

Métodos de filetagem da tilápia-do-Nilo em dois abatedouros frigoríficos de pescado: rendimento de filé e resíduos

Nile tilapia filleting methods in two fish slaughterhouses: fillet yield and waste

Métodos de fileteado de tilapia del Nilo en dos mataderos de pescado refrigerados: rendimiento del filete sin piel y desechos

Recebido: 27/09/2022 | Revisado: 17/10/2023 | Aceitado: 10/01/2023 | Publicado: 11/01/2023

Elisandra Simão Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7428-8794>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: elisandra-reis@agricultura.rs.gov.br

Susana Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1047-1837>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: susana.cardoso@ufrgs.br

Tamara Esteves de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9353-4180>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: esteves.teo@gmail.com

Resumo

Avaliou-se o rendimento no processamento de filé de 220 tilápias (*Oreochromis niloticus*), com peso médio entre 0,470kg e 1,113kg, categorizadas em dois grupos de peso, no âmbito de duas agroindústrias processadoras de pescado, no Rio Grande do Sul. Estas foram insensibilizadas, abatidas e processadas de acordo com o método de filetagem adotado por cada agroindústria. No Método 1 (M1) a filetagem era realizada a partir do peixe inteiro e sem passar por evisceração e decapitação e no Método 2 (M2), os peixes eram decapitados por corte oblíquo, logo atrás das nadadeiras craniais e em seguida eviscerados antes da filetagem. O M1 se mostrou mais eficiente quanto ao rendimento de filé sem pele, bem como menor geração de resíduos. Tanto no M1 quanto no M2 peixes maiores proporcionaram melhores resultados. Em ambas as agroindústrias, a faixa de peso mais leve produziu maior quantidade de resíduos. Conclui-se que é necessário implementar métodos de filetagem de tilápias que proporcionem maior rendimento de filé sem pele, dentro de um processo de industrialização, visando agregar valor aos resíduos e diminuindo os impactos ambientais.

Palavras-chave: Eficiência de processamento; Industrialização do pescado; Rendimento de filé; Tilápia-do-Nilo.

Abstract

The yield of 220 tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillet processing was evaluated, with an average weight between 0.470kg and 1.113kg, categorized into two weight groups, within the scope of two fish processing agroindustries, in Rio Grande do Sul. These were desensitized, slaughtered and processed according to the filleting method adopted by each agroindustry. In Method 1 (M1), filleting was performed from the whole fish and without going through evisceration and decapitation, and in Method 2 (M2), the fish were decapitated by oblique cutting, just behind the cranial fins and then eviscerated before filleting. The M1 proved to be more efficient in terms of skinless fillet yield, as well as lower waste generation. Both in M1 and in M2 larger fish provided better results. In both agroindustries, the lighter weight range produced a greater number of residues. It is concluded that it is necessary to implement tilapia filleting methods that provide a higher yield of skinless fillet, within an industrialization process, aiming to add value to waste and reduce environmental impacts.

Keywords: Processing efficiency; Industrialization of fish; Fillet yield; Nile tilapia.

Resumen

Se evaluó el rendimiento de 220 procesamientos de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*), con un peso promedio entre 0,470 kg y 1,113 kg, categorizados en dos grupos de peso, en el ámbito de dos agroindustrias procesadoras de pescado, en Rio Grande do Sul. Estos fueron desensibilizados, faenados y procesados según el método de fileteado adoptado por cada agroindustria. En el Método 1 (M1), el fileteado se realizó a partir del pescado entero y sin pasar por evisceración y decapitación, y en el Método 2 (M2), los pescados fueron decapitados por corte oblicuo, justo detrás de las aletas craneales y luego eviscerados antes del fileteado. El M1 demostró ser más eficiente en términos de rendimiento de filetes sin piel, así como una menor generación de residuos. Tanto en M1 como en M2 los peces de

mayor tamaño proporcionaron mejores resultados. En ambas agroindustrias, la gama de menor peso produjo una mayor cantidad de residuos. Se concluye que es necesario implementar métodos de fileteado de tilapia que proporcionen un mayor rendimiento de filete sin piel, dentro de un proceso de industrialización, con el objetivo de agregar valor a los residuos y reducir los impactos ambientales.

Palabras clave: Eficiencia de procesamiento; Industrialización del pescado; Rendimiento de filete; Tilapia del Nilo.

1. Introdução

A piscicultura é uma atividade que vem passando por sucessivas transformações ao longo dos anos e apresenta um grande potencial de crescimento mundial e principalmente no Brasil, por ser um país com disponibilidade hídrica, clima favorável e possuir um setor produtivo em constante busca por aperfeiçoamento dos sistemas de manejo e tecnologias de produção (Siqueira, 2021). Em 2018 a produção mundial de pescado atingiu 179 milhões de toneladas, dos quais 152 milhões foram utilizadas para o consumo humano e 22 milhões foram destinados para a produção de ração animal e óleo de peixe (Marmantini, 2022). Neste mesmo ano, a tilapicultura representou 60% do total produzido pela piscicultura brasileira (Matiucci, 2021).

