileira de Piscicultura, 2025. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/anuario-2025/. Acesso em: 24 de março de 2025.

PERAZZA, C.A., MENEZES, J. FERRAZ, J., PINAFFI, F.L.V., SILVA, L.A., HILSDORF, A.W.S. Lack of intermuscular bones in specimens of *Colossoma macropomum*: An unusual phenotype to be incorporated into genetic improvement programs. **Aquaculture**, 472, pp. 57-60, 2017.

PINHEIRO, Y.C., **Avaliação física de filés de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2019. 35f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Aquicultura). Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados, 2019.

QUINTERO-PARDO, A.M.C., MENESES-MARTINEZ, H.O., DAVID-VALLE, J.J., QUINTERO-PINTO, L.G., MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, D. Identificação de indivíduos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) sem espinhas intramusculares (SEIM) na região sudeste da Colômbia. In: **World Aquaculture 2021**. 2022. Mérida, Yucatán. *Anais eletrônicos*. Annual Global meeting of the World Aquaculture Society. 24 a 27 de maio de 2022. Disponível em: https://wasblobstorage.blob.core.windows.net/meeting-abstracts/WA2021AbstractsBook.pdf. Acesso em: 24 mar. 2025.

QUINTERO-PARDO, A.M.C., MENESES-MARTINEZ, H.O., CHARDULO, L.A., QUINTERO-PINTO.L.G., ARIZA-BOTERO, M.F. Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), uma opção para a aquicultura Latinoamericana. metodologia para confirmar a presença de espinhas intramusculares em estágios iniciais de desenvolvimento. In: **Latin American & Caribbean Aquaculture 2023**. Ciudad de Panamá, Panamá. *Anais eletrônicos*. 18 a 21 de abril de 2023. Disponível em: https://wasblobstorage.blob.core.windows.net/meeting-abstracts/LacQua23AbstractBook.pdf. Acesso em 24 mar. 2025.

QUINTERO-PARDO, A. M. C.; MENESES-MARTÍNEZ, H. O.; LOYOLA-CHARDULO, L. A.; QUINTERO-PINTO, L. G. Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una opción para la acuacultura latinoamericana. Metodología para la confirmación de espinas intramusculares en fases iniciales de desarrollo. **Orinoquia**, v. 29, n. 1, e831, 2025. DOI: https://doi.org/10.22579/20112629.831.

RITTER, D.O.; LANZARIN, M.; ALMEIDA E.S. DE F.; MÁRSICO, E.T.; DE FREITAS, M.Q.; "Avaliação da Qualidade de Tambatinga (*Colossoma Macropomum* x *Piaractus Brachypomum*) Eviscerada e Estocada em Gelo", p. 393-394. In: **LATIN AMERICAN CONGRESS ON FOOD MICROBIOLOGY AND HYGIENE**, 12., 2014, São Paulo. *Anais* [...]. São Paulo: Blucher, 2014. p. 393-394. (Blucher Food Science Proceedings, v. 1, n. 1). ISSN 2359-201X. DOI: https://doi.org/10.5151/foodsci-microal-199.

SALES, R. DE O.; MAIA, E.L. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui*, Colossoma macropomum*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 31-44, jul./dez. 2013.

SANTAELLA, M.; MARTÍNEZ GRACIÁ, C.; PERIAGO, M. J.; SANTAELLA, J. Evaluación sensorial de diferentes presentaciones comerciales de dorada (*Sparus aurata L*.) de acuicultura. *Anales de Veterinaria de Murcia*, Murcia, v. 28, p. 85–96, 2012.

SILVA S.M., RAMIREZ J.R.B., SILVA S.M., FILHO, J.V.D., MARMENTINI, R.P., SCHONS, S. DE V., CAVALI, J. Quality assessment of amazonian fish from fish farming stored on ice. *Acta Veterinaria Brasilica*. v. 6, n. 2, p. 134–140, 2022.

SOUZA, J. T., SILVA, É. L. B. DA, SILVA, L. R. C. DA, OLIVEIRA, P. V. C. DE, LUZ, K. S. DA S., FIRMINO, S. S., PEREIRA, G. DA S., REBOUÇAS, L. DE O. S., & LIMA, P. DE O. Comparação físico-química e sensorial de filés congelados de *Oreochromis niloticus* e *Pangasius hypophthalmus*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e3489108583, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8583.

