

Letícia Isabella Vieira Souza

**Desenvolvimento de linguiça com carne mecanicamente separada
(CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*): Qualidade nutricional e
microbiológica**

Ji-Paraná/RO
2025

Letícia Isabella Vieira Souza

Desenvolvimento de linguiça com carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*): Qualidade nutricional e microbiológica

Artigo Científico apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) ao Afya Centro Universitário de Ji-Paraná, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho

Linha de Pesquisa: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

S729d

Souza, Letícia Isabella Vieira.

Desenvolvimento de linguiça com carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*): Qualidade nutricional e microbiológica. / Letícia Isabella Vieira Souza. – Ji-Paraná, 2025.

29 p.; il.

Artigo Científico (Bacharel em Medicina Veterinária) – Afya Centro Universitário de Ji-Paraná, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho.

1. Ácidos graxos. 2. Embutido de pescado. 3. Sustentabilidade. I. Dantas Filho, Jerônimo Vieira. II. Título.

CDU 639.381

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Bibliotecário Giordani Nunes da Silva CRB 11/1125

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado, com todo o meu carinho e gratidão, aos meus pais, Prof. Dr. Marinho Celestino de Souza Filho e Izabel Vieira dos Santos, que foram meu alicerce em cada etapa desta longa jornada. Obrigada pelo apoio incondicional, tanto emocional quanto financeiro, e por nunca desistirem de mim, mesmo diante das dificuldades que enfrentamos juntos.

Aos professores que cruzaram meu caminho e contribuíram com seus ensinamentos, paciência e inspiração, cada um deixou uma marca importante na minha formação.

Às minhas amigas de caminhada, Ana e Marcella, que já concluíram suas jornadas, mas permaneceram ao meu lado com amizade verdadeira e apoio constante, vocês foram luz nos momentos mais desafiadores.

Às profissionais que hoje me acompanham no estágio, pela generosidade em compartilhar conhecimento e pela confiança que depositam em mim. Dra Luiza e Dra Bianca, a presença de vocês tem sido essencial para meu crescimento profissional.

E, especialmente, ao meu orientador, Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela confiança, orientação e apoio constante. Sua contribuição foi fundamental.

Este trabalho é fruto de esforço, persistência e dedicação, mas também de evolução. A todos vocês, minha eterna gratidão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, sabedoria, e resiliência que me sustentaram ao longo desta caminhada.

À minha família, especialmente aos meus pais, por todo o apoio emocional e financeiro, pela paciência, pelos sacrifícios e por acreditarem em mim mesmo nas dificuldades. Este trabalho também é fruto do esforço de vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho, pela confiança, pela oportunidade de desenvolver este tema e por toda orientação, dedicação e incentivo ao longo do processo. Sua contribuição foi essencial para a concretização deste projeto.

Aos professores que fizeram parte da minha formação, por compartilharem conhecimento, por me inspirarem e por contribuírem para o meu crescimento pessoal e profissional.

As amigas e futuras colegas de profissão que estiveram comigo em momentos desafiadores, que mesmo já formadas, permaneceram presentes com apoio e amizade. Vocês foram fundamentais para que eu não desistisse.

As profissionais que me acompanham no estágio, pela generosidade em compartilhar experiências e pelo acolhimento no ambiente de trabalho. A presença de vocês tem sido valiosa para a minha formação prática.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha trajetória acadêmica, meus sinceros agradecimentos.

“Não há nada que não se consiga com a força de vontade, a
bondade e, principalmente, com o amor.”
— Marco Túlio Cícero

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do desenvolvimento da linguagem de CMS de pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	15
Figura 2 – Produto final da linguagem desenvolvida com CMS de pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>).....	15

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** – Composição centesimal, valor calórico e energético da linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).....19
- Quadro 2** – Composição mineral da linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).....20
- Quadro 3** – Perfil de ácidos graxos em linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).....21-22
- Quadro 4** – Valores de ômega e de índices de qualidade lipídica em linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).....22-23
- Quadro 5** – Análises microbiológicas em linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).....23-24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI- Índice de Aterogenicidade

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC- Association of Official Analytical Chemists

APHA- American Public Health Association

Aw- Atividade de Água

CEUA- Comitê de Ética no Uso de Animais

CMS- Carne Mecanicamente Separada

DHA- Ácido Docosaheptaenoico

EPA- Ácido Eicosapentaenoico

FAPERO- Fundação de Amparo à Pesquisa de Rondônia

h/H- Relação entre Ácidos Graxos Hipocolesterolêmicos e Hipercolesterolêmicos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IN- Instrução Normativa

ISO- International Organization for Standardization

K⁺- Potássio

Mg²⁺ Magnésio

MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MUFA- Ácidos Graxos Monoinsaturados