Não obstante ao crescimento da produção e do consumo de pescado, que chegou a 38,7% nos últimos seis anos (Associação Brasileira da Piscicultura [PEIXE BR], 2021), a geração de subprodutos de processamento e resíduos também tem aumentado de maneira gradual e proporcional à piscicultura. O peixe, ao ser eviscerado, gera de 8 a 16% de resíduos e este índice aumenta para 60 a 72% no processo de filetagem (Moraes, 2020). Para Lins (2011), dentro de um processo de filetagem que engloba operações como o pré-abate, abate, retirada da carne constituída da musculatura abdominal e dorsal do peixe (filé), remoção das aparas do filé, embalagem e estocagem, os resíduos gerados significam 60% do peso inicial do peixe. Para Boscolo (2007) estes resíduos representam aproximadamente 64,5% do peso do peixe vivo dependendo da espécie.

Todavia a geração de resíduos traz um duplo problema às indústrias processadoras: a pouca ou nenhuma utilização de partes da carcaça que poderiam se transformar em matéria-prima para produtos comestíveis e a questão ambiental de descarte inadequado de subprodutos e resíduos. Estes fatores têm evidenciado a necessidade de valorizar os subprodutos de processamento de pescado, contribuindo paralelamente para uma indústria mais sustentável (Idea et al., 2020). Habitualmente, segundo Vieira-Júnior (2013), os resíduos sólidos são destinados à produção de rações (sem remuneração à empresa geradora) e os resíduos líquidos descartados na rede pública. Analisando os destinos dos resíduos de processamento de pescado declarados por empresas do Sul do Brasil, foi relatado que 68% destes são encaminhados às indústrias de farinha de pescado, 23% ao aterro sanitário municipal e 9% despejados diretamente nos rios, constituindo assim um impacto ambiental muito grave (Stevanato, 2006).

A tilápia-do-nilo é originária do continente africano e foi difundida no Brasil na década de 1970, inicialmente na região Nordeste, em São Paulo e Minas Gerais, posteriormente no Paraná e Rio Grande do Sul (Figueiredo Junior et al., 2008). Esta espécie se destaca das demais por suas potencialidades de cultivo, tais como crescimento rápido, reprodução precoce, rusticidade a doenças e tolerância a altas concentrações de densidade, o que favorece sua produção e a torna a principal espécie da piscicultura brasileira na atualidade (Valenti et al., 2021). Quanto à qualidade da carne, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta características típicas de interesse para o mercado consumidor. Trata-se de um peixe de fácil filetagem, com carne branca e textura firme, com sabor delicado e livre de espinhas (Silva, 2009).

Com o aumento da produção de tilápia, torna-se relevante avaliar a eficiência produtiva das indústrias processadoras de pescado, a fim de desenvolver tecnologias, estimular o aproveitamento integral destes peixes e dos subprodutos do processamento, visando diminuir os impactos ambientais do descarte inadequado, agregar valor ao produto, diminuir o desperdício e produzir novos alimentos e produtos.

O primeiro passo para analisar a eficiência da filetagem de tilápias é estimar o rendimento durante seu processamento, onde a maioria dos estudos utiliza modelos estatísticos, correlacionando o rendimento do filé ao peso do peixe inteiro (Pires, 2011). Um fator importante quando se trata de índices de rendimento é o método de filetagem. Ainda existem muitas divergências quanto ao procedimento mais eficiente, ou seja, aquele que proporciona melhor aproveitamento de filé, maiores taxas de rendimento, maior facilidade operacional e menor tempo de processo, justamente por não existir um padrão de processamento estabelecido (Souza et al., 2006). Na literatura é possível encontrar dados de rendimento de filé de tilápia em relação ao peso do peixe inteiro com variação de 25,4% a 42%. Porém, já se sabe que essa variação está associada com a faixa de peso ao abate, ao método de filetagem, à destreza do filetador, às características morfológicas do peixe e aos equipamentos utilizados no processamento (Souza et al., 2001).

Uma vez que os métodos de processamento de tilápias não são padronizados no Brasil e existem divergências quanto à forma de filetar mais eficiente, considerando o peso do peixe inteiro, essa pesquisa visa comparar os métodos de filetagem da tilápia-do-nylo utilizados em dois abatedouros frigoríficos de pescado da Região Noroeste do Rio Grande do Sul (RS). Essa comparação tem enfoque na eficiência dos métodos, considerando rendimento de filé sem pele e menor geração de resíduos de cada processo.

2 Metodologia

O experimento se deu em duas agroindústrias processadoras de pescado, identificadas aqui como Agroindústria A e Agroindústria B. Ambas as empresas estão localizadas na região Noroeste do RS e utilizam como matéria-prima tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*), da linhagem Gift, provenientes de pisciculturas desta região e do estado do Paraná. Essa linhagem, por possuir maior rastreabilidade genética no Brasil quando comparada a outras linhagens, apresenta melhores resultados produtivos, com destaque ao desempenho nutricional, maior rendimento de filé, ciclo produtivo mais curto e ambientação mais resistente (Dias, 2020).

Para o experimento foram utilizados 220 exemplares de tilápia-do-nylo, 110 de cada agroindústria, escolhidas por conveniência dentro da linha de processamento das empresas, durante quatro dias distintos, entre fevereiro e março de 2021.