SUEMITSU, L. Y.; CRISTIANINI, M. Aplicação de alta pressão isostática em filés de garoupa frescos e congelados. In: BEGOSSI, A.; LOPES, P. F. M. (Orgs.) **Garoupas e pescadores (*Epinephelus marginatus*)**. São Carlos: RiMa Editora, 2020. p. 57–64. ISBN 978-65-990488-2-1. E-book.

VALLS, J. E.; XIQUES, A. T.; ESCALONA, A. Evaluación física y química de filetes de lebranche (*Mugil liza*) en almacenamiento congelado a -18 °C. **Revista Científica**, v. 18, n. 3, p. 329–338, 2008. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918314. Acesso em: 25 ago. 2024.

WANG, J.; ZHANG, H.; XIE, J.; YU, W.; SUN, Y. Effects of frozen storage Temperature on water-holding capacity and physicochemical properties of muscles in Different parts of *bluefin tuna*. Foods, V. 11, N. 2315, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/foods11152315.

CAPÍTULO 3 – Considerações finais

Na presente Tese, avançou-se na caracterização de duas espécies de peixes redondos e, especialmente, na identificação de uma linhagem de pirapitinga Sem espinhas intramusculares (SEIM), um achado pioneiro, já que tal variante não constava na literatura. Como a presença de espinhas intramusculares dificulta o consumo, a descoberta de exemplares isentos delas representa um “diamante” para a cadeia produtiva e para o consumidor. Torna-se, portanto, imprescindível aprofundar estudos sobre essa linhagem, por meio de:

1. Sequenciamento genético, para confirmar origem genética;
2. Avaliação da viabilidade zootécnica, verificando crescimento, taxa de conversão alimentar e tolerância ao manejo;
3. Análises de mercado, para mensurar potencial de aceitação e precificação.

Além disso, observou-se que a literatura carece de padronização:

- **Composição centesimal** é reportada as vezes em matéria seca (pós-liofilização), as vezes em matéria natural ou úmida;
- **Texturômetro** apresenta unidades diversas (g-força, lb-força, kg-força ou N), o que dificulta comparações.

Recomenda-se, portanto, a adoção de normas unificadas (ex.: expressar sempre em porcentagem de matéria úmida e em Newtons) para assegurar consistência e facilitar a interpretação dos dados em publicações futuras.

APÊNDICE A. Ultrassonografia, Raios-X e TAC em Pirapitinga (*P. brachypomus*) realizadas para confirmação da presença (EIM) ou ausência (SEIM) de espinhas intramusculares

