FLUXO QUANTITATIVO DA ÁGUA VIRTUAL NA PRODUÇÃO AVÍCOLA: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Quantitative water flow in poultry production: a case study in the western region of Paraná

Flujo cuantitativo del agua en la producción avícola: estudio de caso en la región Oeste de Paraná

DOI: 10.48075/igepec. v29i1.33940

Celso José Farias
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG

Marli Renate Von Borstel Roesler
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Toledo

Irene Carniatto
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

Mirian Beatriz Schneider
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Toledo

FLUXO QUANTITATIVO DA ÁGUA VIRTUAL NA PRODUÇÃO AVÍCOLA: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Quantitative water flow in poultry production: a case study in the western region of Paraná

Flujo cuantitativo del agua en la producción avícola: estudio de caso en la región Oeste de Paraná

Celso José Farias [1]
Marli Renate Von Borstel Roesler[2]
Irene Carniatto[3]
Mirian Beatriz Schneider[4]

Resumo: A água, elemento fundamental para a sobrevivência, possui acesso desigual, além de disponibilidade finita e limitada. Diante disso, este estudo tem como objetivo estimar o fluxo quantitativo da água virtual na região Oeste do Paraná, recurso utilizado na produção de carne de frango no período de 2010 em comparação com 2020. Busca-se também apresentar o conceito de água virtual na atividade avícola, além dos dados referentes ao comércio e ao consumo interno e externo da carne de frango. Como recurso metodológico, calculou-se o volume de água virtual empregado no processo produtivo (em m³/ton) com base nos dados de Mekonnen e Hoekstra (2010) e nos procedimentos metodológicos propostos por Hoekstra et al. (2011). Os resultados apontam crescente fluxo de água virtual, ao comparar os períodos de 2010 a 2020 referentes à produção avícola. A pegada hídrica verde aumentou aproximadamente 49%, passando de 851 bilhões para 1,2 trilhões de litros de água, enquanto a pegada hídrica azul aumentou 48,8%, passando de 4,2 bilhões para 6,3 bilhões de litros de água. Como resultado, alerta-se para a importância de informações e a criação de políticas públicas que garantam o acesso igualitário à água, com políticas que assegurem a sua preservação.

Palavras–chave: Agronegócio; Água virtual; Cadeia produtiva do frango.

Abstract: *Water, a fundamental element for survival, has unequal access and a finite, limited availability This study aims to estimate the quantitative flow of virtual water in the Western region of Paraná, Brazil, a resource used in broiler meat production during the period of 2010 compared to 2020. It also seeks to present the concept of virtual water in poultry farming, as well as data related to the trade and internal and external consumption of broiler meat. As a methodological resource, the volume of virtual water used in the production process (in m3/ton) is calculated based on the data from Mekonnen and Hoekstra (2010) and the methodological procedures proposed by Hoekstra et al. (2011). The results indicate that the flow of virtual water in poultry production increased from 2010 to 2020, in proportion to the volume of water used in the processes. As a result, the importance of information and the creation of public policies that ensure equal access to water with policies that guarantee its preservation are highlighted.*

Keywords*: Agribusiness; Virtual water; Chicken production chain.*

[1] Contador. Dr. em Desenvolvimento Rural Sustentável. Docente do Departamento de Contabilidade da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Email: celsojfarias@hotmail.com
[2] Assistente Social. Dra. em Serviço Social. Docente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Email: Serviço Social. E-mail: marliroesler@hotmail.com
[3] Graduada em Licenciatura em Ciências Habilitação em Matemática. Doutora em Ciências Florestais, Conservação e Planejamento Integrado de Bacias e Recursos Hídricos pela UFPR. Docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Email: irenecarniatto@gmail.com.
[4] Economiasta. Dra em História Econômica . Docente do Curso de Ciencias económicas e dos Programas de Pós-Graduação em Economia; e em Desenvolvimento eagronegócio:e-mail: mirian.schneider@unioeste.br

Resumen: *: El agua, un elemento fundamental para la supervivencia, tiene un acceso desigual y una disponibilidad finita y limitada. El objetivo de este estudio es estimar el flujo cuantitativo del agua virtual en la región Oeste de Paraná, recurso utilizado en la producción de carne de pollo en el período de 2010 en comparación con 2020. También se busca presentar el concepto de agua virtual en la actividad avícola, además de los datos referentes al comercio y al consumo interno y externo de la carne de pollo. Como recurso metodológico, se calculó el volumen de agua virtual empleado en el proceso productivo (en m³/ton) con base en los datos de Mekonnen y Hoekstra (2010) y en los procedimientos metodológicos propuestos por Hoekstra et al. (2011). Los resultados apuntan a un creciente flujo de agua virtual, al comparar los períodos de 2010 a 2020 referentes a la producción avícola. La huella hídrica verde aumentó aproximadamente un 49%, pasando de 851 mil millones a 1,2 billones de litros de agua, mientras que la huella hídrica azul aumentó un 48,8%, pasando de 4,2 mil millones a 6,3 mil millones de litros de agua. Como resultado, se alerta sobre la importancia de la información y la creación de políticas públicas que garanticen el acceso equitativo al agua, con políticas que aseguren su preservación*

Palabras-clave*: Agronegócio; Agua virtual; Cadena productiva del pollo..*

INTRODUÇÃO

O Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) no ano de 2006 afirma que "a água, a essência da vida, é um direito humano básico, encontra-se numa crise diária que afeta milhões das pessoas mais vulneráveis do mundo, uma crise que ameaça a vida e destrói os meios de subsistência em uma escala arrasadora". Além disso, a água é essencial para a sobrevivência e o histórico dos seus usos está diretamente associado ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar da sociedade (PNUD, 2006; Santos e Santo, 2023).

Conforme a projeção da Agência Nacional das Águas (ANA), em 2030, o Brasil consumirá 24% mais água do que agora, um crescimento de quase 1,8% ao ano. Para o mesmo período, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima um crescimento da população de 8%. O que explica esse aumento são as previsões de crescimento da atividade econômica, em geral, maior que 2% ao ano. Nesse sentido, os estudos apontam para a escassez hídrica, além da degradação da qualidade da água, o que afeta a disponibilidade de água no presente e possivelmente no futuro, caso nenhum controle seja estabelecido para os usos humanos (Pasqualetto et al. (2022); (ANA, 2019).

Excluído:

O Brasil está secando. Segundo dados do Map Biomas[5], das 12 regiões hidrográficas, oito perderam superfície de água:

> "Mudanças no uso e cobertura da terra, construção de barragens e de hidrelétricas, poluição e uso excessivo dos recursos hídricos para a produção de bens e serviços alteraram a qualidade e disponibilidade da água em todos os biomas brasileiros. Ao mesmo tempo, secas extremas e inundações associadas às mudanças climáticas aumentaram a pressão sobre os corpos hídricos e ecossistemas aquáticos", explica Carlos Souza, coordenador do GT de Água do MapBiomas. "Se não implantarmos a gestão e uso sustentável dos recursos hídricos considerando as diferentes características regionais e os efeitos interconectados com o uso da terra e as mudanças climáticas, será impossível alcançar as metas de desenvolvimento sustentável", alerta (WWF, 2021).

Visando compreender tais impactos, estudos relacionados à utilização da água nos processos produtivos resultaram em uma ferramenta chamada água virtual, que, na definição de Hoekstra (2003, p. 13), "(...) é a água 'incorporada' em um produto, não no sentido real, mas no sentido virtual". A água virtual consiste não apenas na água fisicamente incorporada ao produto, mas também na água utilizada direta e indiretamente em seu processo produtivo.