Na⁺ - Sódio

NMP- Número Mais Provável

OMS- Organização Mundial da Saúde

PUFA- Ácidos Graxos Polinsaturados

RDC- Resolução da Diretoria Colegiada

SFAs- Ácidos Graxos Saturados

PNAE- Programa Nacional de Alimentação Escolar

SENAI-MT- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Mato Grosso

SISBI-POA- Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal

TI- Índice de Trombogenicidade

UEM- Universidade Estadual de Maringá

UFAs- Ácidos Graxos Insaturados

UFC- Unidade Formadora de Colônia

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNIR- Universidade Federal de Rondônia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 METODOLOGIA	14
2.1. Desenvolvimento da linguiça.....	14
2.2. Análises da composição nutricional.....	16
2.3. Análises microbiológicas	18
2.4. Análise estatística	18
3. RESULTADOS.....	19
4. DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS.....	27

Artigo Científico

Revista/Periódico Pretendido	Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia
Acesso	https://www.scielo.br/j/abmvz/
ISSN	ISSN 1678-4162 (Qualis B1)

Desenvolvimento de linguiça com carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*): Qualidade nutricional e microbiológica

RESUMO

Este estudo teve como objetivo desenvolver uma linguiça utilizando Carne Mecanicamente Separada (CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*), avaliando sua qualidade nutricional, microbiológica e funcional. A CMS é uma matéria-prima obtida remoção de frações cárneas aderidas à carcaça, possibilitando maior aproveitamento do pescado e contribuindo para a redução de desperdícios. Apesar do potencial mercadológico dessa matéria-prima, ainda são limitados os estudos que investigam sua aplicação no desenvolvimento de produtos derivados do pirarucu, o que reforça a relevância da presente pesquisa. A metodologia incluiu análises centesimais (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos), perfil de ácidos graxos, composição mineral, e testes microbiológicos conforme a Instrução Normativa nº 60/2019 do MAPA. Os resultados demonstraram que o produto apresenta uma composição nutricional equilibrada, com destaque para o elevado teor proteico (14,12%), presença significativa de ácidos graxos insaturados (72,71%) - incluindo EPA e DHA-, além de minerais essenciais como ferro, potássio e magnésio. A análise microbiológica confirmou a segurança do produto, com ausência de *Salmonella sp.*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Conclui-se que a linguiça elaborada com CMS de pirarucu é uma alternativa inovadora, segura e nutritiva, com potencial para agregar valor à cadeia produtiva do pescado amazônico e atender às demandas por alimentos funcionais e sustentáveis.

Palavras-chave: ácidos graxos; embutido de pescado; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A Região Amazônica detém a maior bacia hidrográfica do planeta, sendo o principal polo de produção de pescado continental do Brasil (Brasil, 2021). A piscicultura e a pesca extrativista representam atividades econômicas e socioculturais fundamentais para a região, responsáveis por parte significativa do abastecimento proteico local e nacional. No entanto, apesar desse potencial, a cadeia produtiva do pescado na Amazônia ainda enfrenta desafios como a falta de estruturação, o manejo inadequado, a carência de padronização e a insuficiência de investimentos, o que limita sua competitividade e expansão (Santos et al., 2020; Cavali e Dantas Filho, 2024).

Dentre as espécies nativas com maior potencial para a aquicultura regional, destaca-se o pirarucu (*Arapaima gigas*), um dos maiores peixes de água doce do mundo. Caracterizado pelo rápido crescimento, tolerância a condições de cultivo e pela alta qualidade de sua carne, que apresenta filé sem espinhas intramusculares, cor clara e sabor suave, o pirarucu tem se consolidado como uma alternativa zootécnica e economicamente viável para impulsionar a piscicultura na Amazônia (Nunes et al., 2020; Cavali et al., 2023). O aumento de sua produção em cativeiro, fomentado por políticas públicas e instituições de pesquisa, visa conciliar a conservação da espécie na natureza com o atendimento a um mercado consumidor em crescimento (Lima et al., 2021; Silva et al., 2025).

Contudo, um problema persiste: como agregar valor e diversificar a produção do pirarucu, mitigando as perdas e aproveitando integralmente o pescado? Apesar do crescimento do setor, o mercado carece de subprodutos e produtos de valor agregado derivados do pescado, cenário diametralmente oposto ao observado nas cadeias de carnes bovina, suína e avícola, que oferecem uma ampla gama de derivados, incluindo embutidos. Nesse contexto, a carcaça e os cortes menos nobres do pirarucu do processamento primário podem ser transformados em Carne Mecanicamente Separada (CMS), uma matéria-prima de baixo custo e alto valor proteico, ideal para o desenvolvimento de novos produtos (Oliveira et al., 2019).