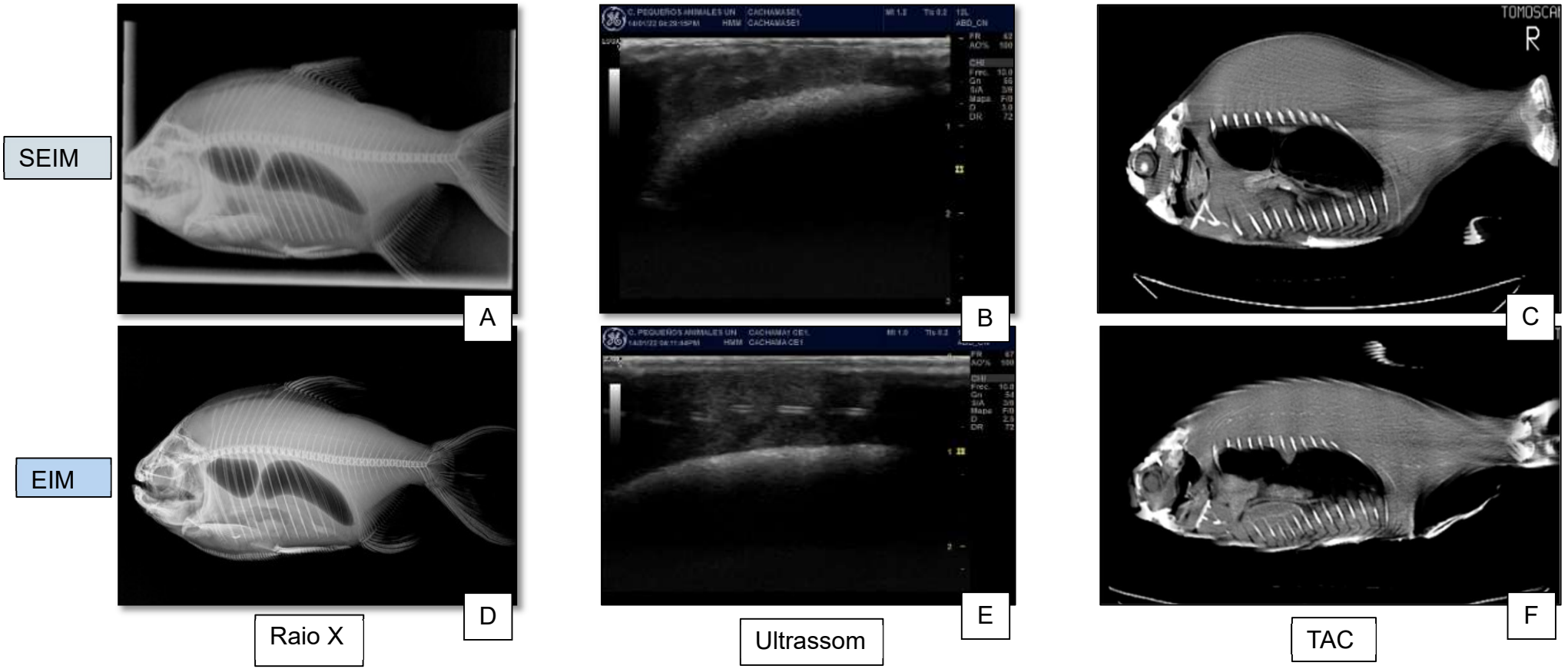


Figura 1A. Raios-X, ultrassonografias e TACs em *P. brachypomus* com (EIM) e sem espinhas intramusculares (SEIM), onde: SEIM A. Raios – X; B. Ultrassonografia; C. TAC; EIM: A. Raios – X; B. Ultrassonografia; C. TAC.