Quanto à produção as tilápias foram criadas por aproximadamente cinco meses até serem destinadas ao abate e foram alimentadas com ração peletizada com 22% de proteína bruta. Após o transporte das propriedades até as unidades de beneficiamento os peixes permaneceram em tanques de depuração na recepção das agroindústrias durante 24 horas antes do abate. A insensibilização foi realizada por termonarose em tanque com água gelada e gelo, durante seis minutos antes do abate, nas duas agroindústrias. Os peixes antes de entrarem nas plantas industriais foram lavados e posteriormente ao abate foram descamados em equipamento de aço inoxidável específico, tipo centrífuga, com capacidade para processar 400kg/hora (Modelo AISI 304).

Posteriormente, foi obtido o peso do peixe inteiro (P) em gramas, utilizando balança digital da marca Toledo, modelo 9094c/6 com capacidade para 20kg e precisão de 1g na Agroindústria A e da marca Itatiba, modelo WT3000J, com capacidade para 15kg e precisão de 1g, na Agroindústria B.

Os filetadores foram capacitados em treinamento que ocorreu em duas etapas: a primeira foi a exposição dos objetivos da pesquisa, escolha dos filetadores e da equipe que participaria da coleta de dados, seleção das facas, utensílios e equipamentos que fariam parte do processo, além do agendamento das datas de coleta. As facas utilizadas para a filetagem foram similares nas duas empresas, para que o rendimento não fosse influenciado pelo tipo de faca adotada. Já as balanças para pesagem, por não interferirem no resultado, ficaram a critério de cada empresa. Na segunda etapa de capacitação foi realizada uma simulação da filetagem com a pesagem das diferentes partes da carcaça dos peixes para alinhamento das atividades referentes à coleta de dados e definição das variáveis. Tal treinamento incluiu o estabelecimento dos critérios adotados e a

distribuição das atividades dentro do processo para cada colaborador envolvido. A partir da simulação realizada na Agroindústria A e adequação do processo, repetiu-se na Agroindústria B o mesmo tipo e etapas de capacitação. Quanto ao fundamento de seleção dos fileteiros levou-se em consideração o tempo de serviço de cada colaborador dentro da empresa, ou seja, colaboradores mais antigos, portanto, com mais experiência, foram os selecionados.

Nos dias de coleta de dados o processo de filetagem foi realizado sempre pelo mesmo colaborador, previamente capacitado, em cada agroindústria. Nos processamentos foram obtidas duas laterais da musculatura dorsal dos peixes (filés), no sentido longitudinal, ao longo de toda a extensão da coluna vertebral e costelas. Na Agroindústria A, Método 1 (M1), o processo de filetagem ocorreu a partir do peixe inteiro e sem passar por evisceração e decapitação. Na Agroindústria B, os peixes foram decapitados por corte oblíquo, com incisão realizada logo atrás das nadadeiras craniais, e em seguida foram eviscerados antes da filetagem (M2). Nos dois métodos, a pele dos peixes foi retirada após a filetagem, utilizando equipamento Skin 2000.

A literatura reporta que os termos “descarte”, “subprodutos” e “resíduos”, como descritores das partes resultantes do aproveitamento dos peixes fora os produtos principais como por exemplo os filés, são nomenclaturas que ainda expressam pouca precisão, segundo Rustad (2003). Blanco et al. (2007) definem como descarte a fauna que acompanha os produtos de pesca e que não tem valor comercial. Já, os produtos gerados durante a industrialização e que, em geral, são subutilizados por não ter um valor comercial inicial, são considerados subprodutos para Vieira-Júnior (2013). Além disso, para o mesmo autor, os subprodutos e as sobras de um processo de industrialização são considerados resíduos. Para fins estatísticos, em nosso experimento, foi adotado o termo resíduo para todos os elementos (subprodutos da filetagem, pele e resíduos), embora se tenha a compreensão de que alguns subprodutos da filetagem possam se tornar produtos comestíveis¹ e que a pele possa ser usada na indústria alimentícia, farmacêutica e curtumes.

Em nosso estudo, a variável ‘resíduo’ foi obtida a partir da soma das médias dos subprodutos da filetagem (músculo abdominal ventral e toaite “v”, os quais foram submetidos a uma única pesagem) e dos resíduos (segmentados e pesados em dois grupos: (i) a pele sem escamas² e (ii) a carcaça, a cabeça, nadadeiras, vísceras e coluna vertebral). Suas médias foram calculadas a partir do peso do peixe inteiro, e estes foram categorizados em função do peso corporal inicial, divididos em duas faixas (Leves e Pesados):

Leves = 0,470kg - 0,819kg

Pesados = 0,820kg - 1,130kg

Para o cálculo dos rendimentos dos filés e dos resíduos de abate foi adotada a seguinte fórmula de Reidel et al. (2004):

$$R (\%) = Pf / Pi \times 100$$

Em que:

- R (%) = rendimentos da parte do peixe que se deseja calcular
- Pf = Peso do filé sem pele
- Pi = Peso total do peixe inteiro

¹ Muitos estudos têm sido aprimorados com a finalidade de submeter os subprodutos da filetagem da tilápia para a elaboração de outros produtos, tais como: carne mecanicamente separada (CMS), surimi, salsicha, mortadela, patê, nuggets (Vieira-Junior, 2013).