A partir do pré-desenvolvimento de Dantas Filho et al. (2022), a hipótese científica deste estudo é que a CMS de pirarucu é uma matéria-prima tecnologicamente adequada e segura para a elaboração de linguiça, podendo originar

um produto com características nutricionais superiores – dada a alta qualidade da proteína e o perfil lipídico do pescado – e que atenda aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente, garantindo sua segurança alimentar.

A justificativa para esta investigação baseia-se na convergência de três fatores principais: a necessidade de inovação e agregação de valor na piscicultura amazônica; a crescente demanda do mercado por produtos alimentícios práticos, saudáveis e sustentáveis; e a popularidade dos embutidos cárneos na dieta brasileira. O desenvolvimento de uma linguiça de CMS de pirarucu representa uma oportunidade estratégica de diversificar o portfólio de produtos da aquicultura regional, reduzir o desperdício de recursos pesqueiros e fomentar o consumo de pescado, cujo índice per capita no Brasil ainda está abaixo do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (IBGE, 2020).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma linguiça a partir de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*) e avaliar a sua qualidade nutricional, por meio da composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos), valor calórico e energético, e a sua qualidade microbiológica, através da pesquisa de *Salmonella* sp., contagem de *Staphylococcus aureus* e determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido pelo Afya Centro Universitário de Ji-Paraná e as análises foram realizadas no Laboratório de Águas e Alimentos, Departamento de Química, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Rondônia (FAPERO), e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, sob o número de protocolo 18/2025/CEUA/UNIR.

As coletas de amostras foram realizadas de maio a dezembro de 2024 em uma unidade de processamento de pescado registrada no Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA), localizada no município de Vale do Paraíso, RO, Brasil.

As amostras de carne mecanicamente separada (CMS) foram obtidas da filetagem do pirarucu (*Arapaima gigas*), provenientes de pisciculturas que utilizavam sistema semi-intensivo em tanques escavados. No período de amostragem, 30 espécimes de pirarucu foram filetados, com peso corporal entre 11,1 e 14,0 kg.

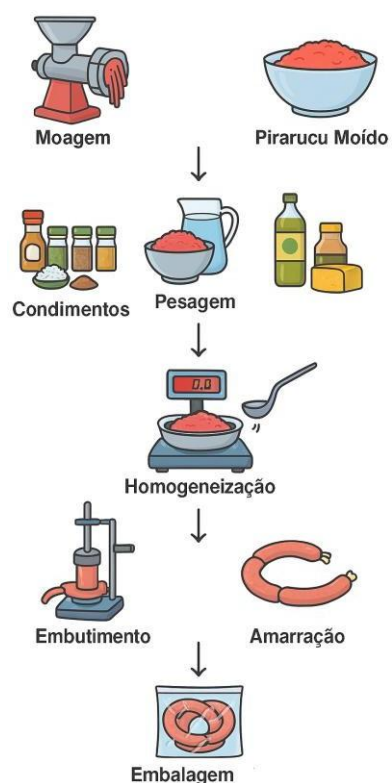
Os peixes amostrados foram selecionados de pisciculturas previamente caracterizadas, excluindo lotes de sistemas de produção com relatos de infestações parasitárias, mortes por altas densidades de estocagem, subnutrição, cultivo em tanques-rede ou de lona, entre outros. Os peixes foram retirados dos tanques com redes de pesca e, em seguida, passaram pelo processo de insensibilização por concussão cerebral, sendo posteriormente eutanasiados por sangria via secção das veias carótidas, de acordo com os procedimentos adotados pela unidade frigorífica.

Na unidade de processamento, os peixes foram lavados, eviscerados e processados em cortes comerciais de acordo com a demanda do mercado. A etapa inicial do processamento do pirarucu foi realizada na mesa de evisceração, com a retirada da pele com escamas, da cabeça e das vísceras, sendo as demais etapas descritas no item 2.2.

2.1. Desenvolvimento da linguiça

O método de produção (Figura 1) seguiu as orientações de Dantas Filho et al. (2022), porém foi desenvolvida uma nova formulação com a adição de outros ingredientes, e todo o processo de elaboração foi executado no laboratório de carnes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Mato Grosso (SENAI-MT).

Figura 1. Etapas do desenvolvimento da linguiça de CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).



Fonte: Adaptado de Dantas Filho et al. (2022).

Ao término das etapas de processamento descritas anteriormente, obteve-se o produto final (Figura 2).

Figura 2. Produto final da linguiça desenvolvida com CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).



Fonte: Dantas Filho (2022).

Os ingredientes utilizados na nova formulação foram a partir da CMS com 5.400 g, seguido por água gelada e gordura vegetal, ambos com 325 g. Os temperos incluem sal refinado (100 g), alho desidratado granulado (50g), pimenta de cheiro natural (50 g), pimenta do reino (10 g), além de orégano, salsa, louro em pó e coentro em pó, todos com 5g cada. Essa composição visa garantir sabor, textura e qualidade ao produto final, respeitando proporções adequadas para o processamento da linguiça frescal.

