

Consumo e uso de água em entrepostos de pescado dulciaquícola

Consumption and use of water in freshwater fish slaughterhouses

Consumo y uso de agua en mataderos de pescado de agua dulce

Received: 04/19/2022 | Reviewed: 04/27/2022 | Accept: 05/06/2022 | Published: 05/10/2022

Aldi Feiden

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6823-9291>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: aldifeiden@gmail.com

Marlise Aparecida dos Santos de Napoli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2734-990X>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: marlise.napoli@uniandrade.edu.br

Humberto Rodrigues Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6703-653X>
Instituto Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: humberto.macedo@ifto.edu.br

Antonio Carlos Chidichima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0563-2560>
Faculdade Sul Brasil, Brasil
E-mail: antonio.chidichima@fag.edu.br

Arlindo Fabrício Corrêa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8020-5425>
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil
E-mail: afcorreia.pr@gmail.com

Adriana Maria de Grandi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5917-0536>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: adriana.grandi@unioeste.br

Resumo

O uso racional da água nas atividades produtivas tem sido o fator relevante para produção de alimentos. O consumo de água na industrialização de bovinos, suínos e aves são conhecidos na literatura, sendo necessário expandir os estudos para a industrialização de pescado. Este trabalho teve como objetivo avaliar o consumo médio de água em processos produtivos na industrialização do filé de tilápia, em entrepostos de pescado dulciaquícola de pequeno e médio porte. O tratamento de efluentes e características dos recursos hídricos utilizados também foram analisados. Foram efetuadas entrevistas semiestruturadas em quinze entrepostos da região oeste do Paraná. Os entrepostos avaliados foram divididos em grupos de acordo com sua estrutura física e o selo do sistema de inspeção sanitária de produtos de origem animal. Os resultados apontam para a consumo médio de 19,64 litros de água para a produção de 1kg de filé de tilápia. Em geral, os efluentes não são monitorados, sendo necessário melhorias no processo de tratamento dos resíduos, prevenindo impactos ambientais decorrentes da industrialização da tilápia.

Palavras-chave: Abate de peixes; Agroindústria; Reuso de água; Tilápia.

Abstract

The rational use of water in productive activities has been the relevant factor for food production. The consumption of water in the industrialization of cattle, pigs and poultry is known in the literature, and it is necessary to expand the studies for the industrialization of fish. This study aimed to evaluate the average water consumption in the production processes in the industrialization of tilapia fillet, in small freshwater fish slaughterhouses. In this work, the treatment of effluents and the characteristics of the water resources used were also analyzed. Semi-structured interviews and visits to establishments were conducted in fifteen slaughterhouses in the western region of Paraná. The establishments evaluated were divided into groups according to their physical structure and the seal of the health inspection system for products of animal origin. The results point to the average need of 19.64 liters of water to produce 1 kg of tilapia fillet. In general, the effluents are not monitored, requiring improvements in the waste treatment process, avoiding environmental impacts derived from the industrialization of tilapia.

Keywords: Fish slaughter; Agroindustry; Water Reuse; Tilapia.

Resumen

El uso racional del agua en las actividades productivas ha sido el factor relevante para la producción de alimentos. El consumo de agua en la industrialización de bovinos, porcinos y aves es conocido en la literatura, siendo necesario ampliar los estudios para la industrialización de pescado. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el consumo promedio

de agua en los procesos productivos en la industrialización del filete de tilapia, en pequeños mataderos de peces de agua dulce. En este trabajo también se analizó el tratamiento de los efluentes y las características de los recursos hídricos utilizados. Se realizaron entrevistas semiestructuradas y visitas a establecimientos en quince mataderos de la región occidental de Paraná. Los establecimientos evaluados se dividieron en grupos según su estructura física y el sello del sistema de inspección sanitaria de productos de origen animal. Los resultados apuntan a la necesidad promedio de 19,64 litros de agua para la producción de 1 kg de filete de tilapia. En general, los efluentes no son monitoreados, requiriendo mejoras en el proceso de tratamiento de residuos, evitando impactos ambientales derivados de la industrialización de la tilapia.

Palabras clave: Matadero de peces; Agroindustria; Reutilización de agua; Tilapia.

1. Introdução

Com o crescimento da aquicultura e seu destaque no cenário mundial, países produtores como o Brasil precisam cumprir normas ambientais de preservação dos recursos naturais. O crescimento das atividades produtivas deve ter como base a sustentabilidade, não comprometendo os recursos naturais para as próximas gerações, exige-se, portanto, um desenvolvimento eficiente, com custo ambiental tolerável e de relevância social (Soares & Signor, 2021). A Organização das Nações Unidas - ONU (2015) estima que a população mundial será de 8,3 bilhões em 2030, chegando aos 9,1 bilhões em 2050, ampliando a necessidade de desenvolvimento da produção de alimentos ricos em proteínas em 60% nos próximos 40 anos. Boas práticas de utilização dos recursos hídricos são fundamentais para garantir a produção de alimentos para uma população crescente. Para Ambrósio *et. al* (2015) o reuso da água em frigoríficos após processos de filtragem pode ser uma alternativa para limpeza dos ambientes. A caracterização dos efluentes e o reuso em atividades que não entram em contato diretamente com os peixes pode contribuir para a conservação de 15,92% de recursos hídricos (Ferraciolli *et al.*, 2018).