APÊNDICE B. Imagem de Tomografia Axial Computadorizada em *P. brachypomus* SEIM

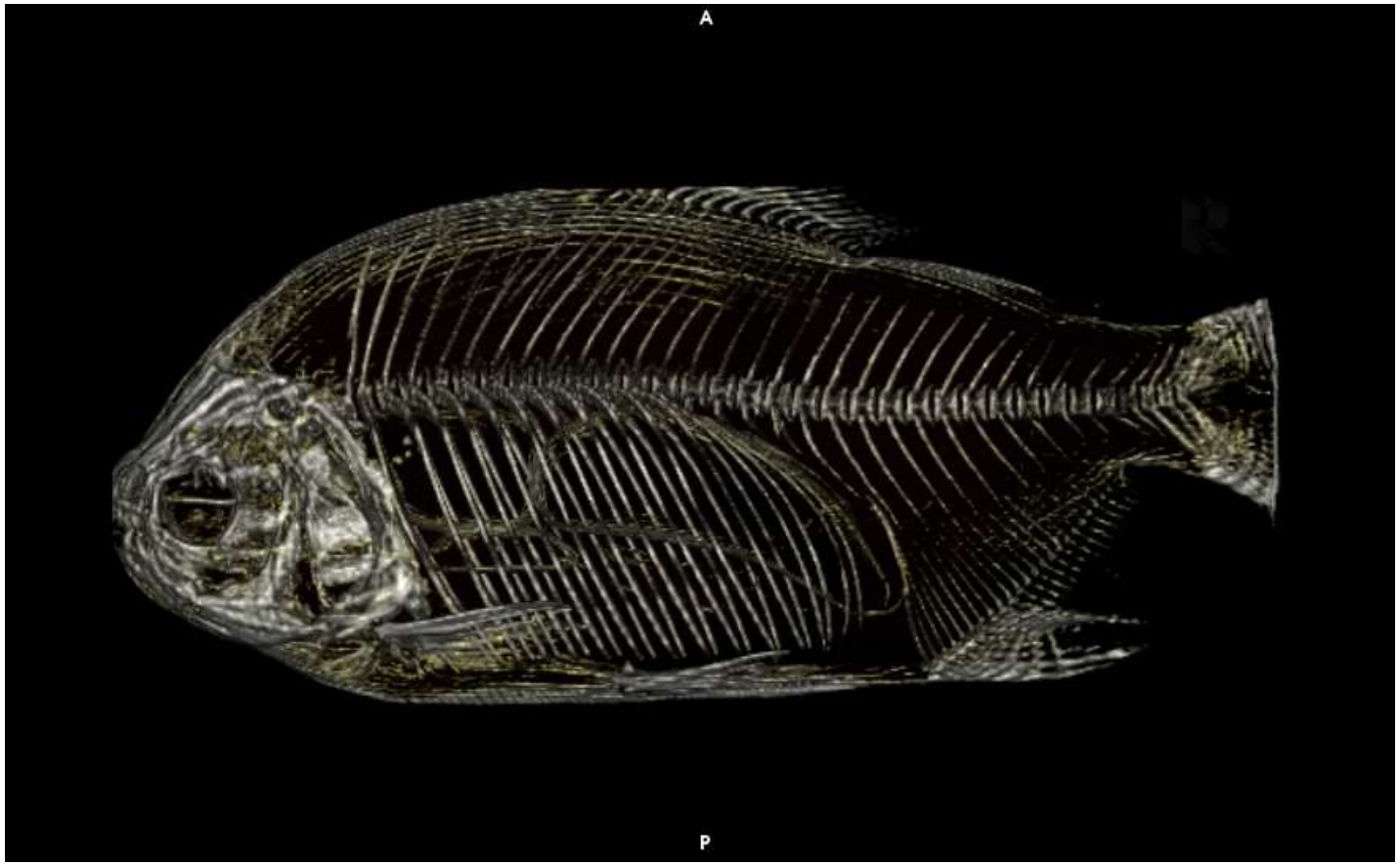


Figura 1B. Tomografia Axial Computadorizada (TAC) em Pirapitinga (*P. brachypomus*) sem espinhas intramusculares.