Neste aspecto o estudo realizado por Giacomin e Ohnuma (2012), aborda a pegada hídrica por produtos, indivíduos e nações. Concluíram que, quanto maior o PIB, maior é o consumo per capita de carne, destacando que a quantidade de água usada na produção de carnes é superior a outras cadeias produtivas. Além disso, outros estudos têm se concentrado na água virtual na produção de carnes, com as categorias bovina e suína.

Dentre as pesquisas comparativas sobre a produção de carnes, o estudo de Rosa (2020) teve como objetivo calcular a pegada hídrica e a produtividade da água na produção de carne suína e de frango no Brasil, de 2008 a 2018. Utilizando a metodologia da WFN – Water Footprint Network, apontou, como resultado, que o

[5] https://brasil.mapbiomas.org/2024/06/26/superficie-de-agua-no-brasil-voltou-a-ficar-abaixo-da-media-em-2023/

abate de suínos e de frango cresceu 24,63% e 11,62%, estando concentrados na região centro-sul, com 99,75% e 97,14%, respectivamente. Já Leme e Leme (2018), estudaram o consumo de água na produção de aves, leite e suínos do município de Francisco Beltrão - PR, além de propor uma educação ambiental nas aulas de geografia.

Já Carra (2015), estudou a pegada hídrica da atividade suinícola na região do Conselho do Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Sul (COREDE), e Ferreira (2012), que abordou a gestão e o uso da água na suinocultura, com um diagnóstico baseado na comparação das pegadas hídricas.

Nesse sentido, a gestão da água e as políticas relacionadas ao seu uso são determinantes para a produção avícola, pois essa atividade depende de recursos hídricos em várias etapas, desde a produção de ração até o cuidado com os animais e a higienização das instalações. Conforme apontado pelo Relatório de Desenvolvimento Humano (PNUD, 2006), a água é um recurso essencial e escasso, e a crise hídrica afeta diretamente as populações mais vulneráveis, exigindo políticas de uso sustentável que também impactam o setor produtivo, incluindo a avicultura. Essas políticas influenciam as práticas na cadeia produtiva, impondo regulamentações para a redução do consumo e incentivando tecnologias de reaproveitamento e reciclagem da água.

A perspectiva deste trabalho é responder: qual é o volume de água necessário para a produção e processamento da carne de frango na região Oeste do Paraná? Considerando que a região em estudo é grande consumidora e exportadora líquida de água virtual por meio do comércio desse produto, pretende-se estimar o fluxo quantitativo da água virtual da região Oeste do Paraná, enquanto recurso utilizado na produção da carne de frango no período de 2010 e comparar com os dados de 2020. Além disso, apresentar o conceito de água virtual na produção de carnes, no desenvolvimento da atividade avícola, além de verificar o sistema de produção, o comércio, o consumo interno e externo de carne de frango. O cálculo da água virtual da carne de frango é realizado utilizando como base os dados de Mekonnen e Hoekstra (2010) e os procedimentos metodológicos propostos por Hoekstra et al. (2011).

A escolha da região Oeste do Paraná deu-se por seus impressionantes números, tão consistentes que mesmo durante a Pandemia do Covid-19, o setor apresentou crescimento da produção e exportação de frango. Ao todo, em 2020, foram abatidas 1,95 bilhão de aves no estado, segundo dados do Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná (Sindiavipar). O número é 4,5% superior à produção de 2019, quando 1,87 bilhão de aves foram abatidas (SINDIAVIPAR, 2021).

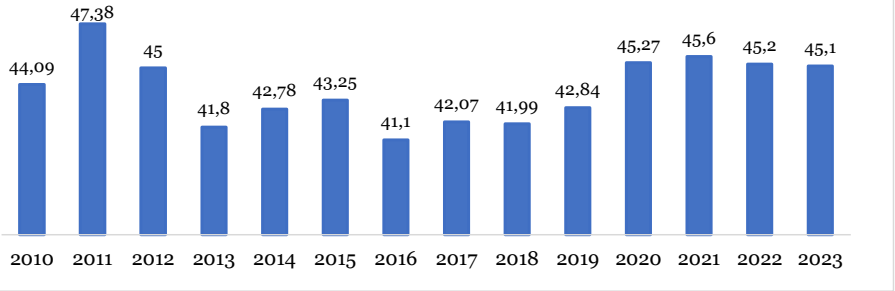
Além de ser o principal produtor, o Paraná é também o estado que mais exporta carne de frango no país, respondendo por 40,9% das exportações brasileiras no setor e vendendo para cerca de 160 países. É quase o dobro das exportações de Santa Catarina, que fica em segundo lugar, com 21,6% das exportações. Em seguida, vem o estado do Rio Grande do Sul, com 16,9%. Juntos, os três estados do Sul concentram 79,4% do frango brasileiro comercializado para outros países (IBGE, 2020).

Nas próximas seções apresenta-se dados sobre a importância do agronegócio tanto em termos internos à economia brasileira, quanto em termos de participação no mercado internacional. Além disso a discussão sobre os conceitos de água virtual e pegada hídrica da carne de frango, bem como estimativas realizadas para a região estudada, considerando essa proteína animal. A metodologia utilizada está descrita na seção quatro e os resultados das estimativas são apresentados na seção cinco.

2 – A GUISA DE UMA ESTATÍSTICA DESCRITIVA SOBRE O CONSUMO, PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE CARNE DE FRANGO

O preço acessível da carne de frango tem sido um dos principais fatores que impulsionaram o aumento de seu consumo nos últimos anos. Reconhecida como uma das proteínas de origem animal mais econômicas, a carne de frango se destaca como uma alternativa viável em comparação a outras carnes, como a bovina e a suína. Essa vantagem competitiva foi determinante para o crescimento do consumo de carne de frango, especialmente no período de 2020 a 2023, conforme apontam os dados do MAPA (2024). A seguir, apresenta-se o consumo per capita de carne de frango no Brasil entre 2010 e 2023.

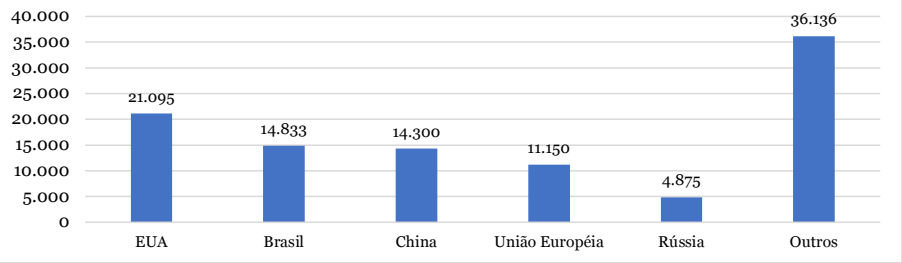
Gráfico 1 - Consumo per capita de carne de frango no Brasil (kg/hab) – de 2010 a 2023



Fonte: APBA (2024).

O consumo de carne de frango projetado para a próxima década é de 13,3 milhões de toneladas. Considerando a população total projetada pelo IBGE em 215,0 milhões de pessoas, em 2028, tem-se, ao final das projeções, um consumo de 61,8 kg/hab/ano (MAPA, 2021).

Gráfico 2 - Produção mundial de frango de corte (mil toneladas) em 2023



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da USDA, IBGE, MAPA (2024).