A Aplicação de conceitos de produção mais limpa (P+L) pode diminuir o consumo de efluentes em abatedouros de tilápia (Souza *et al.*, 2008). Investimentos em automação para bombeamento e fluxo de água, tratamento de efluentes, reutilização e monitoramento contínuo de uso da água, lavagem a seco em setores específicos da indústria provocam custos com energia, mas resultam em economia de água (Murali *et al.*, 2021). Entretanto, Freire-González (2019) avaliou os efeitos da melhoria da produtividade de recursos hídricos na Espanha e concluiu que o aumento de 50% na produtividade da água leva a um aumento médio anual do PIB de apenas 0,14%.

No Brasil, a carne do pescado é a quarta colocada na preferência de consumo, atrás de aves, bovinos e suínos, contudo, a atividade aquícola está em plena expansão (Ximenes & Vidal, 2018). Vale ressaltar, que o Brasil possui condições muito favoráveis para incrementar a sua produção aquícola, pela existência de mais de 3,5 milhões de hectares de lâmina d'água em reservatório de usinas hidrelétricas (Brasil, 2013) e propriedades particulares no interior do país. Além disso, conta com uma extensa área marinha, passível de uso sustentável para a produção em cativeiro (Ximenes & Vidal, 2018). A qualidade da água de cultivo tornou-se ponto de partida para a produção de pescado com qualidade, pois é impossível produzir um produto de qualidade se a água não estiver dentro dos parâmetros exigidos pela legislação (Maciel, 2012).

Neste contexto, cada região brasileira vem se especializando em determinados tipos de pescado, de acordo com as características e preferências de cada região. Na região Norte, por exemplo, predominam-se as espécies de peixes como o tambaqui e o pirarucu. No Nordeste, a preferência é pela tilápia e pelo camarão-marinho. No Sudeste, a tilápia tem grande presença na aquicultura. No Sul do Brasil verifica-se a predominância de carpas, tilápias, ostras e mexilhões. No centro-oeste, o que se destaca, são as espécies de tambaquis, pacus e pintados (Ximenes & Vidal, 2018).

A aquicultura apresenta-se como uma alternativa econômica para o pequeno e médio produtor, sendo a tilápia (*Oreochromis niloticus*) espécie que apresenta maiores índices de produção na aquicultura nacional, em função de características relativas à rusticidade, genética, reprodução e potencial mercadológico. O filé de tilápia conquistou o paladar do consumidor brasileiro e, portanto, transformou-se no principal produto comercializado pelas indústrias que beneficiam esta espécie de peixe

(Monteiro, 2013). Por outro lado, a industrialização e beneficiamento da tilápia pode gerar quantidades expressivas de resíduos. Para Monteiro (2013), estas atividades, se não monitoradas, podem constituir grave problema ambiental. Assim, juntamente com as alterações ambientais, ressalta-se a necessidade de utilização de um grande volume de água nos processos industriais. A necessidade de água está envolvida em muitas etapas do processamento, o que pode ser considerado um fator preocupante, principalmente devido às condições climáticas sazonais agravantes. Estudo realizado por Souza *et al.* (2018) apresentou um levado uso de água no processamento de salmão-do-atlântico e dourado-do-mar, em um entreposto localizado no Rio de Janeiro.

Assim, acredita-se que a agroindústria deve repensar o seu sistema produtivo, uma vez que o consumo de recursos naturais, sobretudo da água, não será sustentável se mantida a atual tendência de aumento na demanda (ONU, 2015). Considera-se que o ser humano necessita de três litros de água por dia para beber e que a produção de sua alimentação diária mínima, consome cerca de 300 litros. A produção de 1 kg de trigo envolve em média 400 a 1000 litros de água, enquanto para cada quilo de carne bovina são utilizados entre 1 e 2 mil litros (Borges *et al.*, 2013; CNI, 2012). Cada tipo de indústria necessita de águas com características e qualidades diferentes, pois em contato com os alimentos passam a fazer parte dos nutrientes produzidos (Muñoz & Sanchez, 2016).

A água de produto é aquela que entra em contato direto com o produto alimentício final, e segundo o Decreto 9.013/2017, o limite de água no peixe congelado é de 12%, percentual este que deve ser descontado do peso líquido final (Brasil, 2017). Já a água de processo, segundo Pariente (2018) é a água utilizada em todas as operações realizadas nas matérias-primas para a obtenção do produto final, tais como lavagem de matérias-primas e equipamentos de processamento, dissolução ou extração de compostos e purificação do produto final.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o consumo da água no processo produtivo de industrialização da tilápia, entre as diferentes modalidades de inspeções sanitárias adotadas pelos entrepostos de pescado dulciaquícola da região oeste do Paraná, que é o maior polo de produção, abate e beneficiamento de pescado produzido pela aquicultura, visando conhecer o valor médio de consumo de água para a produção do filé de tilápia, e a redução dos impactos ambientais da atividade por meio de uma proposta de uso mais eficiente da água.