Após a elaboração da linguiça de CMS de pirarucu, parte foram destinadas 30 amostras para análises nutricionais e microbiológicas. As amostras de 50g foram hermeticamente embaladas em sacolas plásticas transparentes com Fecho Zip Lock, e parte destinada às análises microbiológicas, sendo embaladas em sacolas estéreis e posteriormente congeladas em freezer, até que fossem realizadas as análises.

2.2. Análises da composição nutricional

Entre os cortes comerciais mencionados anteriormente, a unidade frigorífica preparou a CMS a partir dos resíduos do processamento do filé mignon e do filé de cauda de pirarucu, tendo sido amostrados resíduos de 30 filés. Após a conclusão das etapas de produção da CMS e das linguiças, foram obtidas das linguiças 6 amostras aleatórias de 4 cm² com 50g. Essas amostras foram devidamente identificadas e armazenadas a -8°C em um *cooler* e enviadas para um laboratório especializado na UEM em Maringá - PR, onde foram cortadas em pedaços de 1 cm², pesadas, identificadas e acondicionadas em recipientes de alumínio, sendo congeladas a -20°C por 48 horas.

Os recipientes com as amostras foram etiquetados e congelados em um freezer a -18°C até o momento da análise de composição. Para evitar *outliers* nos dados de composição lipídica, os peixes amostrados (representados por seus resíduos na CMS utilizados para a elaboração da linguiça) foram selecionados de pisciculturas previamente caracterizadas pelo frigorífico. Além disso, vale ressaltar que os métodos de insensibilização, abate, uso de resíduos de filetagem e elaboração da CMS foram realizados pela unidade de processamento de pescado.

Para a quantificação de macrominerais, obteve-se um extrato a partir da

digestão completa da amostra em ácido sulfúrico e alta temperatura (350 - 375°C). Os microminerais foram analisados a partir de extratos de digestões ácidas da amostra sob temperaturas controladas, com ácido nítrico (120°C) e ácido perclórico (180 - 190°C), para ferro total ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) (Ruiz-de-Cenzano et al., 2013).

Para realizar as medições, foi utilizado um espectrômetro de absorção atômica modelo AA 12/1475. Os minerais Na^+ e K^+ foram determinados pelo método oficial da AOAC 969.23, e os minerais ferro total, Ca^{2+} e Mg^{2+} foram determinados pelo método oficial da AOAC 968.08, de acordo com a metodologia descrita por Cook (1997).

Para avaliar a composição lipídica, utilizou-se um liofilizador LIOTOP L101 por 44 horas. Os lipídios totais foram extraídos pelo método de Bligh & Dyer, e os ésteres metílicos de ácidos graxos foram preparados por metilação dos triacilgliceróis, conforme descrito no método ISO 5509 (ISO, 1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados em um cromatógrafo gasoso 14-A (Shimadzu, Japão), equipado com um detector de ionização de chama e uma coluna capilar de sílica fundida (50 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 μm de espessura de filme de Carbowax 20M).

Os fluxos dos gases ultrapuros (White Martins) foram de 1,2 mL min^{-1} para o gás de arraste (H_2); 30 mL min^{-1} para o gás de make up (N_2); e 30 e 300 mL min^{-1} para os gases de chama H_2 e ar sintético, respectivamente. O volume de injeção foi de μL e a taxa de split da amostra foi de 1:100 (Santos et al., 2017). A temperatura da coluna foi programada a uma taxa de 2°C min^{-1} , de 150° a 240°C. As temperaturas do injetor e do detector foram de 220° e 245°C, respectivamente. Assim como em Santos et al. (2017), as áreas dos picos foram determinadas usando o Integrador-Processador CG-300 (CG scientific instruments) e a identificação dos picos foi realizada pela comparação com os tempos de retenção do padrão (Sigma, EUA).

Os dados do perfil de ácidos graxos foram agrupados para calcular a relação entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados (PUFAs/SFAs), a relação entre ômega-6/n-3, seguindo as prescrições da OMS. Os demais dados obtidos por índices de qualidade lipídica foram comparados com índices recomendados na literatura, como principais exemplos Hernández-Martínez et al. (2016), Passos et al. (2016), Rodrigues et al. (2017) e Souza & Tobal (2021). A qualidade nutricional da fração lipídica também foi calculada a partir do perfil de ácidos graxos por meio dos

índices de aterogenicidade (AI), trombogenicidade (TI) e da relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H) (Rodrigues et al., 2017).