A avicultura brasileira é reconhecida mundialmente pela sua importância na produção e oferta de carne de frango, o Brasil ocupa atualmente a segunda posição na produção mundial, com um total de 14.833 mil toneladas produzidas em 2023. Fica atrás somente dos Estados Unidos. Além disso, o país é líder mundial na exportação de

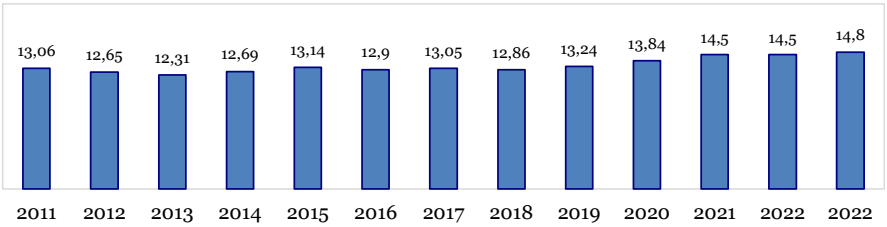
Informe GEPEC, ISSN: 1679-415X, Toledo, v. 29, n.1, p.161-183, jan./jun. 2025.

carne de frango desde 2010, segundo a ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal), USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) e Costa et al. (2015). Isso se deve principalmente à alta qualidade da carne produzida, à competitividade do setor e ao avanço tecnológico na produção avícola.

A cadeia de produção de frango de corte do Brasil é uma das mais relevantes do mundo. A oferta brasileira tem sido capaz de acompanhar o aumento da demanda (consumo), tanto interna quanto externa, e isso é decorrente da melhoria da competitividade e produtividade no setor (Farias, et. al, 2023).

Além disso, fatores, como o aumento do nível de urbanização, renda da população, diversificação das dietas e mudança nos hábitos alimentares também contribuem para a expansão da produção e consumo de frango no país.

Gráfico 3 - Evolução da produção brasileira da carne de frango (mil toneladas)



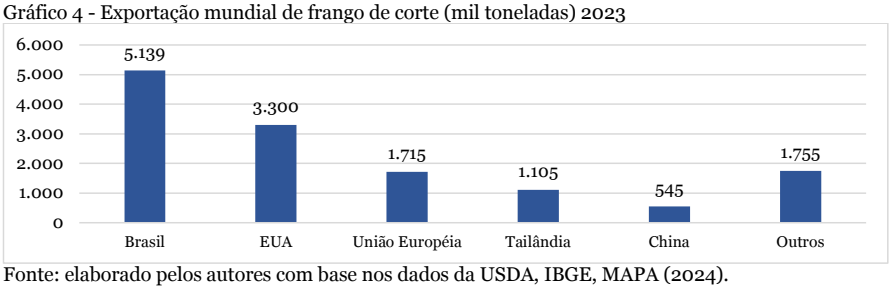
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da ABPA (2024).

A produção nacional de carne de frango apresentou um crescimento significativo nos últimos anos. Em 2011, a produção foi de 13,06 milhões de toneladas, enquanto de 2021 em diante passou dos 14,5 milhões de toneladas. Essa evolução demonstra a importância do setor avícola na economia brasileira e a capacidade de crescimento da produção de carne de frango no país.

Dentre os fatores que contribuíram para a evolução da atividade avícola no Brasil, está o fato do país ser grande produtor de soja e milho, que são principais componentes da ração alimentar de frangos de corte. Desta forma, a consolidação da atividade deve-se muito ao sistema produtivo, chamado de "parceria avícola" ou sistema de integração, relação está entre as cooperativas agroindustriais e os produtores, o que possibilita o abastecimento, produção e distribuição (Farias, et.al 2023).

A partir de 2020, o Brasil ocupou a posição de maior exportador mundial de carne de frango, segundo relatórios da USDA (2024). Em seguida, aparecem os Estados Unidos, União Europeia, Tailândia e Turquia, como os cinco maiores exportadores globais de carne de frango.

Gráfico 4 - Exportação mundial de frango de corte (mil toneladas) 2023

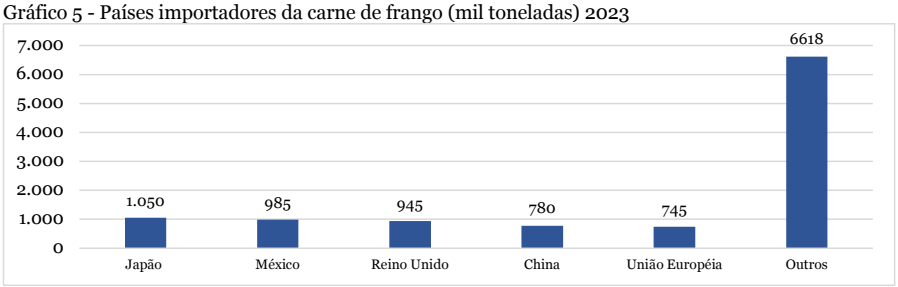


Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da USDA, IBGE, MAPA (2024).

De acordo com as projeções do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para o setor avícola brasileiro, o país tem condições de ampliar ainda mais a sua posição de liderança na exportação de carne de frango e expandir seus resultados. Esse volume de carne de frango tem destino certo, no gráfico abaixo seguem os dados dos maiores importadores mundiais (Gráfico 5).

Conforme a USDA, os cinco maiores exportadores mundiais de carne de frango, juntos, representam quase 90% do comércio global desse produto. A demanda por carne de frango é alta em todo o mundo e os principais importadores desse produto importam grandes quantidades de carne de frango para atender às necessidades de consumo interno. Há países que importam grandes quantidades de carne de frango para atender não apenas à demanda de seu mercado interno, mas, em alguns casos, para reexportação para outros países.

Gráfico 5 - Países importadores da carne de frango (mil toneladas) 2023



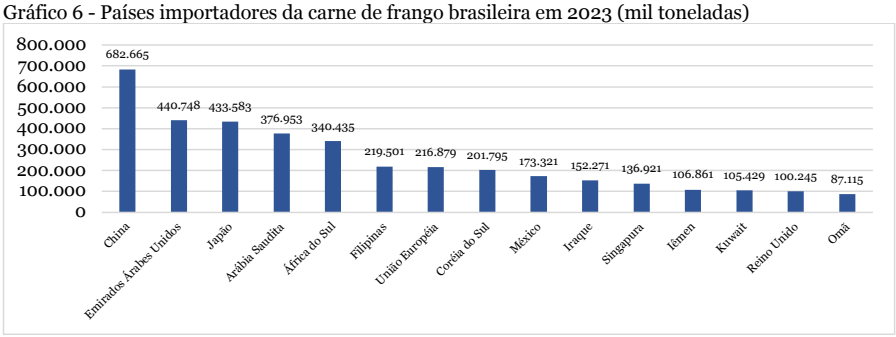
Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da USDA, IBGE, MAPA (2024).

Conforme os relatórios da USDA de 2024, os cinco principais países importadores de carne de frango em 2023 foram - Japão, México, Reino Unido, China e União Europeia - correspondem a cerca de 40% do volume total de importações mundiais de carne de frango.

Conforme apresentado no Gráfico 05 - indica que esses países são importantes mercados para a indústria avícola global e que suas demandas têm um grande impacto no comércio internacional de carne de frango.

Esses mercados, portanto, não apenas impulsionam a produção e a exportação de carne de frango em países líderes como Brasil, Estados Unidos União Europeia e Tailândia, mas também influenciam a definição de padrões de qualidade, logística e regulamentação sanitária, moldando o panorama da indústria avícola global.

Gráfico 6 - Países importadores da carne de frango brasileira em 2023 (mil toneladas)



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da USDA, IBGE, MAPA (2024).