2. Metodologia

Esta pesquisa foi desenvolvida na região oeste do Estado do Paraná e caracteriza-se como estudo exploratório descritivo, conforme Koche (2011) e Estrela (2018), com a realização de pesquisa de campo nos “entrepostos de pescado” denominados como frigoríficos de abate e industrialização do pescado. Para o desenvolvimento deste estudo, foram identificados quantos frigoríficos do setor estavam em atividade e tinham inspeção sanitária oficial, considerando a situação específica de cada um. O critério de escolha para participar da pesquisa foi a existência da certificação de inspeção oficial expedida por órgãos competentes. Utilizou-se de questionário com perguntas abertas e fechadas que foram aplicados na forma de entrevista semiestruturada, junto aos responsáveis de cada unidade frigorífica em estudo, e as questões elaboradas foram voltadas para consumo de água, abate de pescado e geração de efluentes industriais. Também foram analisados documentos sobre consumo de água e relatórios de abate de pescados nos estabelecimentos, com a finalidade principal de analisar o uso e o consumo dos recursos hídricos durante o processo de industrialização do filé de tilápia.

No oeste do Paraná existem atualmente 24 estabelecimentos do setor de abate e beneficiamento de pescado dulciaquícola. Destas 24 unidades, foram escolhidas para a pesquisa 15 entrepostos de pescado selecionadas com diferentes selos de inspeção, localizados nos municípios paranaenses de Cascavel, Corbélia, Entre Rios do Oeste, Marechal Cândido Rondon, Nova Santa Rosa, Pato Bragado, Santa Helena, São Miguel do Iguçu e Toledo. A Figura 1 ilustra a área geográfica abrangida pela pesquisa.

Figura 1. Mapa do estado do Paraná - Brasil, destaque para área de concentração dos frigoríficos pesquisados.



Fonte: Autores.

As análises de dados dos empreendimentos pesquisados foram separadas em três grupos para uma melhor definição. Para o tratamento T1 - *SIF/SISBI/POA* foram definidos os 4 (quatro) frigoríficos que têm certificação do Serviço de Inspeção Federal de Produtos de Origem Animal - SIF/POA (1 unidade), ou certificação do Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal – SISBI/POA (3 unidades). Os estabelecimentos com Certificação SIF/POA pode atuar no mercado nacional e exportar seus produtos para o exterior, enquanto os que tenham a certificação SISBI/POA permite comercializar seus produtos em todos os estados brasileiros. No tratamento T2 - *SIM/POA Estruturado*, foram considerados os 5 (cinco) frigoríficos de abate de pescados que possuem o certificado do Sistema de Inspeção Municipal de Produtos de Origem Animal - SIM/POA, definidos por possuir gestão da agricultura familiar estruturada, mas com comercialização restrita às fronteiras do município. O tratamento T3 - *SIM/POA Emergente* contemplou 6 (seis) unidades frigoríficas pertencentes à agricultores familiares sem ter gestão estruturada, com característica emergente e certificação por meio do SIM/POA, e estes também com vendas somente nos seus respectivos municípios.

Os dados primários obtidos durante as pesquisas e visitas foram tratados, para obtenção das médias diárias de abate e médias mensais de consumo de água, estas médias forma inseridas no software R (R Core Team, 2021) para a análise quali-quantitativa. Já os dados secundários foram coletados por meio de levantamento bibliográfico, junto a leis, decretos, livros, artigos e sites referentes à legislação ambiental do estado do Paraná e ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Para obtenção do rendimento médio de filetagem de tilápia foram considerados estudos realizados que avaliam processos de abate, tecnologias de processamento e agregação de valor, em indústrias de pequeno e médio porte. Estes estudos apontam um o rendimento médio de filetagem da tilápia e de 34% do peso total dos animais (Boscolo & Feiden, 2007) (Eyng *et al.*, 2013) (Chidicima *et al.*, 2018). O volume médio de água, em litros, gastos para produzir 1kg de filé de tilápia, foi calculado utilizando-se a Equação 1.

$$[\text{Consumo de água}] = \frac{\text{litros}}{\text{kg filé}} = \frac{\text{Consumo mensal em litros}}{22 (\text{dias})} / (\text{kg abatido dia} * 0.34) \quad \text{Eq. [1]}$$

Onde:

- Consumo de água: média diária de litros de água para a produção de 1kg de filé de tilápia.
- Consumo mensal: média mensal em litros dado pelo consumo em m³de água multiplicado por 1000. A divisão por 22 para obter a média diária, considerando 22 dias de produção no mês.
- Kg abatido dia: média diária de abate animal dia. Valor multiplicado por 0,34 para obtenção do kg de filé abatido por dia (Boscolo & Feiden, 2007).

Tabela 1 – Discriminação dos municípios e frigoríficos analisados no estudo. Agrupamento realizado considerando a estrutura e o selo de certificação de inspeção de produtos de origem animal.

Município	Sigla adotada	Agrupamento	Certificação
Cascavel	T2CAS	Tratamento 2 – Frigorífico único	SIM/POA Estruturado
Corbélia	T3COR	Tratamento 3 – Frigorífico único	SIM/POA Emergente
Entre Rios do Oeste	T3ERO	Tratamento 3 – Frigorífico único	SIM/POA Emergente
Marechal Candido Rondon	T2MCR1 T3MCR2	Tratamento 2 – Frigorífico 1 Tratamento 3 – Frigorífico 2	SIM/POA Estruturado SIM/POA Emergente
Nova Santa Rosa	T2NSR	Tratamento 2 – Frigorífico único	SIM/POA Estruturado
Pato Bragado	T3PBR	Tratamento 3 – Frigorífico 1	SIM/POA Emergente
Santa Helena	T3STH	Tratamento 3 – Frigorífico único	SIM/POA Emergente
São Miguel do Iguaçu	T1SMI	Tratamento 1 – Frigorífico único	SIF/SISBI/POA
Toledo	T1TOL1 T1TOL2 T1TOL3 T2TOL4 T2TOL5 T3TOL6	Tratamento 1- Frigorífico 1 Tratamento 1- Frigorífico 2 Tratamento 1- Frigorífico 3 Tratamento 2 - Frigorífico 4 Tratamento 2 – Frigorífico 5 Tratamento 3 – Frigorífico 6	SIF/SISBI/POA SIF/SISBI/POA SIF/SISBI/POA SIM/POA Estruturado SIM/POA Estruturado SIM/POA Emergente

Fonte: Autores.