APÊNDICE C. Realização de ultrassonografia em campo

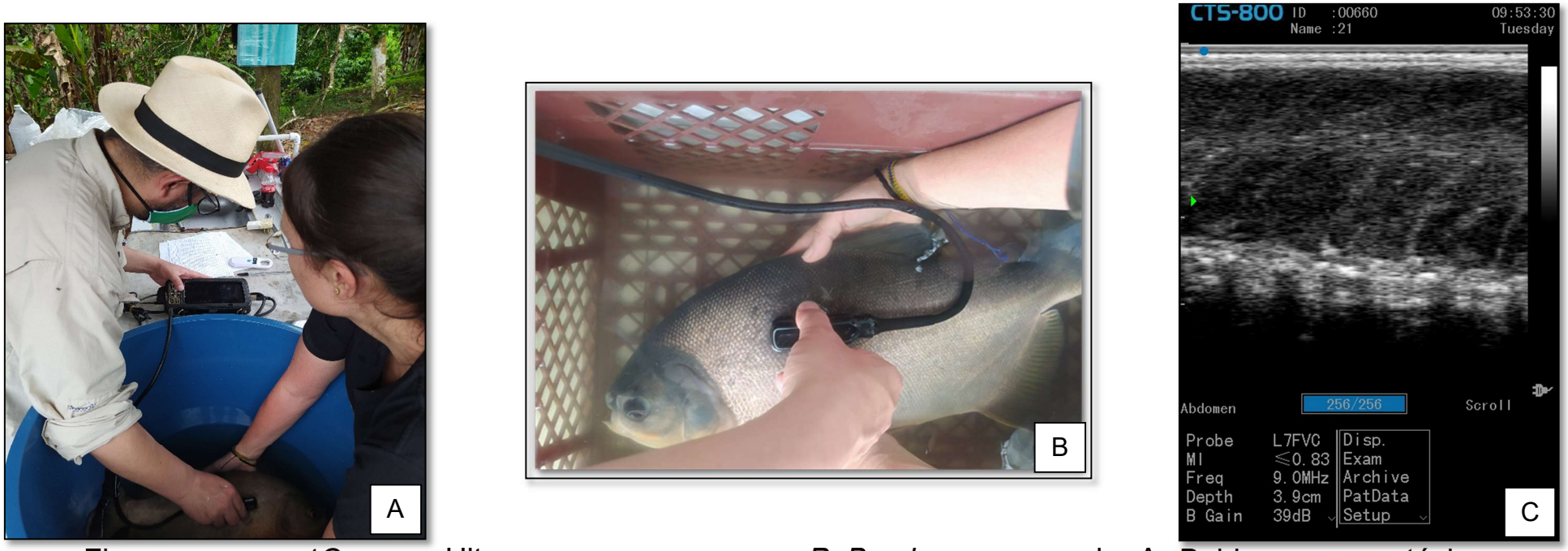


Figura 1C. Ultrassom em campo em *P. Brachypomus*, onde: A. Balde com anestésico para realização das imagens; B. Realização de ultrassonografia com ultrassom portátil; e C. Imagem de ultrassonografia de *P. brachypomus* sem espinhas intramusculares.

APÊNDICE D. Cortes realizados para a realização de análises e avaliação sensorial da *P. brachypomus* e *C. macropomum* e Cortes existentes de *C. macropomum* no Brasil



Figura 1D. Cortes realizados nas espécies Tambaqui (*C. macropomum*), Pirapitinga e Pirapitinga SEIM (*P. brachypomus*).