Conforme os dados da USDA em 2023, os principais importadores da carne de frango brasileira foram: China, Emirados Árabes, Japão, Arábia Saudita, África do Sul, Filipinas, União Europeia, Coréia do Sul, México, Iraque, Singapura, Iêmen, Kuwait, Reino Unido e Omã, totalizando 3.774.722 mil toneladas.

Em termos subnacionais, de acordo com os dados de abate da carne de frango por estado em 2023, a região Sul do Brasil liderou a atividade, representando 78,5% do total de abates realizados no país. Essa região tem mantido esse destaque desde o início da produção avícola em grande escala no país.

Os três estados brasileiros que mais abateram carne de frango em 2023, de acordo com os dados do MAPA e ABPA (2023), foram Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, respectivamente, com 41,7%, 22,0% e 14,8% do total de abates realizados no país.

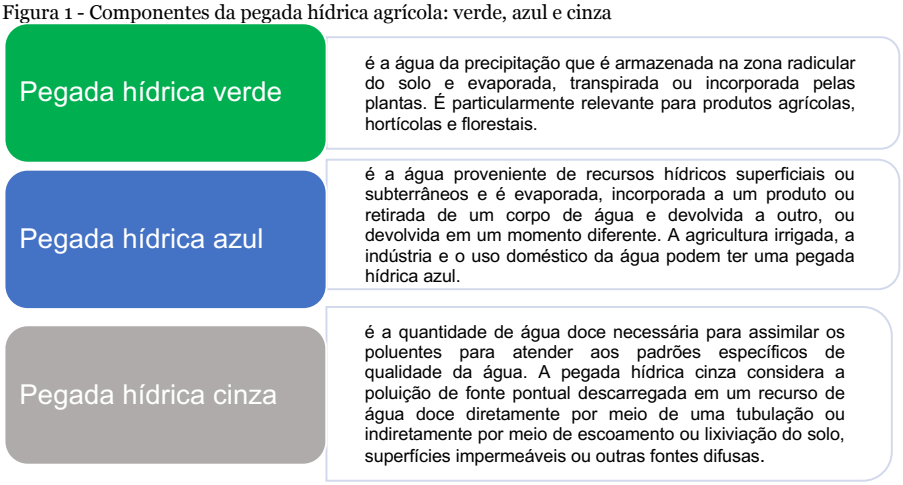
3 – ÁGUA VIRTUAL E A PEGADA HÍDRICA NA PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO

A fim de entender os termos aplicados à água presente nos processos produtivos de carnes, Hoekstra et al. (2011), conceituam água virtual como: água incorporada referindo-se ao volume de água incorporada no produto em si, enquanto o termo "pegada hídrica" refere-se não somente ao volume, mas também ao tipo de água que foi utilizada (verde, azul, cinza), bem como quando e onde.

Portanto, a pegada hídrica de um produto é um indicador multidimensional, enquanto o "conteúdo de água virtual" ou a "água incorporada" refere-se somente ao volume. Nesse sentido, a pegada hídrica de um produto é definida como o volume total de água doce que é utilizado direta ou indiretamente em seu processo produtivo.

Sua estimativa é feita com base no consumo e na poluição da água em todas as etapas da cadeia produtiva. O cálculo é semelhante para todos os tipos de produtos, sejam eles derivados dos setores agrícola, industrial ou de serviços. A pegada hídrica de um produto é subdividida nas componentes verde, azul e cinza (Hoekstra et al., 2011).

Figura 1 - Componentes da pegada hídrica agrícola: verde, azul e cinza



Fonte: SAB Miller e WFN (2009).

Considerando que muitos produtos necessitam de diversos insumos e que múltiplas etapas de processos precedem a etapa seguinte, não se tem uma cadeia linear de etapas do processo, mas sim uma "árvore de produto". Exemplificando, o contexto de uma árvore de produto definido como a produção de ração e todos os outros tipos de insumos necessários em uma fazenda de pecuária intensiva, a criação de animais e finalmente a produção da carne.

Como os sistemas de produção frequentemente produzem mais de um produto final, por exemplo, as vacas podem fornecer o leite, a carne e o couro, até mesmo a metáfora da árvore de produto é insuficiente. Na realidade, os sistemas de produção consistem em redes complexas de processos interligados, incluindo processos circulares (Hoekstra et al., 2011).

Nesse caso, a pegada hídrica dos consumidores de carnes está relacionada às pegadas hídricas dos produtores na cadeia produtiva. A pegada hídrica total de um consumidor é a soma de suas pegadas hídricas diretas e indiretas. Quando consideramos o consumo da carne, por exemplo, a pegada hídrica direta de um consumidor se refere ao volume de água consumido ou poluído para preparar e cozinhar a carne. A pegada hídrica indireta do consumidor da carne depende das pegadas hídricas diretas do comerciante que vende a carne, do frigorífico que prepara a carne para a venda, da fazenda que cria o animal e do produtor da ração que alimenta o animal. A pegada hídrica indireta de um comerciante depende das pegadas hídricas diretas do frigorífico, das fazendas produtoras de gado e de ração, e assim por diante (Hoekstra et al., 2011).

É crucial entender a interação entre os diferentes agentes envolvidos na cadeia produtiva e reconhecer a relevância de cada etapa no consumo e na poluição da água. A análise das pegadas hídricas diretas e indiretas permite uma melhor compreensão dos impactos ambientais associados à produção e ao consumo de carne, bem como possibilita a criação de estratégias para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Assim, a pegada hídrica das atividades pecuárias varia significativamente entre países e sistemas de produção. O sistema de produção é altamente relevante para o

valor, composição e distribuição geográfica da pegada hídrica. Da mesma forma, o país em que o produto é produzido influencia o valor (Chapagain & Hoekstra, 2003; 2004).

O cálculo da pegada hídrica de uma atividade pecuária considera os seguintes consumos: água para a produção dos alimentos fornecidos aos animais; dessedentação e serviços (limpeza e resfriamento das instalações); água necessária para diluir os efluentes da produção; água consumida no processamento e abate dos animais. O método entende consumo como a extração de águas superficiais e subterrâneas em determinada unidade hidrográfica, quando a água é evaporada na produção das culturas vegetais (processo de evapotranspiração); quando a água retorna para outra unidade hidrográfica que não a sua unidade de origem ou para o mar; e quando está incorporada a um produto. A pegada pode ser expressada em: m³/ano/animal, m³/animal e m³/kg de produto (Chapagain & Hoekstra, 2003, 2004; Palhares, 2012).

O cálculo também determina o consumo de água verde (água da chuva, não considerando a água que escorre ou infiltra, a qual não é utilizada pela cultura agrícola); água azul (extraída de fontes superficiais e subterrâneas e utilizada na irrigação das culturas, dessedentação dos animais e serviços); água cinza (definida como o volume de água necessário para diluir os efluentes da atividade pecuária, considerando os padrões ambientais e legais dos corpos d'água). Portanto, a pegada hídrica é composta por componentes indiretos (água utilizada na produção dos alimentos) e diretos (água consumida na dessedentação e serviços) (Chapagain & Hoekstra, 2003, 2004).

Ao iniciar a produção avícola, os frangos chegam às granjas com apenas um dia de vida e começam a consumir água imediatamente. É importante considerar o consumo de água na alimentação dos frangos desde o início de suas vidas. Durante toda a criação, a água deve ser limpa, abundante e fresca, sem contaminantes e com uma temperatura em torno de 22ºC. Existem três maneiras pelas quais a água entra no organismo das aves: através da ingestão como bebida, pelos alimentos e via orgânica (Palhares, 2021).