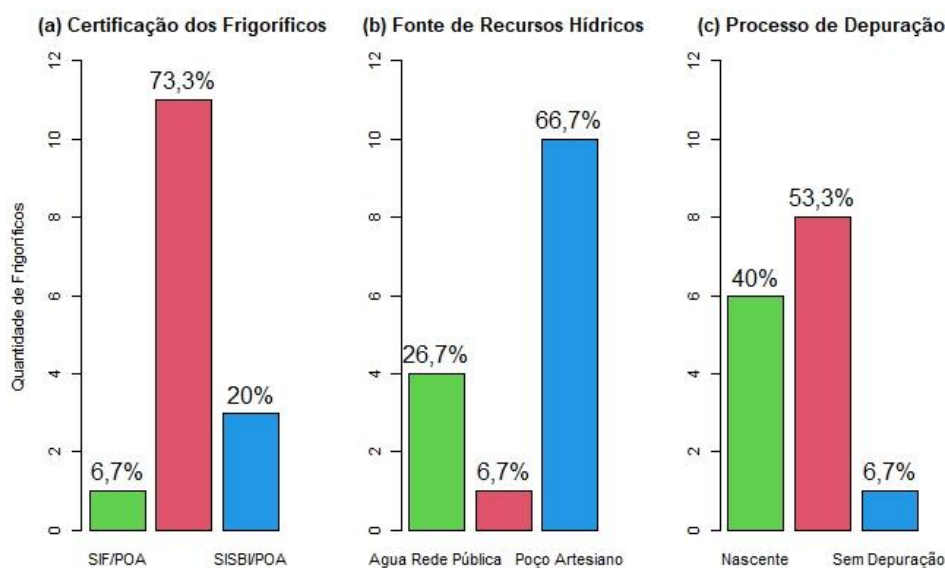
3. Resultados e Discussão

3.1 Tratamento e recurso hídricos utilizados nos frigoríficos

Os resultados das análises dos questionários, documentos e visitas aos 15 frigoríficos pode ser vista de forma resumida nas Figuras 2 e 3. A gestão dos empreendimentos com certificação SIM/POA era composta por 20% de agricultores familiares sem experiência de administração de empresas enquanto 80% da gestão dos frigoríficos era composta por agricultores e pequenos empresários que informaram ter conhecimento na gestão de empreendimentos.

Conforme a Figura [2a], a pesquisa identificou que dos 15 frigoríficos visitados durante a aplicação da pesquisa, 73,3% são atuantes no SIM/POA; 20% comercializam seus produtos com certificação SISBI/POA e apenas um estabelecimento, representando 6,7% atua com SIF/POA. Observa-se que os estabelecimentos certificados pelo SIM/POA permanecem com essa certificação devido não apresentar um número elevado de abate, porém tem expandido seu mercado na economia municipal e pode obter futuramente a certificação SISBI/POA. Durante as visitas realizadas, observou-se que os estabelecimentos de maior porte possuem uma planta industrial adequada, com espaços planejados de forma a englobar o controle dos resíduos. Já os estabelecimentos de pequeno porte ainda possuem uma estrutura improvisada, entretanto, os gestores relataram almejar um processamento de abate completo, desde o recebimento do animal vivo até a entrega do produto já processado, com destinação de resíduos.

Figura 2. Certificação dos frigoríficos pesquisados (a); Fontes de Recursos Hídricos (b); Fonte hídrica para o processo de depuração dos resíduos (c).



Fonte: Autores.

O questionário aplicado aos responsáveis pelos frigoríficos avaliou o tipo de fonte de recursos hídricos utilizados tanto para a área de depuração dos peixes quanto para a área de produção, de acordo com Figura [2b] tem-se que 66,7% utilizam água de poço artesiano, 26,7% usam água tratada da rede pública e 6,7% utilizam água de nascente, em alguns casos para a depuração. Esses resultados indicam que grande parte dos entrepostos utilizam água de poço artesiano, considerada de qualidade para a produção do pescado. Os frigoríficos não possuem informações sobre o volume de água gasto em cada parte do processamento na área limpa da indústria. O uso da água está presente em várias etapas da industrialização, portanto, existe uma necessidade crescente de estudos para a otimização do uso da água. A racionalização do uso da água também contribui para redução da contaminação hídrica, sendo possível relacionar o volume de água utilizada e descartada decorrente das atividades humanas com as necessidades de investimento em tratamentos dos resíduos. Uma possível alternativa é a reutilização da água várias vezes antes de ser descartada ao corpo receptor.

Os dados da Figura [2c] demonstram que 53,3% dos frigoríficos utilizam a água de poço artesiano para o processo de depuração, ou seja, a área suja da indústria. Na amostragem 6,7% de estabelecimentos não utilizam o processo de depuração e 40% que realizam a depuração, utilizando para tal processo água de nascente.