² A pele de peixe é um subproduto bastante utilizado também para a fabricação de couro e gelatina (como substituição da gelatina tradicional para indivíduos com restrição alimentar), segundo Borgignon (2012). Outro destino importante para a pele da tilápia, segundo Rotondano Filho (2021) é a indústria farmacêutica por se tratar de um subproduto com propriedades regenerativas, com promissor uso como curativo para queimaduras, por exemplo.

Os dados de rendimento de filé sem pele e da geração de resíduos de abate foram submetidos à ANOVA³ de duas vias realizadas no software RStudio (1.4.1717), considerando nível de significância de 5%, com assessoria do Núcleo de Assessoria Estatística (NAE) do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

3 Resultados e Discussão

Quanto ao processamento e filetagem das tilápias verificou-se que na Agroindústria A o processo é mais manual, sendo que a condução dos peixes inteiros e dos filés era realizada utilizando caixas plásticas brancas com capacidade de aproximadamente 40 litros ao longo de toda a linha de produção. Em uma planta de 292m² empregava sete colaboradores, sendo cinco deles no setor de filetagem, que processava cerca de 8mil kg/filé de tilápia/mês. A empresa possuía registro no serviço de inspeção estadual do RS (CISPOA), a comercialização e distribuição do filé congelado de tilápia era realizada em todo o estado do Rio Grande do Sul, com ênfase maior para o comércio na região noroeste (restaurantes e supermercados). Em contrapartida, a Agroindústria B contava com um sistema automatizado, em que a matéria-prima é transportada através de esteiras elétricas em todas as etapas da produção do filé. Além disso, contava com um número maior de colaboradores (30) e de filetadores (19), em uma planta de 402m² onde eram produzidos cerca de 4.500kg/filé de tilápia/dia. A empresa possui registro no Sistema de Inspeção Federal (SIF) e com isso, abrangência para comercializar e distribuir filé congelado de tilápia em todo o território nacional, embora seu mercado maior fosse grandes redes de supermercados da região metropolitana de Porto Alegre.

As etapas de descamação e remoção da pele dos filés das duas agroindústrias eram realizadas de forma muito semelhante e utilizavam o mesmo tipo de equipamento, assim como na retirada das aparas da filetagem, que era realizada de forma manual em ambas as agroindústrias. Quanto às etapas de embalagem, congelamento e armazenamento, a Agroindústria B encaminhava os filés de tilápia para um túnel de congelamento, já embalados, e depois de 24h transferia os produtos para a câmara de estocagem, evitando nova manipulação direta do filé, diferentemente da Agroindústria A, que embalava os filés somente depois de terem passado pelo túnel de congelamento. A comparação do processo de filetagem de tilápias-do-nilo nas Agroindústrias A e B estão descritas no Quadro 1.

³ANOVA, análise de variância, tem como objetivo comparar a média de população amostral, e assim identificar se essas médias diferem significativamente entre elas. Enquanto nos testes de hipótese se trabalha com duas amostras, a ANOVA compara a média de mais de duas amostras e determina se ao menos uma se difere significativamente das demais.

Quadro 1 - Descrição do processo de filetagem de tilápias-do-nylo em duas agroindústrias localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil.

Etapas do Processo	Agroindústria A	Agroindústria B
Recepção dos peixes	Em tanque de depuração onde as tilápias permanecem por 24h.	
Insensibilização por termonarose	Tanque de inox contendo água e gelo por 6 minutos.	
Descamação	Em centrífuga inox de alta rotação Modelo AISI 304.	
Sangria	Em tábua de polipropileno imediatamente antes da decapitação.	
Decapitação e Evisceração	Não realiza.	Retirada da cabeça e das vísceras com o uso de faca.
Filetagem	Retirada da musculatura dorsal, nas duas laterais do peixe.	
Retirada da pele dos filés	Em equipamento de inox Skin 2000.	
Retirada das aparas na toailete	Retirada de eventuais sobras de pele, espinhas, porção ventral do músculo abdominal e corte em “v”.	
Túnel de Congelamento	Os filés são depositados em bandejas brancas em camadas interfoliadas com plástico e levados ao túnel de congelamento.	Após o processo de embalagem.
Embalagem	Após 24h os filés são retirados das bandejas, embalados e levados a câmara de armazenamento.	Imediatamente após o toailete.
Câmara de Armazenamento	Os filés embalados permanecem na câmara de armazenamento até a expedição.	
Expedição	Os filés são transportados em caixas plásticas brancas, em embalagem primária, por caminhão refrigerado.	Embalagem secundária de papelão e transporte por caminhão refrigerado.

Fonte: Elaborado pelas autoras da pesquisa.

Apesar de seguir etapas semelhantes, as duas agroindústrias apresentam métodos distintos de filetagem de tilápias (Quadro 1). Essas diferenças interferem no tempo e na eficiência da filetagem, bem como na quantidade de resíduos gerados pelo processo. Na tabela 1 estão descritas as médias de peso das diferentes partes das carcaças de tilápias (kg) onde verifica-se que não houve diferença significativa entre as agroindústrias para rendimento de filé sem pele, e que os pesos médios encontrados foram de 0,310kg e 0,289kg, respectivamente para agroindústria A e B. Para a variável pele, houve diferença no peso encontrado entre as agroindústrias A e B, sendo o menor peso médio obtido pela agroindústria A, 0,040kg. A agroindústria A obteve menor peso para subprodutos da filetagem, com 0,008kg em média. Já a agroindústria B, obteve um resultado de 0,030kg, havendo diferença.