O consumo de água de bebida pelos frangos depende de diversos fatores, como a idade das aves, o teor de sal e proteína na dieta, a temperatura ambiente e o tipo de ração fornecido. Em média, considera-se um consumo de dois litros de água por cada quilo de ração consumida pelos frangos, como um valor de referência na criação dessas aves. É fundamental garantir que as aves tenham acesso à água potável e de qualidade em todas as fases de sua criação, para que possam crescer saudáveis e com o mínimo de estresse possível (Palhares, 2021).

Tabela 1 - Estimativa de consumo diário de água em ml por frango

Semana	Ml /dia/ frango	l/ dia/ 12.000 frangos
1	32	384
2	69	828
3	104	1248
4	143	1716
5	179	2149
6	214	2568
7	250	3000
8	286	3432

Fonte: Adaptado Bell e Weaver, 2002.

A Tabela 1 apresenta a estimativa de consumo diário de água nos primeiros oito dias; na segunda coluna, os dados referem-se ao consumo por animal e, na terceira coluna, para um lote normal, com 12.000 frangos. É importante monitorar o consumo

de água, pois uma flutuação repentina pode indicar o início de um problema. Por isso, é fundamental a instalação de um registro de consumo de água e de uma tubulação de acesso às instalações. A salinidade da água em medidas sólidas (ST) deve ser idealmente inferior a 10 mg de ST/litro e no máximo 3.000 mg de ST/litro, sem a presença de coliformes (Palhares, 2021).

A utilização da água na propriedade deve estar baseada na Política Nacional de Recursos Hídricos e na Resolução n. 35/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), (BRASIL, 2005), devendo também ser verificadas as legislações estaduais sobre o assunto. Outra legislação que incide no uso da água na propriedade é o Código Florestal Federal (Palhares, 2021).

Além da água consumida pelos frangos durante o período em que ficam alojados nas granjas, há também o consumo de água utilizada nos processos industriais. Nesse sentido, cabe observar que o peso das indústrias cárneas no uso total de água em indústrias de alimentos e bebidas corresponde a 24% do total e mais de 29% do total consumido no setor agroindustrial (Bustillo & Mehrvar, 2015).

Ao final do processo industrial (abate, processamento, armazenamento e tratamento) do frango, restará: o produto, os descartes do animal e o resíduo líquido, que, depois de tratado, se divide em água residual e resíduo sólido. No resíduo, teremos uma mistura de sobras de carne, sangue, ossos, lama, excrementos e tudo o que se possa resultar do processo produtivo. Cria-se um rol de produtos, além da mercadoria principal desejada. Esse resíduo de produtos, conhecidos como descartes, tem considerável importância no peso total dos animais vivos. Em alguns casos, essa porcentagem pode chegar a 60% (GAC et al., 2014).

Para calcular a pegada hídrica na produção avícola, a pesquisa desenvolvida por Chapagain & Hoekstra (2003) considera, para o cálculo, a água consumida na produção de grãos (milho e soja), água de dessedentação, água utilizada no resfriamento e limpeza das instalações. Sabe-se que há diferenças construtivas e de uso de equipamentos entre as regiões devido às condições climáticas e características produtivas. No entanto, é fundamental conhecer o mercado de produção de carne e os números envolvidos nesse setor.

Considerando os relevantes números do mercado desse setor avícola no Brasil e no mundo, para calcular a pegada hídrica na produção avícola, a pesquisa desenvolvida por Chapagain & Hoekstra (2003) considera a água consumida em todo o processo de produção.

3.1 – PRÁTICAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA AVICULTURA

As práticas de manejo sustentável e as inovações tecnológicas na avicultura têm sido amplamente exploradas para reduzir os impactos ambientais e aumentar a eficiência produtiva do setor. O manejo sustentável inclui o controle de resíduos, a redução do consumo de água e energia, e o uso de tecnologias que melhoram o bem-estar animal. Um exemplo é o uso de sistemas de ventilação e iluminação automatizados que ajustam as condições ambientais de acordo com as necessidades das aves, reduzindo o desperdício de energia e promovendo um crescimento saudável (Albino e Barreto, 2012),

Além disso, tecnologias como os sistemas de reaproveitamento de água e a aplicação de compostagem dos resíduos de cama das aves têm sido implementadas para reduzir a pegada hídrica e o impacto ambiental da produção. Sistemas de monitoramento digital também estão em ascensão, permitindo o acompanhamento em

tempo real dos parâmetros de ambiente e consumo de ração e água, o que auxilia na tomada de decisões rápidas e na otimização dos recursos (Palhares, 2021).

4 – METODOLOGIA

Este estudo foi elaborado com base em dados secundários da produção de frangos de corte na década de 2010 a 2021, concentrada na região Oeste do Paraná. Na sequência, foi calculada a pegada hídrica. A pegada hídrica dos animais abatidos por ano foi calculada por meio da metodologia descrita no *Water Footprint Assessment* Manual (Hoekstra; et al., 2011). Com os resultados da pegada hídrica (consumo de água verde mais a azul, exceto a cinza), foi utilizado o indicador de produtividade da água na produção das carnes suína e de frango, conforme (Mekonnen et al., 2019).

Existem pelo menos duas metodologias para calcular a pegada hídrica de animais. Uma primeira corrente baseia-se na água necessária para produzir todos os derivados e produtos finais de determinada quantidade de carne (Renault & Wallender apud Palhares, 2012).

Uma das formas mais comuns de calcular o consumo de água na produção de carne é por meio da soma da água cinza, verde e azul, conforme padronização da *Food and Agriculture Organization* (FAO). Essa água é consumida de três maneiras distintas: para produzir o alimento do animal, para ser bebida pelo animal e para ser usada nos processos de produção da carne. A água consumida na produção de alimento refere-se à quantidade de água necessária para cultivar os grãos que serão usados na alimentação do animal. A água bebida pelo animal é aquela que ele consome durante sua vida para saciar a sede. Por fim, a água usada nos processos refere-se a todo o uso do recurso durante as etapas de produção, incluindo processos industriais, transporte, higienização, climatização das aves, instalações e outros.

Foi adotado o método de cálculo que consiste em somar o consumo de água cinza, verde e azul, de acordo com a padronização da FAO, comumente utilizado na literatura. Essa água é consumida de três formas distintas: para produzir o alimento do animal, para saciar a sede do animal e nos processos de produção de carne.

Para o cálculo da ração consumida, foram utilizados 2,73 kg de milho e 1,5 kg de soja, de acordo com Palhares (2012). Foi aplicado o índice dos Fatores de Conversão das Commodities Agropecuárias da FAO, o qual cita que, para cada grão de soja produzido, 77% é farelo e 23% óleo; nesse caso, é necessário descontar a água verde consumida na produção de óleo (FAO, 2019). Na pegada hídrica do milho e da soja (ambas as culturas não foram irrigadas), foi considerada a produtividade de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020).

Além disso, foram definidas as composições percentuais de soja e milho na ração, as quais dependem das condições estabelecidas por cada empresa, da idade dos lotes e do seu fim. Por exemplo, em lotes de aves de corte, normalmente não se usa trigo na ração, o qual é utilizado principalmente na alimentação de matrizes, em que o objetivo é a formação de ovos e não o ganho de peso das aves.