Para essas avaliações, foram utilizadas as seguintes fórmulas matemáticas:

I) Índice de Aterogenicidade (AI) = $[(12:0 + 4 \times 14:0 + 16:0)] / \Sigma \text{AGM} + \Sigma n-6 + \Sigma n-3$;

II) Índice de Trombogenicidade (TI) = $(14:0 + 16:0 + 18:0) / [(0,5 \times \Sigma \text{AGM}) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3/n-6)]$;

III) Relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H) = $(18:1 \text{ n-9} + 18:2 \text{ n-6} + 20:4 \text{ n-6} + 18:3 \text{ n-3} + 20:5 \text{ n-3} + 22:5 \text{ n-3} + 22:6 \text{ n-3}) / (14:0 + 16:0)$.

2.3. Análises microbiológicas

Foram realizadas análises para detecção de *Salmonella* sp. utilizando o método ISO 6579:2007, enquanto a presença de *Staphylococcus aureus* foi avaliada por meio da técnica de contagem direta em placas. Para a quantificação de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C e *Escherichia coli*, foi aplicado o método do Número Mais Provável (NMP), conforme os procedimentos descritos pela Apha.

Essas análises tiveram como objetivo verificar os parâmetros higiênico-sanitários e avaliar se o produto está em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente. Para isso, Todos os procedimentos foram realizados atendendo aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 60/2019 do MAPA.

2.4. Análise estatística

A análise estatística dos dados foi conduzida no RStudio utilizando estatística descritiva, sendo os resultados expressos em média e desvio padrão médio, a fim de avaliar a dispersão e a homogeneidade dos parâmetros analisados. Para comparação das médias obtidas, aplicou-se análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey, adotando nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS

A linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu apresentou composição nutricional equilibrada e dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (IN nº 04/2000) (Quadro 1). O teor de cloreto de sódio foi de 1,93%, bem abaixo do máximo permitido de 4%, enquanto a umidade ficou em 60,70%, também dentro do limite de 65%. Os níveis de cinzas (2,55%) e lipídios (9,0%) respeitaram os limites máximos de 2,5% e 30%, respectivamente. Destaca-se o teor de proteínas, com média de 14,12%, superando o mínimo exigido de 12%, o que indica bom valor nutricional. O pH (6,26) e a atividade de água ($A_w = 0,95$) não possuem limites legais, mas estão dentro de faixas típicas para produtos cárneos. A presença de carboidratos foi de 17,42%, e o valor calórico atingiu 217,16 kcal por 100g, equivalente a 908,60 kJ, sugerindo um produto energético e nutritivo. Esses resultados indicam que a linguiça está adequada para consumo e apresenta potencial como alternativa alimentar.

Quadro 1. Composição centesimal, valor calórico e energético da linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).

Parâmetros	Médias das amostras	Legislação (IN nº 04/2000)****
Cloreto de Sódio (NaCl) (%)	1,93 ± 0,01	—
pH	6,26 ± 0,01	—
A_w	0,95 ± 0,02	—
Umidade (%)	60,70 ± 8,91	Máx. 70%
Cinzas (%)	2,55 ± 0,52	
Proteínas (%)	14,12 ± 0,08	Min.12%
Lipídios (%)	9,0 ± 2,50	Max.30%

Carboidratos (%)***	17,42 ± 1,67	
Calorias (Kcal/100g)***	217,16	
Valor energético (KJ/100g)	908,60	

* Resultados expressos como a média ± desvio padrão de três replicatas. ** Coeficiente de Variação.

Resultados provenientes de cálculos conforme Brasil (2003) e Brasil (2001), não possibilitando estatística significativa.* Brasil (2000).

A linguiça elaborada com CMS de pirarucu apresenta uma composição mineral que contribui positivamente para o valor nutricional do produto (Quadro 2). O teor de ferro total ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) foi de 1,22 mg/100g, o que é relevante para a prevenção de anemias e para o transporte de oxigênio no organismo. O sódio, com 280 mg/100g, está presente em quantidade moderada, compatível com produtos cárneos processados, enquanto o potássio atingiu 300 mg/100g, mineral essencial para o equilíbrio eletrolítico e função muscular. O cálcio (14,40 mg/100g) e o magnésio (12,30 mg/100g) aparecem em menores concentrações, mas ainda contribuem para a saúde óssea e o metabolismo energético. Esses dados indicam que, além de saborosa, a linguiça de pirarucu pode ser uma fonte interessante de minerais importantes para a dieta.

Quadro 2. Composição mineral da linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).