Tabela 1 - Médias de peso em quilos das diferentes partes das carcaças de tilápia nas agroindústrias A e B.

Variável (kg)	A	B
Peixe inteiro	0,804 ^a	0,845 ^b
Filé sem pele	0,310 ^a	0,289 ^a
Pele	0,040 ^a	0,052 ^b
Subprodutos da Filetagem	0,008 ^a	0,030 ^b
Resíduos	0,457 ^a	0,465 ^b

^{a,b} Valores seguidos por letras iguais entre si, na mesma linha, não diferem estatisticamente. Fonte: Elaborado pelas autoras da pesquisa.

Conforme o esperado, as duas agroindústrias apresentaram diferentes pesos das partes das tilápias processadas. Em relação ao peso médio dos resíduos, os resultados alcançados nesta pesquisa foram de 0,457kg e 0,465kg (P<0,005) na comparação entre as agroindústrias A e B (Tabela 1).

Na Tabela 2 estão descritas as médias de peso das diferentes partes das carcaças de tilápias classificadas em leves e pesadas, onde o peso da pele, o peso dos subprodutos da filetagem e o peso dos resíduos apresentaram diferenças significativas.

Tabela 2 - Média de peso em quilos das diferentes partes das carcaças de tilápias classificadas por faixa de peso.

Variável (Kg)	Leves	Pesados
Peixe inteiro	0,707 ^a	0,918 ^b
Filé sem pele	0,257 ^a	0,342 ^b
Pele	0,041 ^a	0,051 ^b
Subprodutos da Filetagem	0,016 ^a	0,021 ^b
Resíduos	0,406 ^a	0,516 ^b

^{a,b} Valores seguidos por letras iguais entre si, na mesma linha, não diferem estatisticamente. Fonte: Elaborado pelas autoras da pesquisa.

Conforme descrito na Tabela 2, os peixes mais pesados tiveram maiores rendimentos de filé sem pele, embora seja a classificação que mais produziu subprodutos da filetagem. Para o peso da pele e peso de resíduos os peixes mais pesados tiveram valores médios de peso maiores quando comparados ao grupo de peixes mais leves.

Na Tabela 3 estão descritos os pesos dos produtos e subprodutos da filetagem de tilápias-do-nylo, de acordo com as faixas de peso nas duas agroindústrias pesquisadas.

Tabela 3 - Peso dos produtos e subprodutos da filetagem de tilápias-do-nylo conforme faixas de peso em duas agroindústrias localizadas no estado do Rio Grande do Sul.

Variável	Agroindústria A		Agroindústria B	
	Leves	Pesados	Leves	Pesados
Peso da pele	0,00371 (0,0038)	0,00440 (0,0051)	0,00464 (0,0084)	0,00582 (0,0116)
Peso dos subprodutos da filetagem	0,0082 (0,0033)	0,0086 (0,0037)	0,0252 (0,0108)	0,0344 (0,0093)
Peso dos resíduos	0,4538 (0,0487)	0,5597 (0,0442)	0,4768 (0,0423)	0,6130 (0,0579)

Obs.: Os valores da tabela indicam a média/desvio padrão. Fonte: Elaborado pelas autoras da pesquisa.

Observou-se que o peso da pele e dos resíduos, além de ser maior para os peixes mais pesados, também foi influenciado pelo método de filetagem, ou seja, o método 1 empregado na Agroindústria A é mais eficiente por produzir menor quantidade de resíduos e de pele na industrialização de tilápias, independente da faixa de peso, conforme a Tabela 3. Além disso, em relação aos subprodutos da filetagem, a Agroindústria B se mostrou mais eficiente com peixes mais leves, dentro do seu processo de filetagem, enquanto a Agroindústria A não apresentou significativas diferenças entre as faixas de peso para essa variável, ou seja, o peso dos peixes não influenciou no método de produção dos subprodutos da filetagem. Já na comparação entre os dois métodos, a Agroindústria A se mostrou mais eficiente por produzir menor quantidade de subprodutos da filetagem, embora nos dois casos esta matéria-prima seja descartada como resíduo.

Na Tabela 4 está representada a comparação (em peso e percentual) dos filés sem pele obtidos na industrialização nas agroindústrias A e B.

Tabela 4 - Médias para rendimento de filé sem pele no processamento de tilápias nas agroindústrias pesquisadas.

Faixas de peso	Agroindústria A				Agroindústria B			
	Leves		Pesados		Leves		Pesados	
	kg	%	kg	%	Kg	%	kg	%
Peixe inteiro	0,727	100	0,911	100	0,728	100	0,961	100
Filé sem pele	0,273	37,55	0,350	38,42	0,247	33,93	0,338	35,17

Fonte: Elaborado pelas autoras conforme as observações efetuadas durante a pesquisa.