De acordo com Palhares (2012), os dois principais componentes da dieta de aves são o milho moído e o farelo de soja. Em uma recomendação técnica, a Embrapa sugere que, para qualquer tipo de ração em sistemas caseiros, mais de 84% da composição seja de milho e farelo de soja. No presente estudo, foi usada a proporção de 65% de farelo de milho e 30% de farelo de soja na ração, seguindo a composição média de uma das empresas pesquisadas e que está de acordo com as publicações.

Quadro 1 - Parâmetro para Pegada Hídrica verde e azul

PARÂMETRO	FRANGOS DE CORTE	REFERÊNCIA
Duração do ciclo	42 dias	Miele; et al., 2010; 2011
Peso médio no abate	2,652 kg^{-1}	Miele; et al., 2010; 2011
Consumo de ração no ciclo	4,230 kg^{-1}	Miele; et al., 2010; 2011
Consumo de água dessedentação	2,5 k Lkg ração $^{-1}$	FATMA, 2019; Miele; et al.,2010
Consumo de água limpeza e desinfecção	3,4 L cab^{-1}	Miele; et al.,2010;
Consumo de água e resfriamento	2 L cab^{-1}	Miele; et al.,2010;
Rendimento da carcaça	75%	Miele; et al.,2010; Tavernari, 2014
Porcentagem água carne e miudezas	70%	NEPA, 2019
Consumo de água na produção de milho	4.500 m^3 $ha^{*1}ciclo^{-1}$	Allen; et al.,1998; Couto e Sans, 2002, Andrade, et al., 2015
Consumo de água na produção de soja	6.000 m^3 $ha^{*1}ciclo^{-1}$	EMBRAPA, 2008; EMBRAPA, 2013

Fonte: Adaptado de Rosa (2018).

Entre 2010 e 2020, o número de frangos abatidos na região Oeste do Paraná foi obtido por meio da Pesquisa Anual de Abate de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). É importante ressaltar que o valor numérico da pegada hídrica não é o aspecto mais relevante, mas sim a relação desse com a disponibilidade de água na região e a implementação de medidas mitigatórias.

Como observado no Quadro 1, a pegada hídrica cinza não foi calculada, pois frequentemente é excluída dos estudos de pegada hídrica devido à dificuldade em quantificar seus impactos ambientais. Hoekstra et al. (2011) destacam que a pegada hídrica cinza é difícil de ser medida, uma vez que depende de vários fatores, como o tipo e quantidade de poluentes presentes na água, a qualidade da água e a diluição necessária para atender aos padrões de qualidade. Além disso, a pegada hídrica cinza pode variar de acordo com o local e o tempo de liberação de poluentes na água, o que dificulta a generalização dos resultados.

Assim, Mekonnen e Hoekstra (2014), argumentam que a pegada hídrica cinza não é um indicador direto do consumo de água e, portanto, não é relevante para avaliar a escassez de água em uma região ou o impacto ambiental do uso da água em um determinado processo. Eles sugerem que a pegada hídrica verde e azul são indicadores mais relevantes para avaliar a sustentabilidade do uso da água.

Uma limitação deste estudo foi a escolha de não calcular a pegada hídrica cinza devido à complexidade em mensurar os valores necessários para essa estimativa. A pegada hídrica cinza representa o volume de água necessário para diluir os poluentes gerados em um processo até que os níveis estejam dentro dos padrões de qualidade ambiental.

Desta forma, esse cálculo exige dados específicos sobre a carga de poluentes, como nitrogênio e fósforo, liberados ao longo da cadeia produtiva, além de informações sobre os limites aceitáveis para cada poluente, o que é desafiador de obter com precisão em várias etapas produtivas. A falta desses dados pode comprometer os resultados, tornando a avaliação da pegada cinza inviável neste contexto.

5 – DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pegada hídrica total foi calculada de acordo com Palhares (2012; 2014) e Chapagain e Hoekstra (2003), que consideram a soma da água consumida na produção de grãos (milho e soja) (pegada hídrica verde), mais a água de dessedentação e a água utilizada na limpeza, desinfecção, resfriamento das instalações e água no produto (pegada hídrica azul). Não foi calculada a pegada hídrica cinza, que é a água consumida na depuração dos dejetos, conforme a equação 1.

$$PH\ [total] = PH\ [verde] + PH\ [azul] + PH\ [produto] \quad (1)$$

O cálculo da pegada hídrica verde é apresentado na equação 2.

$$PHverde = \sum_{p=1}^{n} (Ingredienteração \times PHingrediente) \quad (2)$$

Em que:
$PH_{ingrediente\ p}$: pegada hídrica do ingrediente p, em l/kg
N: número de ingredientes na ração
AB: número de cabeças abatidas na região.
Cr: consumo médio de ração por cabeça em um ciclo de 42 dias em kg

PH ração por kg: *PH soja por kg x 0,65 + PH milho por kg x 0,35*
PH ração*: PH soja x 0,65 + PH milho x 0,35*

PH soja: *PH soja x 0,77* (Cada grão produzido, 77% são farelo, conforme FAO. 2019, ANO)
PH soja: 6000 m^3/ha

(Consumo de água na produção de soja m³/ha, ver quadro 1)
Produção média de soja/hectare: *126 sacos de 60 kg = 7560 kg/ha*
PH soja por kg: *(6000m³)/7560kg=0,7936 m³/kg = 793,6 l/kg*
PH farelo de soja por kg*: 793,6 x 0,77 = 611,11 l/kg*
PH milho: *4500 m³/ha* (Ver quadro 1)
Produção média de milho por hectare: *4366 kg/ha* (Ver quadro 1)
PH milho por kg: *4500/4366= 1,03 m3/kg = 1030,69 l/kg*
PH ração por kg: (PH soja por kg) x 0,65 + (PH milho por kg) x 0,35
PH ração por kg*: 757,96 l/kg*
Ração consumida por cabeça de frango em um ciclo: *4,23 kg*
PH ração por cabeça: *757,96 x 4,23 = 3206,17 l/cabeça*
Peso médio no abate do frango: *2,652 kg/cabeça*

Rendimento de carcaça: *75%*
Rendimento médio frango por cabeça: *2,652 x 0,75 = 1,99 kg/cabeça*
PH ração por kg de carne de frango: *3206,17/1,99= 1611,14 l/kg*

A análise da pegada hídrica verde é uma importante ferramenta para avaliar a eficiência do uso da água na produção de alimentos e outros produtos agrícolas (Hoekstra et al., 2011). Nesse contexto, a análise dos valores de pegada hídrica verde

Informe GEPEC, ISSN: 1679-415X, Toledo, v. 29, n.1, p.161-183, jan./jun. 2025.

por quilograma de milho e ração pode fornecer informações úteis sobre o impacto do uso da água na produção desses produtos.

Ao avaliar o valor de pegada hídrica verde de 1.030,69 litros/kg para o milho, observa-se que, em média, é necessário esse volume de água para produzir um quilo de milho. Já o valor de pegada hídrica verde de 1.611,14 litros/kg para a ração, indica que é necessário um volume maior de água para produzir um quilo de ração. Essa análise sugere que a produção de ração tem um impacto maior no uso da água do que a produção de milho.

No entanto, é importante destacar que a ração é composta por vários ingredientes, incluindo o milho, e que a pegada hídrica desses outros ingredientes também pode contribuir significativamente para o valor total de pegada hídrica da ração. Portanto, para uma avaliação mais completa e precisa da eficiência do uso da água na produção de ração, é necessário considerar a pegada hídrica de todos os ingredientes da ração.