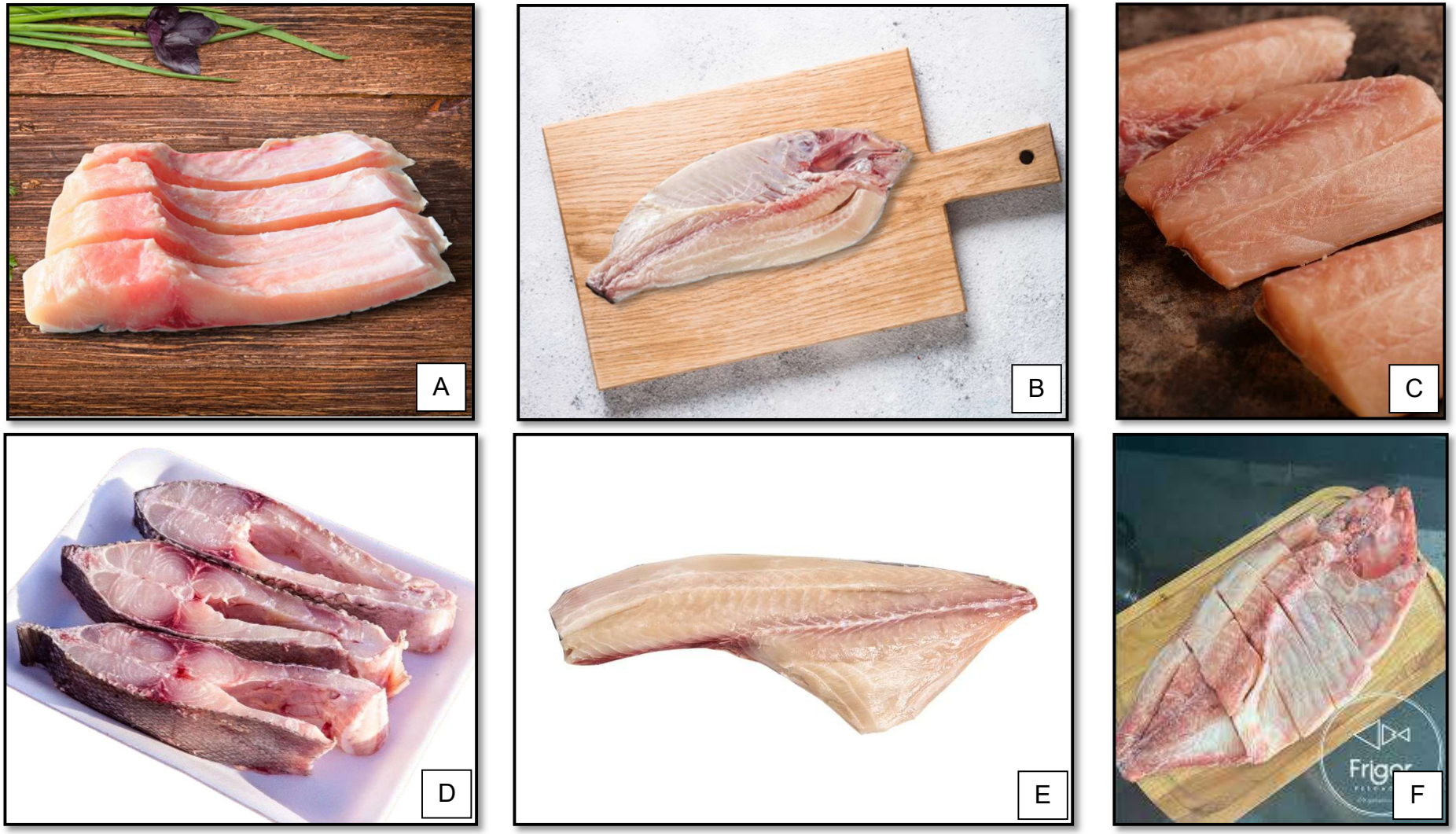


Figura 2D. Cortes de tambaqui (*C. macropomum*) comercializado no Brasil: A. Costelas; B. Banda; C. Filés; D. Postas; E. Filé; Bandas

Metodologia

Materiais

50 peixes:

- 20 Tambaquis
- 20 Pirapitinga
- 10 Pirapitinga SEIM

Delineamento experimental:

20 filés e 20 costelas de Tambaqui, 20 filés e 20 costelas de Pirapitinga; 10 filés e 10 costelas de Pirapitinga SEIM para rendimento e fisico-químicos

20 filés e 20 costelas de Tambaqui, 20 filés e 20 costelas de Pirapitinga; 10 filés e 10 costelas de Pirapitinga SEIM para análise sensorial

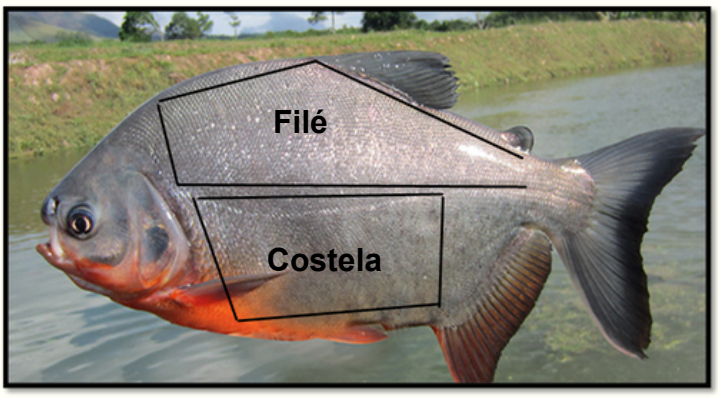




Métodos:

1. **Rendimento:** PT, CT, CP, Alt, filetagem e pesagem filés, separação e pesagem costelas, cálculo do rendimento dos cortes, cabeça e resíduos, onde, rendimento = (peso corte*100)/peso total
2. **Composição centesimal:** amostras liofilizadas e analisadas: U, MM, P, EE (AOAC, 2019);
3. **Textura:** Forca de cisalhamento e compressão (kgf) 20, 20, 10 * 3 réplicas de 1cm3
4. **pH:** Medidor portátil diretamente na amostra em 3 pontos
5. **Cor:** Filés e costelas com colorímetro portátil.
6. **CRA**: 300mg de amostra moída e colocada no papel filtro Walkman No. 5, 2 vidros e 5kg por 5 minutos. Diferença de pesos: CRA (%) = (Hamm (1960) modificada): CRA (%) = ((V0-V exsudado)/V0)*100. V0= peso amostra, V exsudado = peso filtro com exsudado peso amostra





7. **Avaliação sensorial hedônica:** Questionário escala hedônica, amostras 20g em grill, 50 não treinados. Sabor, suculência, textura, aroma e impressão global e intenção de compra.