Em relação ao processo de tratamento de água, observa-se na Figura [3a] que 80% dos setores de frigoríficos de pescados possuem tratamento de água feito com cloro, conforme exigido pela legislação, os 20% restantes utilizam água da rede pública que já possui este tratamento. Essa indicação mostra uma preocupação em cuidar da qualidade do produto dentro dos processos internos do frigorífico. Em relação a reutilização das águas em alguma parte do estabelecimento, obteve-se que 20% reutilizam, e os demais 80% não reutilizam. Embora observado que os frigoríficos de maior porte possuem estrutura que permita a reutilização da água, somente um dentre eles reutiliza a água, e o faz somente uma vez.

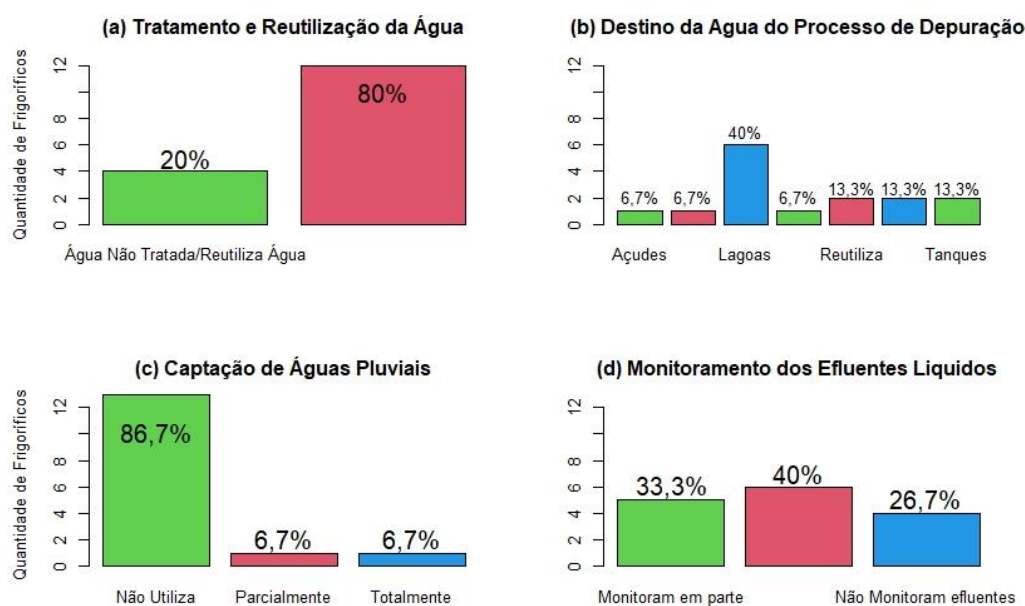
As carcaças e vísceras resultantes do processo de abate e filetagem do pescado são utilizados ou comercializados para fabricação de farinha e óleo para rações animal. O óleo de peixe extraído no processo de prensagem possui alto valor agregado, pois pode também ser vendido para indústria de produção de biodiesel, além de rações, por exemplo. Os demais resíduos (líquidos) são destinados às lagoas de tratamento. Em alguns frigoríficos são utilizados para alimentação in natura de outras espécies de peixes carnívoros criadas em viveiros escavados.

Para os dados de destinação da água residual, apresentados na Figura [3b], destacamos que 40% dos frigoríficos retornam à água residual para lagoas nas quais possuem criações de espécies menos exigentes em qualidade de água, desta forma reutilizando as águas residuárias como alimentos para peixes. Para 6,7% dos frigoríficos, a água residual é utilizada como fertilizante na irrigação. Na Figura [3b] são apresentadas todas as demais destinações para as águas residuais nos frigoríficos pesquisados.

Em relação à utilização de águas pluviais, temos na Figura [3c] que somente 6,7% dos estabelecimentos realiza o procedimento de captação de água pluvial por completo, ou seja, em toda a unidade, enquanto 6,7% realizam de forma parcial. A utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais contribui para a redução do consumo desnecessário de água potável, diminuindo gastos com o tratamento da água. Para 87% dos estabelecimentos avaliados neste estudo, não existem estrutura para captação de águas pluviais em seus estabelecimentos.

O desenvolvimento de tecnologias viáveis que tenham como objetivo o aproveitamento de resíduos e a sua inserção na cadeia produtiva são fundamentais para o desenvolvimento sustentável e econômico dos empreendimentos, tendo em vista um sistema de tratamento de efluentes eficiente (Moura *et al.*, 2013) (Rocha *et al.*, 2013) e (Murali *et al.*, 2021).

Figura 3. Disposição de tratamento e reutilização da água (a); Destino da água do processo de depuração (b); Captação de águas pluviais (c); Monitoração dos Efluentes Líquidos (d).



Fonte: Autores.