Além disso, é importante destacar que a pegada hídrica não deve ser o único indicador considerado para avaliar a sustentabilidade do uso da água na produção de alimentos e outros produtos agrícolas. Outros fatores, como a disponibilidade de água na região, a qualidade da água utilizada e a eficiência do uso da água, também, devem ser considerados para uma avaliação mais completa.

Em resumo, a análise dos valores de pegada hídrica verde por quilograma de milho e ração pode fornecer informações úteis sobre a eficiência do uso da água na produção desses produtos. No entanto, é necessário levar em conta outros fatores relevantes e comparar os valores de pegada hídrica com outros produtos e culturas para uma avaliação mais completa e precisa.

O cálculo da pegada azul é apresentado na equação 3.

PH azul: PH dessedentação + PH limpeza + PH resfriamento

PHazul: *(Cd × 42 × AB) + (CL × AB) + AP (AB × 0,002652 × 0,75 × 0,66) + (AB × 0,04) (3)*

Em que:
Consumo de água dessedentação: *2,5 l de água/kg de ração*
Consumo de ração no ciclo de 42 dias: *4,23*
Consumo de água dessedentação no ciclo de 42 dias: *2,5 x 4,23 = 10,57 l/cabeça*
Consumo de água, limpeza e desinfecção*: 3,4 l/cabeça*
Consumo de água resfriamento: *2l/cabeça*

PHAzul: *10,57 + 3,4 + 2,0 = 15,97 l/cabeça*
Rendimento médio de frango/cabeça*: 1,99 kg/cabeça*
PH azul por kg de carne de frango: *15,97/1,99= 8,02 l/kg*

A pegada hídrica é um indicador importante para avaliar a quantidade de água utilizada em determinado processo produtivo ou em um produto específico. Sua análise é fundamental para identificar os impactos ambientais e sociais associados ao uso da água, bem como promover sua gestão sustentável (Hoekstra et al., 2011).

Os resultados obtidos indicam que a pegada hídrica verde por quilograma de milho foi de 1.030,69 litros/kg, enquanto, para a ração, foi de 1.611,14 litros/kg. Por sua vez, a pegada hídrica azul por quilograma de carne de frango foi de 8,02 litros/kg. Esses dados revelam que a produção de carne de frango tem um impacto significativo

na utilização de água de origem superficial ou subterrânea, enquanto a produção de milho e ração tem um impacto mais direto no consumo de água de chuva.

A correlação entre esses dados pode ser estabelecida ao considerar que o milho e outros ingredientes utilizados na produção de ração são responsáveis por grande parte da pegada hídrica verde da ração. Assim, a produção de carne de frango pode estar indiretamente relacionada com a pegada hídrica verde do milho e da ração, uma vez que a produção desses alimentos é necessária para alimentar os animais.

Cabe destacar que a pegada hídrica não deve ser considerada isoladamente para avaliar a sustentabilidade do uso da água na produção de carne de frango. Outros fatores, como a qualidade da água utilizada, a eficiência do uso da água e a disponibilidade de água na região, também devem ser considerados para uma avaliação mais completa (Palhares, 2019).

Tabela 2 - Número de cabeças abatidas no estado do Paraná e na região Oeste do Paraná

Região Oeste do Paraná	**2010**	**2020**	**%**
Paraná	265.520.607	395.216.296	67%
Oeste Paranaense	78.059.297	120.007.432	65%

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE, IPARDES (2023).

Ao analisar os números de cabeças de frangos abatidos no estado do Paraná e na região Oeste entre 2010 e 2020, é possível observar um crescimento significativo na produção de carne de frango. No Paraná, como um todo, a evolução foi de 67%, enquanto, na região Oeste, o aumento foi de 65%. Esses resultados indicam um aumento expressivo na demanda por carne de frango e a importância da atividade avícola na economia regional e estadual.

A partir dos dados do número de cabeças abatidas no estado do Paraná e na região Oeste, obtiveram-se os seguintes resultados:

PH verde: PH ração x AB x Cr, onde:
N: número de ingredientes na ração
AB: número de cabeças abatidas na região.
Cr: consumo médio de ração por cabeça em um ciclo de 42 dias em kg

PH verde: *(PH farelo de soja x % de farelo de soja na ração +PH milho x % de milho) x AB X Cr*
PH verde: *(611,11 x 0,65 + 1030,69 x 0,35) x AB x 4,23*
PH verde 2010: *(611,11 x 0,65 +1030,69 x 0,35) x 4,23 x AB 2010 = 3206,18 x 265.520.607*
PH verde 2010 = *851.306.859.751 litros de água*

PH azul: (*Cr x Cd + Ce + Cres) x AB 2010*
PH azul 2010*: (4,23 x 2,5 + 3,4 + 2) x AB 265.520.607*
PH azul 2010: *4.243.019.299.86 litros de água*

PH verde 2020: *(611,11 x 0,65 +1030,69 x 0,35) x 4,23 x AB 2010 = 3206,18 x 395.216.296*
PH verde 2020 = *1.267.134.583.909,28 litros de água*

PH azul: *(Cr x Cd + Ce + Cres) x AB 2010*
PH azul 2020: *(4,23 x 2,5 + 3,4 + 2) x AB 395.216.296*

PH azul 2020: *6.315.556.410,08 litros de água*

Os dados indicam um aumento significativo na pegada hídrica verde e azul entre 2010 e 2020. A pegada hídrica verde aumentou aproximadamente 49%, passando de 851 bilhões para 1,2 trilhões de litros de água, enquanto a pegada hídrica azul aumentou 48,8%, passando de 4,2 bilhões para 6,3 bilhões de litros de água. Isso pode ser explicado pelo aumento da demanda por água para a produção de alimentos e bens de consumo, além do crescimento populacional.

Considerando os dados apresentados anteriormente em relação ao consumo, produção e exportação da carne de frango e o fato da região Oeste do Paraná ser destaque nesta atividade tudo indica que este consumo de água irá aumentar, conforme comparado os anos anteriores de 2010 a 2020.

Nesse sentido, estes resultados podem orientar políticas públicas e privadas relacionadas à gestão da água, identificando setores e produtos que apresentam alta pegada hídrica para buscar soluções e estratégias que reduzam o consumo de água. É importante destacar a necessidade de uma abordagem integrada para a gestão da água, considerando não apenas o uso, mas também a qualidade da água e sua disponibilidade para as gerações futuras.

Nesse escopo, é importante refletir sobre o consumo da água e a relação entre o crescimento econômico, conforme Stamm (2022) essa discussão é internacional e há uma preocupação com o rápido crescimento populacional urbano, além da preocupação com a eficiência nos métodos de produção para a redução no uso da água.

Outro fator a ser refletido está na questão das exportações, conforme abordado nos dados acima, o Brasil é líder em exportação de carne de frango e as projeções indicam um crescimento considerável para os próximos anos.

Nesse sentido, Carmo et al. (2007), ao considerar o comércio de "água virtual" existente, é possível iniciar um debate sobre o papel dos países no comércio internacional e suas consequências, quando orientado por abundância ou escassez de água. Ao delegar ao comércio a função de determinar o que será produzido em cada país, com base em sua disponibilidade de água, podem surgir novos conflitos para a população de diversos países. Os autores alertam que, ao considerar a água como um produto brasileiro de exportação indireta, podemos perceber o processo de dispersão de riscos ambientais em escala global, pois evidencia quem está pagando a conta da escassez dos recursos hídricos de outras regiões do mundo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo estimar o fluxo quantitativo da água utilizada na cadeia produtiva de frango, na região Oeste do Paraná e comparar o período de 2010 com 2020. Utilizou-se como ferramenta a metodologia da *Pegada Hídrica* que é um método desenvolvido para medir a quantidade de água consumida direta e indiretamente em processos produtivos. Com essa abordagem, foi possível calcular não apenas a água visível usada na produção, mas também a água incorporada em toda a cadeia de suprimentos, conhecida como "água virtual".