O rendimento de filé sem pele calculado a partir do peso do peixe inteiro, resultou no valor médio de 37,55% e 33,93% para os peixes mais leves para os métodos 1 e 2, respectivamente ($p < 0,05$). Para os peixes mais pesados, o rendimento observado foi de 38,42% para o M1 e 35,17% para o M2 (Tabela 4). Na literatura são observados valores de rendimento bastante variados. Clement e Lovell (1994) obtiveram um percentual de rendimento de 25,4% para tilápias pesando em média 585g. Macedo-Viegas et al. (1997) relataram rendimento de filé entre 32,15% e 40,39% para tilápias nilóticas pesando de 250g a 450g. Souza et al. (1997) e Pádua et al. (1999), citam valores de rendimento entre 27% e 36%, respectivamente. Já Ribeiro et al. (1998), encontraram rendimentos de 31,49% e 33,67% para a tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*) na classificação de pesos 150-350g e 751-950g. Já na avaliação de rendimento de filé realizada por Souza e Maranhão (2001), dividindo os peixes em duas faixas de peso ao abate, 300-400g e 401-500g, foi estimado um rendimento médio de 36,5 e 36,8%, na devida ordem, para cada categoria. No estudo de Souza et al. (2005), os valores obtidos para filé de tilápias-do-nylo com faixa de peso de 601 a 800g ficou entre 35,54% e 40,23%. Pinheiro et al. (2006), em sua avaliação utilizando 4260 tilápias, encontraram rendimento médio de 31%. Todos estes autores relacionaram o rendimento de filé ao peso do peixe inteiro, porém foram utilizadas faixas de peso diferentes da presente pesquisa.

Os valores encontrados no método de filetagem utilizado pela Agroindústria B (M2) que adota a técnica de filetagem após a decapitação e evisceração das tilápias, quando comparados aos valores encontrados na literatura sobre o tema, situam-se acima da média encontrada por Souza et al. (1997), Ribeiro et al. (1998) e Pinheiro et al. (2006), e abaixo da média esperada por Souza e Maranhão (2001) e Souza et al. (2005), porém, dentro do esperado por Pádua et al. (1998) em seus experimentos. O rendimento do M1 utilizado pela Agroindústria A é superior ao encontrado por estes autores. A experiência e habilidade do filetador, o estágio de desenvolvimento dos exemplares, a linhagem e a faixa de peso dos peixes ao abate são fatores atribuídos a esta variação nos resultados encontrados em relação à literatura abordada.

Na Tabela 5 está representada a comparação entre os resíduos obtidos na industrialização das duas agroindústrias.

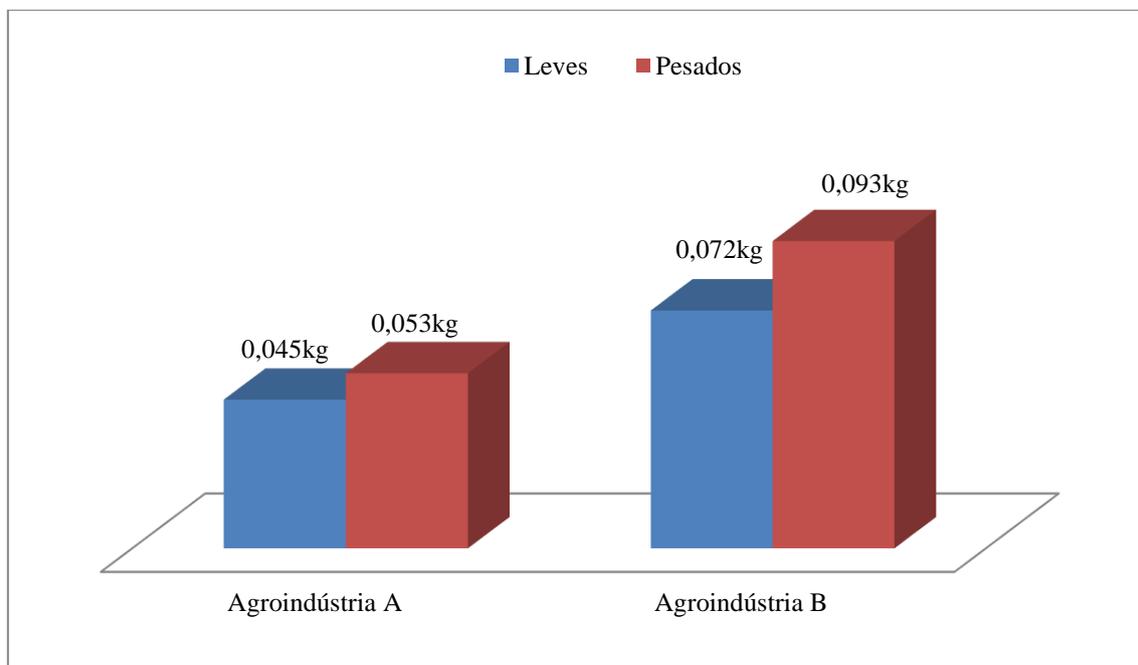
Tabela 5 - Média dos resíduos gerados durante o processamento de tilápia entre as agroindústrias pesquisadas.