Na Figura [3d] apresenta-se os resultados da pesquisa sobre o monitoramento dos efluentes realizados nos estabelecimentos, o resultado demonstra que 40% dos frigoríficos monitoram seus efluentes e garantem que estão adequados a legislação ambiental; 33% monitoram, mas não podem garantir que eles estejam sendo descartados conforme a legislação, enquanto 26,7% não monitoram seus efluentes. Durante a entrevista, percebeu-se certa confusão por parte dos gestores responsáveis em relação a questão do monitoramento dos resíduos, ficando evidente que os estabelecimentos com certificação no Sistema Federal – SIF/POA e SISBI/POA apresentam, em sua infraestrutura, uma forma completa para o gerenciamento de resíduos, enquanto os gestores dos frigoríficos de pequeno porte não demonstraram preocupação com a destinação dos resíduos gerados. A água residual destes frigoríficos possui substâncias que necessitam de tratamento físico-químico para ser

reaproveitada ou até mesmo descartada, e neste aspecto, Godoy *et al.* (2021) realizaram o mapeamento e caracterização físico-químicas e microbiológicas da água utilizada no processamento de pescados e filés de tilápia em abatedouros da região oeste do Paraná.

Em relação ao conhecimento da legislação sobre recursos hídricos aplicados aos frigoríficos, 60% informaram conhecer parcialmente a legislação, já 26,7% informaram conhecer totalmente, isto porque possuem pessoas com formação específica na empresa para exercer atividades de monitoramento das águas residuais. Entretanto, os gestores responsáveis pelos frigoríficos de pequeno porte do Tratamento T3 informaram não conhecer a legislação, estes representam 13,3% do total e são provenientes da agricultura familiar, todavia demonstraram interesse em conhecer mais sobre a legislação e a produção sustentável.

3.2 Análise do consumo de água nos frigoríficos

A partir dos dados coletados foi possível realizar comparações entre a média de consumo de água nos entrepostos de pescado. O volume de água mensal utilizados nos três diferentes tratamentos (T1, T2 e T3) e as quantidades (kg) de peixe abatido por dia, possibilitaram por meio da Equação 1, obter-se os valores de 11,25 litros para os frigoríficos do Tratamento 1; 35,6 litros para os frigoríficos do Tratamento 2, e 33,48 litros para os frigoríficos do Tratamento 3 (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados obtidos referentes ao consumo de água mensal, e quantidade de kg abatido/dia.

Tratamentos	Água mensal (m ³)	Litros por kg de filé	kg abatido/dia	CV
T1 (SIP/POA - SIF/POA)	1.010 ^a	11,25 ^a	12.000 ^a	107.50
T2 (SIM/POA - Estruturado)	1.386 ^a	35,63 ^b	5.200 ^b	186.27
T3 (SIM/POA - Emergente)	315 ^b	33,48 ^b	1.258 ^c	99.77
Chisq	6.784	0.953	11.248	
p.chisq	p 0.03	p 0.621	p 0.003	

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05). Fonte: Autores.

Os frigoríficos agrupados em T2 e T3 não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância em relação ao consumo médio de água por kg de filé. Estes frigoríficos possuem grande valor social e importância nos municípios, contudo se observa necessidade de soluções no processo para diminuir o consumo de água. Durante as visitas a estes observou-se, pelas respostas dadas aos questionários, que o uso racional da água não estava entre as prioridades do processo produtivo. Para estes frigoríficos, foi apontado necessidade de implantação de gerenciamento e assistência técnica, com finalidade principal de ampliar a quantidade de produção e diminuir o consumo de água.

Os frigoríficos agrupados em T1 informaram durante as entrevistas possuem maior conhecimento em relação à legislação de recursos hídricos. Para os frigoríficos agrupados em T2, apesar de possuir menor estrutura atualmente, verificou-se, nas visitas de campo, que alguns dos estabelecimentos já se encontravam com projetos de implantação de uma nova estrutura voltada para uma visão social econômica e sustentável.

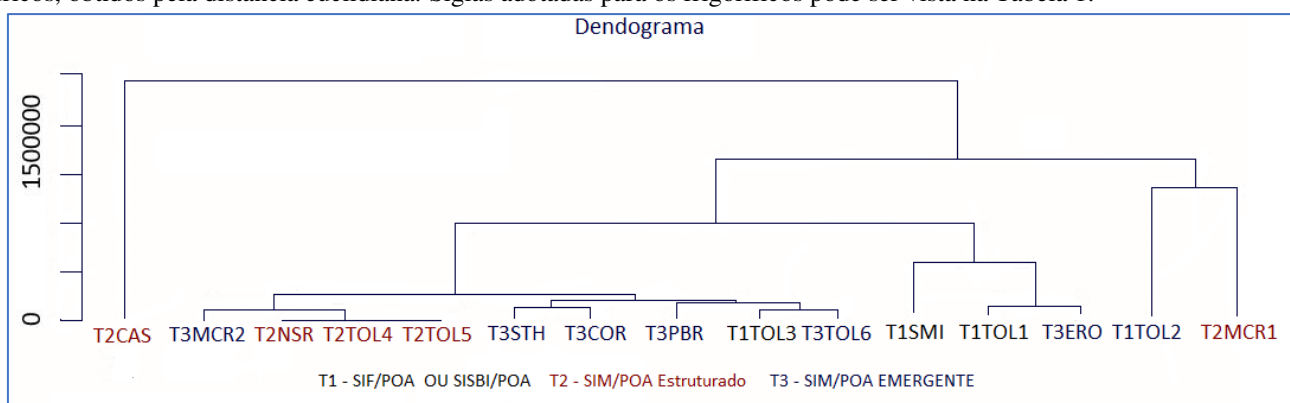
A capacidade produtiva da região e a importância do consumo racional de água evidenciam a necessidade de novos projetos de entrepostos que evidenciem potencialidade produtiva regional com olhares para a sustentabilidade. A preocupação com o meio ambiente na cadeia produtiva do pescado, relacionado ao consumo de água e pegada de carbono são problemas atuais que tem despertado cada vez mais o interesse dos pesquisadores (Luiz Junior *et al.*, 2022).