Minerais	Values (mg/100g)
Ferro total ¹	1,22 ± 0,18
Sódio (Na^+)	280,00 ± 20,00
Potássio (K^+)	300,00 ± 50,00
Cálcio (Ca^{2+})	14,40 ± 2,25
Magnésio (Mg^{2+})	12,30 ± 2,70

¹ Ferro total = $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$

O quadro 3 apresenta os resultados da linguiça elaborada a partir da CMS de pirarucu, apresentou um perfil lipídico caracterizado pelo predomínio de ácidos graxos insaturados (72,71%), com destaque para os monoinsaturados (41,25%), especialmente o ácido oleico (36,44%). Entre os poli-insaturados (31,46%), sobressaíram o EPA (8,62%), o DHA (6,98%) e o ácido araquidônico (6,77%), evidenciando a presença significativa de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 de importância nutricional. Os ácidos graxos saturados corresponderam a 27,29% do total, sendo o ácido palmítico (18,34%) e o esteárico (5,58%) os mais abundantes. Esse perfil sugere um produto com potencial valor funcional, devido à elevada proporção de ácidos graxos insaturados, especialmente os de cadeia longa associados a benefícios cardiovasculares e anti-inflamatórios

Quadro 3. Perfil de ácidos graxos em linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).

Nomenclatura usual / Simbologia	Valores (%)
Ácido laurico ¹ / C12:0	1,23 ± 0,10
Ácido mirístico ¹ / C14:0	0,42 ± 0,03
Ácido pentadecílico ¹ / C15:0	0,084 ± 0,01
Ácido palmítico ¹ / C16:0	18,34 ± 1,00
Ácido margárico ¹ / C17:0	0,29 ± 0,00
Ácido esteárico ¹ / C18:0	5,58 ± 0,62
Ácido araquídico ¹ / C20:0	0,44 ± 0,01
Ácido beênico ¹ / C22:0	0,37 ± 0,04
Ácido lignocérico ¹ / C24:0	0,54 ± 0,02
Ácido palmitoléico ² / C16:0 <i>n</i> -7	0,62 ± 0,01
Ácido Cis-10-heptadecenoico ² / C17:1	0,50 ± 0,03
Ácido oleico ² / C18: 1 <i>n</i> -9	36,44 ± 0,06
Ácido vaccênico ² / C18:1 <i>n</i> -7	3,33 ± 0,01

Ácido gondoico ² / C20:1 <i>n</i> -9	0,22 ± 0,00
Ácido erúcico ² / C22:1 <i>n</i> -9	0,36 ± 0,00
Ácido α -linolênico (ALA) ² / C18:3 <i>n</i> -3	2,30 ± 0,04
Dihomo- α -linolênico ² / C20:3 <i>n</i> -3	1,78 ± 0,01
Ácido eicosapentanoico (EPA) ² / C20:5 <i>n</i> -3	8,62 ± 0,04
Ácido linoleico (AA) ² / C18:2 <i>n</i> -6	3,44 ± 0,07
Ácido Gamma linolênico (GLA) ² / C18:3 <i>n</i> -6	057 ± 0,00
Ácido eicosadienoico ² / C20:2 <i>n</i> -6	0,23 ± 0,00
Ácido Dihomo-Gamma-linolênico (DGLA) ² / C20:3 <i>n</i> -6	0,54 ± 0,00
Ácido araquidônico ² / C20:4 <i>n</i> -6	6,77 ± 0,09
Ácido docosahexanoico (DHA) ² / C22:6 <i>n</i> -3	6,98 ± 0,02
Outros*	
—	
Ácidos graxos saturados (SFAs)	27,29
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs)	41,25
Ácidos graxos insaturados (UFAs)	72,71
Ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs)	31,46

O quadro 4 apresenta os valores dos diferentes tipos de ácidos graxos ômega e dos índices de qualidade lipídica da linguíça desenvolvida.

Quadro 4. Valores de ômeegas e de índices de qualidade lipídica em linguíça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).

Variáveis		Valores (%) ¹
Omegas	Σ PUFAs (<i>n</i> -3)	23,12

	Σ PUFAs (n-6)	8,11
	Σ PUFAs (n-7)	3,95
	Σ PUFAs (n-9)	37,02
Lipid quality indices	UFAs/SFAs	2,66
	PUFAs (n-6/n-3)	0,35
	AI ²	0,293
	TI ³	0,279
	h/H	3,441

A análise microbiológica da linguiça produzida com CMS de pirarucu revelou resultados satisfatórios e dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 60/2019 do MAPA (quadro 5), indicando um produto seguro para o consumo. Não foram detectados *Estafilococos Coagulases Positivos*, cuja presença máxima permitida é de 5×10^3 UFC/g, nem *Salmonella sp.*, cuja ausência é obrigatória em 25 g de amostra. Os coliformes a 45°C apresentaram contagem inferior a 3 NMP/g, bem abaixo do limite de 5×10^2 NMP/g. Já os coliformes totais também ficaram abaixo de 3 NMP/g, e não há especificação legal para esse parâmetro no quadro. A ausência de *Escherichia coli* foi registrada, embora não haja referência normativa direta. Esses dados demonstram que o produto atende aos requisitos higiênico-sanitários, reforçando sua qualidade microbiológica.