Faixas de peso	Agroindústria A				Agroindústria B				
	Leves		Pesados		Leves		Pesados		
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
Descartados passíveis de aproveitamento	Pele	0,037	5,09	0,044	4,83	0,046	6,31	0,059	6,14
	Subprodutos da filetagem	0,008	1,10	0,009	0,99	0,026	3,57	0,034	3,54
	Total	0,045	6,19	0,053	5,82	0,072	9,88	0,093	9,68
Resíduos da filetagem	0,409	56,26	0,508	55,76	0,409	56,19	0,530	55,15	
Resíduos (total descartado)	0,454	62,45	0,561	61,58	0,481	66,07	0,623	64,83	

Fonte: Elaborado pelas autoras conforme as observações efetuadas durante a pesquisa.

A geração de resíduos na Agroindústria A foi de 62,45% para os peixes mais leves e 61,58% para os peixes mais pesados, enquanto na Agroindústria B obteve-se valor médio de 66,07% e 64,83%, respectivamente (Tabela 5). A geração destes resíduos se mostrou próxima aos 0,030kg para a faixa leve e 0,060kg para a faixa de peso maior entre as empresas.

Figura 1 - Média da produção de resíduos descartados (pele e subprodutos da filetagem) passíveis de aproveitamento na industrialização de tilápias em duas agroindústrias de processamento no estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaborado pelas autoras conforme os resultados da pesquisa.

Independentemente do método de filetagem, a faixa de peso dos peixes leves produziu maior quantidade de resíduos, na comparação com os peixes mais pesados. Contudo, entre os resíduos gerados que podem ser aproveitados, caso as empresas adotem tecnologias para a transformação desta matéria-prima em outros produtos comerciais, os valores são mais expressivos, conforme indicado na Figura 1.

Com relação à produção de resíduos, os resultados obtidos neste estudo condizem com os valores encontrados por Lins (2001), Boscolo (2007) e Moraes (2020), conforme anteriormente citado. Kubtza (2006) demonstrou que a quantidade e o tipo de resíduo formado na cadeia produtiva do pescado, desde a sua produção à industrialização são dependentes do processo empregado, da espécie, do tamanho do peixe, do produto final a ser comercializado, entre outros. Desta forma, podemos inferir que o método utilizado pela Agroindústria A é mais eficiente por produzir menor quantidade de resíduos, na medida que a espécie e o produto final não variaram entre as agroindústrias comparadas.

4. Considerações Finais

Diante dos resultados deste experimento, verificou-se que: i) o método utilizado para a filetagem, ii) a experiência e destreza do filetador, iii) o estágio de desenvolvimento das tilápias e iv) e a faixa de peso dos peixes ao abate interferiram no rendimento de filé sem pele e na geração de resíduos. Observou-se que o método de filetagem onde o filé é retirado sem realizar decapitação e evisceração (M1), se mostrou mais eficiente por proporcionar uma maior abrangência na área da musculatura dorsal, ao longo da extensão das costelas, o que possibilita menor quantidade de carne aderida à carcaça e menor perda de carne ao realizar o corte da cabeça dos peixes.

Avaliou-se que a produção de resíduos é significativamente maior para a categoria de peixes mais leves, em ambos os métodos. Este resultado pode ser relacionado à destreza do filetador ao realizar a filetagem, uma vez que peixes mais pesados tendem a ter maior proporção de músculo abdominal. Além disso, essa categoria tem seu manuseio favorecido na hora de remover o filé, indicando que o rendimento é influenciado pelo peso do peixe inteiro.

Todavia é importante que, para reduzir o impacto ambiental e agregar valor aos resíduos gerados no processo de filetagem, seja considerada a possibilidade da implantação de novas tecnologias e etapas de processamento para um aproveitamento total do pescado, em especial da tilápia-do-nylo, nas empresas processadoras de pescado. Como relatada anteriormente, uma porção considerável destes resíduos poderia ser utilizada como subproduto comestível na indústria alimentícia ou nas indústrias farmacêuticas e em curtumes. A utilização destes materiais pode diminuir o impacto ambiental e melhorar a produtividade e rentabilidade das agroindústrias, uma vez que não há valor adicional à unidade de beneficiamento de pescado ao enviar estes resíduos para graxarias onde serão destinados à elaboração de farinhas e ração animal, como acontece tradicionalmente.

Para futuras pesquisas, sugere-se a análise de diferentes métodos de filetagem sob as mesmas condições experimentais, em uma mesma agroindústria com um único filetador atuando nos diferentes processos. Além disso, seria interessante uma análise ampla que contemplasse agroindústrias de diferentes regiões ou mesmo todas as agroindústrias que processam tilápias em determinada região e com peixes de tamanho similar para que seja possível compreender a realidade dessa técnica de processamento e assim estabelecer diretrizes técnicas capazes de aumentar a eficiência e visando aproveitar partes comestíveis descartadas, reduzir resíduos e aumentar a lucratividade dessas empresas.