A pesquisa demonstra a possibilidade de implementar equipamentos e tecnologias na redução do custo e do consumo da água. A qualidade do produto e a relação com o consumo racional da água são importantes para o crescimento do mercado que busca atender uma demanda cada vez mais crescente.

Para obtenção do valor médio de consumo de água, considerando todos os frigoríficos, foi utilizado a média ponderada do consumo em litros por dia de todos os tratamentos, divididos pela quantidade de filé processado em kg. O valor encontrado foi de 19,64 litros neste estudo. Observa-se que a implementação de novas metodologias, como captação de águas pluviais, política de controle de desperdícios, tratamento e reutilização da água, dentre outros, se aplicados, poderão reduzir o consumo médio obtido neste estudo.

Observa-se pela análise da distância euclidiana apresentada no dendrograma na Figura 5, que mesmo entre frigoríficos de maior porte e de pequeno porte, existem diferenças nas características do uso da água, conforme podem ser vistos que vários clusters são heterogêneos, o que indica que existe possibilidades de melhoria do uso dos recursos hídricos nos frigoríficos.

Figura 5 - Dendrograma dos estabelecimentos de entrepostos de pescado baseado nas variáveis de consumo e uso de recursos hídricos, obtidos pela distância euclidiana. Siglas adotadas para os frigoríficos pode ser vista na Tabela 1.



Fonte: Autores.

Outras observações importantes em relação a análise dos dados foram:

- Frigoríficos T1TOL2 e T2MCR1 apresentam similaridade nas características de fonte de recursos hídricos, ambos utilizam poço artesiano para todos os processos da indústria.
- O frigorífico T2CAS ficou isolado em relação aos demais, apesar de ser um empreendimento de pequeno porte, classificado como estruturado, possuía condições de consumir menos água na produção de 1kg de tilápia, contudo apresentou elevado consumo de água.
- Os clusters próximos formados por T3MCR2, T2NSR, T2TOL4, T2TOL5, T3STH, T3COR, T3PBR, T3TOL6, todos possuem certificação pelo Sistema de Inspeção Municipal e apresentaram características comuns, como tipo de resíduo gerado, não reutilizar água e não possuir sistema para captação da água, em seus processos produtivos.

De forma geral, os resultados apontam que os frigoríficos do tratamento T1 utilizam melhor os recursos hídricos, estes frigoríficos, devido sua certificação de inspeção federal, são alvos de maior fiscalização sanitária, e tendem a disposição correta dos seus efluentes líquidos. O pior resultado para o tratamento T1 foi observado para um dos frigoríficos considerado de grande porte, com inspeção SIF ou SISBI/POA que teve resultados que o aproximaram do frigorífico de pequeno porte também localizado na mesma cidade; já os frigoríficos do tratamento T3 em sua maioria, não possuem profissional especializado em tratamento de efluentes e de recursos hídricos, e consomem bastante água no processo produtivo, contudo o frigorífico do município de Entre Rios do Oeste (T3ERO) obteve resultados comparados a frigoríficos do grupo T1, o que evidencia que mesmo os frigoríficos de pequeno porte, apesar de não terem uma infraestrutura adequada, otimizam o uso dos recursos hídricos e o consumo de água.

4. Conclusão

O estudo determinou o consumo médio de água de 19,64 litros para o processamento de 1kg de filé de tilápia. Os resultados mostraram que o consumo médio de água na produção de pescado pode ser reduzido pela capacitação dos gestores e responsáveis. Para os frigoríficos que atuam somente nos limites de seus municípios, embora cada vez mais importante para a economia local, destaca-se a falta de assistência técnica que possibilite a reutilização dos recursos hídricos e uso racional da água em seus processos. Para estes, são necessárias políticas públicas para a implantação de capacitação e incentivo à economia da água e da monitoração dos efluentes, sendo necessárias melhorias no processo industrial e tratamento de efluentes, prevenindo impactos ambientais decorrentes da industrialização da tilápia.

Este trabalho propôs uma metodologia para avaliar o consumo de água na produção do pescado, no caso específico para o filé de tilápia. Acredita-se que os resultados deste trabalho podem cooperar para novos estudos que visem o aperfeiçoamento das atividades nos entrepostos, visando a racionalização do uso dos recursos hídricos.