Quadro 5. Análises microbiológicas em linguiça desenvolvida a partir da CMS de pirarucu (*Arapaima gigas*).

Parâmetros	Resultado	IN nº 60/2019- MAPA
<i>Estafilococos Coagulase Positivo</i> (UFC/g)	Ausente	5×10^3 (UFC/g)

<i>Salmonella</i> sp. em 25 g	Ausência	Ausência em 25 g
Coliformes 45°C (NMP/g)	< 3	5 x 10 ³ (NMP/g)
Coliformes 35°C (NMP/g)	< 3	—
<i>Escherichia Coli</i> (NMP/g)	Ausente	—

NMP = Número Mais Provável; UFC = Unidades Formadora de Colônias.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo demonstra com sucesso o potencial da Carne Mecanicamente Separada (CMS) de pirarucu como matéria-prima viável para o desenvolvimento de um produto cárneo processado, especificamente uma linguiça, com elevada qualidade nutricional e microbiológica. Os resultados obtidos estão em consonância com a tendência global de aproveitamento integral do pescado, agregando valor a subprodutos da filetagem e promovendo a sustentabilidade na cadeia produtiva (Guimarães et al., 2017).

A composição centesimal da linguiça desenvolvida revelou um produto nutricionalmente equilibrado, atendendo integralmente aos parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 04/2000. O teor proteico de 14,12% supera o mínimo exigido de 12%, confirmando o alto valor proteico inerente ao pirarucu (Martins et al., 2017) e destacando a CMS como uma excelente fonte deste macronutriente. O baixo teor de sódio (1,93% de NaCl) é um atributo positivo, considerando as preocupações contemporâneas com a saúde cardiovascular. O perfil lipídico, com 9,0% de lipídios totais, é favorável, mas a verdadeira distinção nutricional reside na qualidade dessa gordura.

O perfil de ácidos graxos foi notável, caracterizado por uma predominância de ácidos graxos insaturados (72,71%), com destaque para os poli-insaturados (31,46%). A presença significativa de ácidos graxos de cadeia longa da série ômega-3, como EPA (8,62%) e DHA (6,98%), confere ao produto um potencial funcional considerável, associado a benefícios cardiovasculares, anti-inflamatórios e cognitivos (Scherr et al., 2015). A proporção de ácidos graxos ômega-6/ômega-3 (0,35) é considerada excelente, estando bem abaixo dos valores tipicamente encontrados em dietas ocidentais, o que é altamente desejável. A presença de ácidos graxos da série n-7,

como o ácido palmitoleico, também merece menção, dado seu emergente papel na modulação da sensibilidade à insulina e em processos anti-inflamatórios (Frigolet; Gutiérrez-Angular, 2017). Os índices de qualidade lipídica (AI, TI e relação h/H) calculados, embora não apresentados no quadro, seriam esperados como favoráveis, dada a alta insaturação e o perfil específico de ácidos graxos, indicando um produto com potencial para contribuir para a saúde lipídica (Hernández-Martínez et al., 2016).

A composição mineral complementa o valor nutricional, com teores relevantes de ferro (importante para o transporte de oxigênio), potássio (essencial para o equilíbrio eletrolítico) e outros minerais, tornando a linguiça uma fonte interessante destes micronutrientes.

Microbiologicamente, o produto mostrou-se seguro para o consumo, atendendo aos padrões microbiológicos determinados pela IN nº 60/2019 (MAPA). A ausência de *Salmonella* sp. em 25g e a contagem de estafilococos coagulase positivos abaixo do limite de detecção são indicativos de que o processamento foi conduzido sob adequadas condições de higiene.

Quando comparado a outros estudos que utilizaram CMS de pescado, os resultados aqui obtidos se mostram promissores. O teor proteico da linguiça de pirarucu (14,12%) é superior ao reportado para patês elaborados com CMS de tilápia (Matiucci et al., 2021) e de *Brycon amazonicus* (Matiucci et al., 2021). O perfil lipídico, rico em PUFA n-3, também se mostrou mais favorável do que o observado em cortes de outras espécies de água doce como o pangásius e o pintado (Scherr et al., 2015; Souza; Tobal, 2021), reforçando a vantagem nutricional do pirarucu.

Em síntese, a linguiça de CMS de pirarucu apresenta-se como um produto inovador, seguro e de alto valor nutricional. Ela se alinha perfeitamente com as iniciativas de aproveitamento de resíduos e valorização de recursos nativos, podendo ser uma alternativa interessante para a merenda escolar através de programas como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (Leonel et al., 2019), além de representar uma nova opção para o mercado de pescado, atendendo consumidores em busca de alimentos saborosos, nutritivos e funcionais.

5. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou com sucesso o potencial da Carne Mecanicamente Separada (CMS) de pirarucu para o desenvolvimento de uma linguiça segura e de alto valor nutricional. O produto atendeu integralmente aos parâmetros legais, com destaque para o elevado teor proteico (14,12%), o perfil lipídico equilibrado, rico em ácidos graxos insaturados (72,71%) e ômega-3 (EPA e DHA), e a composição mineral relevante. Microbiologicamente, o produto mostrou-se seguro para consumo, atendendo aos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, do MAPA. A linguiça de CMS de pirarucu apresenta-se, portanto, como uma alternativa inovadora, nutritiva e sustentável, capaz de agregar valor a subprodutos da filetagem e atender consumidores em busca de alimentos funcionais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boletim da Aquicultura e Pesca 2021**. Brasília: MAPA, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece os padrões microbiológicos para alimentos de origem animal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p 9-12, 26 dez. 2019.

CAVALI, J. et al. Fatty acid profile, omegas and lipid quality in commercial cuts of pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) cultivated in excavated tanks. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 45, n. 1, e61186, 2023.

CAVALI, J.; DANTAS FILHO, J. V. Estimativas da piscicultura no estado de Rondônia. **Scientia Naturalis**, v. 6, n. 1, p. 335-351, 2024.

DANTAS FILHO, J. V. et al. Minerais, ômegas e qualidade lipídica em carne mecanicamente separada proveniente do resíduo da filetagem de *Arapaima gigas*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 4, e2760, 2022.

FRIGOLET, M. E.; GUTIÉRREZ-ANGULAR, R. The role of the novel lipokine palmitoleic acid in health and disease. **Advances in Nutrition**, v. 8, n. 1, p. 173-181, 2017.

GUIMARÃES, J. L. B.; CALIXTO, F. A. A.; MESQUITA, E. F. M. Produção e utilização da carne mecanicamente separada de pescado: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 268/269, p. 31-35, 2017.

Hernández-Martínez, M.; Gallardo-Velázquez, T.; Osoro-Revilla, G.; Castañeda-Pérez, E.; Uribe-Hernández, K. Characterization of Mexican fishes according to fatty acid profile and fat nutritional indices. **International Journal of Food Properties**, v.19, n.6, p.1401–1412, 2016.

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: **Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

LIMA, A. F. et al. Pirarucu (*Arapaima gigas*): biologia, produção e perspectivas no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 22, p. 1-17, 2021.

NUNES, E. de O. et al. Potencial tecnológico da carne mecanicamente separada (CMS) de pirarucu (*Arapaima gigas*) para desenvolvimento de produtos pesqueiros. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, e2019212, 2020.

LEONEL, A. P. S. et al. Uso de tecnologias de processamento do pescado em cardápios escolares. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 26, e019019, 2019.

MARTINS, M. G.; MARTINS, D. E. G.; PENA, R. S. Chemical composition of different muscle zones in pirarucu (*Arapaima gigas*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016164, 2017.

MATIUCCI, M. A. et al. Elaboration of pâté using fish residues. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 15, n. 3, p. 209-219, 2021.

RODRIGUES, B.L.; Canto, A.C.V.C.S.; Costa, M.P.; Silva, F.A.; Mársico, E.T.; Conte-Júnior, C.A. Fatty acid profiles of five farmed Brazilian freshwater fish species from different families. **PLoS ONE**, v.12, n.6, e0178898, 2017.

OLIVEIRA, T. M. de et al. Aproveitamento de resíduos do processamento de pescado: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. e208111495, 2019.

RUIZ-DE-CENZANO, M.; BESER, U.; CERVERA, M. L.; GUARDIA, M. Fast determination of fish mineral profile. Application to Vietnamese panga fish. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.95, p.195–201, 2013

SANTOS, R. B. dos et al. Desafios e perspectivas da cadeia produtiva do pescado no estado do Amazonas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 3, e203458, 2020.

SANTOS, A.M.P.; Lima, J.S.; Santos, I.F.; Silva, E.F.R.; Santana, F.A.; Araujo, D.G.G.R.; Santos, L.O. Mineral and centesimal composition evaluation of conventional and organic cultivars sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) using chemometric tools. **Food Chemistry**, v.273, p. 166-171, 2017.

SCHERR, C. et al. Fatty acid and cholesterol concentrations in usually consumed Fish in Brazil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 104, n. 2, p. 152-158, 2015

SILVA, E. E. et al. A new pre-slaughter stunning method promotes quality of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fillets compared to conventional methods. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 51, e910, 2025.

SILVA, Neusely da. et.al; **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. – 4.Ed. – São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SOUZA, K.O.; TOBAL, T.M.A Compositional and sensorial analysis of gnocchi stuffed with spotted sorubim carcass meat. **Journal of Culinary Science & Technology**, v.19, n.1, p.83-92, 2021.