Referências

- Blanco, M. et al. (2007). Towards sustainable and efficient use of fishery resources: present and future. *Trends in Food Science and Technology*, Oxford, 18(1), 29-36.
- Bordignon, A. C. et al. (2012). Aproveitamento de peles de tilápia-do-nylo congeladas e salgadas para extração de gelatina em processo batelada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (3).
- Clement, S.; & Lovell, R.T. (1994). Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 119, 299-310.
- Dias, M. E. (2020). Circuitos Espaciais de Produção da Tilapicultura Paranaense: Contextos Regionais. 187 p. Dissertação (*Mestrado em Geografia*) - Universidade Estadual de Londrina – Londrina.
- Figueiredo Jr., C. A., & Valente JR., A. S. (2008). Cultivo de tilápias no Brasil: Origens e cenário atual. In: *XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural-SOBER*. Brasília (DF): Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural.
- Idea, P., Pinto, J., Ferreira, R., Figueiredo, L., Spínola, V., & Castilho, P. C. (2020). Fish processing industry residues: A review of valuable products extraction and characterization methods. *Waste and Biomass Valorization*, 11(7), 3223-3246.
- Lins, P. M. O. (2011). *Beneficiamento do pescado*. Pará: IFPA. 98 p.
- Macedo-Viegas, E.M. et al. (1997). Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em quatro categorias de peso. *Revista Unimar*, Maringá, 19, 863-870, 1997.
- Marmontini, P. R. et al. (2022). Informatização da cadeia produtiva da piscicultura brasileira: inovações tecnológicas em softwares, aplicativos, programas de monitoramento e rastreabilidade. *Research, Society and Development*, 11(2).
- Matiucci, M. A. et al. (2021). Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia na produção de patê com adição de óleo essencial de orégano. *Research, Society and Development*, 10(2).
- Moraes, P. S.; Engelmann, J.I.; Igansi, A.V.; Cadaval Jr. T.R.Sc. & Pinto, L.A.A. (2020). Nile tilapia industrialization waste: Evaluation of the yield. Quality and cost of the biodiesel production process. *Journal of Cleaner Production*, 287.
- Pádua, D.M.C.; Silva, P.C.; França, A.F.S. et al. (1999). Produção e rendimento de carcaça da Tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus*, alimentada com dietas contendo farelo de milho. In *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 314. 1999.
- Peixe B R (2021). Associação Brasileira de Piscicultura. *Anuário Peixe BR da Piscicultura 2021*. São Paulo: Peixe BR. <https://www.peixebr.com.br/anoario-2021/>. Acesso em 21.01.2022.

- Pinheiro, L. M. S., Martins, R. T., Pinheiro, L. A. S., & Pinheiro, L. E. L. (2006) Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis spp.*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58, 257-262.
- Pires, A.V., Pedreira, M. M., Pereira, I. G., Fonseca Jr., A., & Araújo. (2011) Predição do rendimento e do peso do filé da tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum, Animal Science*, 315- 319.
- Reidel, A. (2004). Pós-tratamento de efluentes de agroindústrias em sistema com aguapé *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms) e sua utilização na piscicultura. Cascavel. 73 f. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)* –Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2004.
- Ribeiro, L.P. *et al.* (1998). Efeito do peso e do operador sobre o rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis spp.* (1998). In: Aqüicultura Brasil' 98, Recife. *Anais/Proceedings...* Recife: ABRAq. 1998, 2.773-778.
- Rotondano Filho, A. F., Cardoso, T. C. A., Costa, N. S., Vitória, G. U., & Meloo, D. A. C. De P. G. (2021). O uso da pele de tilápia no tratamento de queimaduras. *Saúde (Santa Maria)*, 47(1). <https://doi.org/10.5902/2236583464528> Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/64528>, Acesso em: 27 de outubro de 2021.
- Rustad, T. (2003). Utilization of marine by – products. (2003) *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, Ourense, 2, 4, 1-9.
- Silva, F.V.E. *et al.* (2009) Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do Nilo em diferentes faixas peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, 38(8) 1407- 1412.
- Siqueira, R. P. *et al.* (2021). Economic viability of Nile tilapia production as a secondary activity in rural properties in the State of Rio de Janeiro. *Research Society and Development*, 10(2). Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12502>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- Souza, M. L. R.; Castagnolli, N. & Kronka, S. N. (1997). Nile tilapia's carcass characteristics dependence on stocking density and aeration system. In: *the annual international conference. Exposition of the world aquaculture society*, Seattle. *Abstracts...* Seattle: World Aquaculture Society. 398.
- Souza, M. L. R.; & Macedo-Viegas, E. M. (2001). Comparação de quatro métodos de filetagem utilizado para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento do processamento.. *Infopesca Internacional*, Uruguay. 26-31. 2001.
- Souza, M. L. R.; & Maranhão, T. C. F. (2001). Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. *Acta Scientiarum*, 23(4), 897-901.
- Souza, M. L. R.; Viegas, E.M . M.; Sobral, P. J. A.; & Kronka; S. N.(2005). Efeito do peso de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. (2005) *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 52(1), 51-59.
- Souza, M. L. R., *et al.* (2006). Efeito da técnica de curtimento e do Método utilizado para remoção da pele da tilápia-do-nilo sobre as características de resistência do couro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35: 1273-1280.
- Stevanato, F. B. (2006). Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para merenda escolar. *Dissertação (Mestrado em Química)*, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Valent, W. C.; Barros, H. P. B.; Valent, P. M.; Bueno, G.W.; & Cavalli, R. O. (2021). Aquicultura no Brasil: passado, presente e futuro. *Relatórios de Aquicultura*. 19 artigo 100611 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513421000272> . Acesso em 03 de julho de 2022.
- Viera Jr., L. (2013). Chemical composition and yield waste industry filleting Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). 53 f. *Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca)* - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.