Por fim, sugere-se novos estudos sobre o uso racional e consumo de água na produção de pescados de água salgada, bem como novos estudos sobre o consumo médio de água em entrepostos de diferentes regiões para comparações e análises com os valores obtidos neste estudo.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado pela equipe técnica do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMaQ, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- Ambrósio, J. H. F., Naval, L. P. & Luiz, D. B. (2015). Possibilidade de reuso/reciclo direto e indireto de efluentes gerados em entreposto de pescado. 28^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. Rio de Janeiro.
- Borges, A. F., Borges, M. A. C. S., Rezende, J. L. P., Durigon, M. do S. G. F., Corte, A. R., Vieira, F. A. B., Corim, R. B. & Alves, E. da C. (2013). Desempenho ambiental da piscicultura na Amazônia ocidental brasileira. *Gl. Sci Technol.* 6(1), 141–52. DOI: <http://dx.doi.org/10.14688/1984-3801.v06n01a13>
- Boscolo, W. R. & Feiden, A. (2007). Industrialização de tilápias. *GFM Gráfica & Editora*, Toledo, 2007.
- Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura. (2013). *Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011*. Brasília: República Federativa do Brasil.
- Brasil. (2017). *Decreto-Lei n.º 9.013/2017*. Diário da República 1ª série, 62 (março): seção 1. Página 3. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria. (2012). Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. Sustentabilidade na indústria da alimentação: uma visão de futuro para a Rio+20 / Confederação Nacional da Indústria. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. – Brasília.
- Chidichima, A. C., Feiden, A., Feiden, A., Signor, A. & Ramos, M. J. (2018). Caracterização da agroindústria piscícola: uma análise dos desafios e perspectivas na região oeste e sudoeste do Paraná. *Série Relatórios Técnicos*. 57, 11 p. ISSN 1678-2283. *Boletim do Instituto de Pesca*.
- Eyng, C., Nunes, R. V., Murakami, A. E., Pozza, P. C., Scherer, C., Silva, W. T. M. & Bruno, L. D. G. (2013). Deposição de proteína e gordura nos cortes nobres de frangos alimentados com farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia. *Ciências Agrárias*, 34(2), 875-882.
- Ferracioli, L. M. R. V. D., Luiz, D. B., Santos, V. R. V. & Naval, L. P. (2018). Reduction in water consumption and liquid effluent generation at a fish processing plant. *Journal of cleaner Production*. 197, 948-956.
- Estrela, C. (2018). *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. Editora Artes Médicas.
- Freire-González, J. (2019). Does Water Efficiency Reduce Water Consumption? The Economy-Wide Water Rebound Effect. *Water Resources Management*. 33, 2191–2202. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02249-0>
- Godoy, A. C., Rodrigues, R. B., Corrêia, A. F., Oxford, J. H., Chidichima, A. C., Lovato, F., Boscolo, W. R., Fiorese, M. L., & Feiden, A. (2021). Mapping of physical-chemical, microbiological, and chemical component characteristics of water samples from Nile tilapia slaughterhouses. *Research, Society and Development*, 10(11), e164101119066. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19066>
- Koche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica*. Petrópolis: Vozes. http://www.brunovivas.com/wp-content/uploads/sites/10/2018/07/K%C3%B6che-Jos%C3%A9-Carlos0D0AFundamentos-de-metodologia-cient%C3%ADfica-_teoria-

da0D0Aci%C3%Aancia-e-inicia%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-pesquisa.pdfhttps://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Luiz Junior, O. J., Macedo, H. R., Miranda, E. B., Bartz, R. L., & Feiden, A. (2022). Bibliometric study on carbon footprint in aquaculture. *Research, Society and Development*, 11(5), e8111527717. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27717>

Maciel, E. S., Galvão, J. A., Arruda, L. F., Savay-da-Silva, L. K., Angelini, M. F. C. & Oetterer, M. (2012) al. Recomendações Técnicas para Processamento da Tilápia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Teresina: Embrapa Meio-Norte.

Moura, L. B., Jucá, I. D., Macêdo, M. J. R., Delfino, M. R. & Chaves, R. R. (2013). Verificação da destinação dos resíduos oriundos do abatedouro de carne e das feiras livres de pescado na região do Cariri. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 8. Mossoró – RN. Brasil.

Muñoz, L. S. & Sánchez, G. R. (2016). El agua en la industria alimentaria. *Bol Soc Esp Hidrol Med*. 2018; 33(2), 157-171. 10.23853/bsehm.2018.0571

Murali, V., Soumya Krishnan, P. R., Amulya, P. V., Alfiya, D. S., Aniesrani D. & Manoj P. S. (2021). Energy and water consumption pattern in seafood processing industries and its optimization method. *Cleaner Engineering and Technology*, 4 (2021), 100242.

Organização as Nações Unidas - ONU. (2015). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS 2030. ONU. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

Pariente, M. I. (2018). Problemas dos efluentes da indústria alimentícia. Portal tratamento de água. R <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/problemas-efluentes-industria-alimenticia/>.

Soares, S. C. & Signor, A. (2021). Água um bem de todos: interfaces desenvolvimento e sustentabilidade. *Research, Society And Development*. 10(9). 1-10. 20 jul. 2021.

Souza, L. M., Guimarães, J. T., Brigida, A. I. S., Luiz, D. B., Franco, R. M. & Mesquita, E. F. M. (2018). Water management applied to the processing of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in a fish cold storage warehouse in Rio de Janeiro, Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 70(4), p.1240-1248. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10056>.

Souza, M. A., Vidotti, R. M. & Oliveira Neto, A. L. (2008). Redução no consumo de efluente gerado em abatedouro de tilápia do Nilo através da implantação de conceitos de produção mais limpa (P+L). *B. Instituto Pesca*. São Paulo. 34 (2).

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rocha, C. M. C., Rezende, E. K., Routledge, E. A. B. & Lundstedt, L. M. (2013). Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. *Pesq. agropec. bras. [online]*. 48 [8]. ISSN 0100-204X. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2013000800003.

Ximenes, L. J. F. & Vidal, M. F. (2018). Pescado no Brasil: produzir bem e vender melhor. Caderno Setorial ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste.3(49), 25p, 2018.