O conhecimento destas informações pode possibilitar às empresas envolvidas neste processo, avaliarem pontos críticos de consumo, identificarem áreas onde a água é usada em excesso e desenvolverem estratégias específicas para reduzir seu uso, o que, além de economizar recursos, promove a sustentabilidade ambiental.

Como citado no estudo, na cadeia produtiva do frango, a pegada hídrica pode apontar vários pontos de alto consumo, incluindo o fornecimento de água para a criação dos animais, limpeza das instalações e produção de ração, que constitui a maior parte do uso indireto de água.

Nesse sentido, o maior desafio para as empresas que gerenciam a atividade é desenvolver estratégias para diminuir o uso da água, conforme Philippi Jr (2005) o uso de tecnologias de reciclagem e reaproveitamento de água consiste em instalação de sistemas de reciclagem de água nas granjas o que pode reduzir significativamente o consumo de água para a limpeza das instalações e sistemas de resfriamento. Em vez de utilizar água nova para cada ciclo de lavagem ou resfriamento, a água pode ser tratada e reaproveitada para os mesmos fins. Essa prática pode reduzir o uso de água em até 30 a 40% nessas áreas.

Já Brito (2017) cita como estratégia a melhoria na eficiência do uso da água na produção de ração. A maior parte da pegada hídrica do frango vem da água virtual na produção de ração. Uma estratégia viável é otimizar a seleção de grãos e adotar métodos de cultivo mais eficientes, como a irrigação por gotejamento, reduzindo o consumo de água no plantio e cultivo das culturas usadas na ração.

Desta forma, essas práticas, quando implementadas, contribuem significativamente para a sustentabilidade do setor avícola. Conforme Souza, Lourenço e Oliveira (2023) nos últimos anos houve alterações nos padrões tecnológicos da avicultura de corte: o que impactou a vida da população como um todo.

Diante disso e dos dados apresentados, é possível inferir que a produção de alimentos possui um impacto significativo para o consumo de água. Observa-se um aumento na pegada hídrica verde, passando de 851 bilhões de litros, em 2010, para 1,2 trilhões de litros, em 2020, na região Oeste do Paraná, e um aumento na pegada hídrica azul de 4,2 bilhões de litros, em 2010, para 6,3 bilhões de litros, em 2020. Isso indica um crescimento no consumo de água, especialmente na produção de milho e ração, com 1.611,14 l/kg, o que demanda maior atenção à produção desses insumos.

A pegada hídrica azul por kg de carne de frango mostrou-se relativamente mais baixa, 8,02 l/kg, o que pode ser atribuído à adoção de práticas mais eficientes na produção de alimentos. No entanto, o aumento considerável na utilização de água na produção avícola, com acréscimo de cerca de 2 bilhões de litros entre 2010 e 2020, evidencia a necessidade de práticas sustentáveis e eficientes no uso de recursos hídricos.

Para enfrentar esse desafio, é fundamental que produtores, governos e consumidores atuem em conjunto na promoção da gestão sustentável dos recursos hídricos. Isso inclui a adoção de práticas mais sustentáveis na produção de insumos, a redução do desperdício de alimentos, o uso mais eficiente da água na produção e a implementação de políticas públicas que incentivem a produção e o consumo de alimentos mais sustentáveis.

Além disso, a conscientização dos consumidores sobre o impacto da sua alimentação no consumo de água e na preservação dos recursos naturais é crucial. É necessário considerar não apenas o uso, mas também a qualidade da água e sua disponibilidade para as gerações futuras. A análise da pegada hídrica é uma ferramenta importante nesse contexto, mas deve ser utilizada em conjunto com outras metodologias e indicadores para uma avaliação mais completa e precisa da sustentabilidade da produção agropecuária.

De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), a preservação e gestão sustentável dos recursos hídricos é um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que visam promover um mundo mais justo e equitativo. A produção agroindustrial de aves, assim como outras atividades econômicas, pode gerar

impactos negativos para o meio ambiente, como a contaminação da água e do solo. Por isso, é fundamental que ações e práticas de gestão e uso da água sejam implementadas para minimizar esses impactos, a fim de garantir a sustentabilidade ambiental e econômica da atividade.

Nesse contexto, é necessário salientar que a adoção de práticas de gestão e uso da água na agroindústria é um processo contínuo, que demanda investimentos e monitoramento constante. É preciso garantir que as práticas adotadas estejam alinhadas com os objetivos do desenvolvimento sustentável e que sejam capazes de minimizar os impactos ambientais da atividade produtiva.

Primeiramente, o uso de sistemas de reaproveitamento de água nas granjas é essencial, especialmente para atividades de limpeza e resfriamento. A instalação de tecnologias que permitem a filtragem e o tratamento da água utilizada para ser reutilizada em outros processos pode reduzir significativamente o consumo (Palhares, 2021).

Por fim, o manejo sustentável dos resíduos das aves, como o uso de compostagem ou biodigestores para tratar a cama de frango, evita a poluição hídrica e reduz a pegada hídrica cinza, pois minimiza a necessidade de água para diluir os poluentes. Essas práticas, combinadas, contribuem para uma produção mais responsável e alinhada à conservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Disponível em: https://abpa-br.org/mercados/#relatorios. Acesso em: 12 dez. 2021.

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. de T. ***Criação de frangos de corte***. Viçosa, MG: UFV, 2012.

ANA. Agência Nacional de Águas. **A Importância da discussão da Água na Rio+20**. Disponível em: https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/a-importac-ncia-da-discussapso-da-a-gua-na-rio-20.2019-03-15.9622238709. Acesso em: 18 jan. 2022.

BARBOSA, V. **A última gota**. São Paulo: Planeta, 2014.

BELL, D. D.; WEAVER, W. D. **Commercial chicken meat and egg production**. Springer Science & Business Media, 2002. ISBN 079237200X.

BRITO CRUZ, C. H. de. ***Tecnologias e inovação para a gestão de recursos hídricos***. São Paulo: Editora Blucher, 2017.

BUSTILLO-LECOMPTE, C. F.; MEHRVAR, M. **Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry**: A review on trends and advance. Journal of Environmental Management, set. 2015.

CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. Água Virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande "exportador" de água. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 83-96, 2007. http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006.

CARRA, S. H. Z. **Pegada Hídrica da atividade suinícola na região do Corede Serra**. 2015. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul, Brasil, 2015. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UCS_aa6058f0a3b640089c99203d38e4cb29.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária** Ano 1, n.1 1992. Brasília: Conab, 1992. Disponível em: https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/serie-historica-das-safras?start=30. Acesso em: 22 fev. 2022.

COSTA, L. S.; GARCIA, L. A. F.; BRENE, P. R.A. **Panorama do setor de frango de corte no Brasil e a participação da indústria avícola paranaense no complexo dado seu alto grau de competitividade**. In: IV SINGEP – Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. São Paulo, 2015.

FAO. **FAOSTAT** banco de dados on-line. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/pt/#data. Acesso em: 10 mai. 2022.

FARIAS, C. J.; SCHNEIDER, M. B.; SANTOYO, A. H.; DARR, D. The relationship between poultry producers and their integrators: a case of West Region of Paraná, Brazil. **Informe GEPEC**, ISSN: 1679-415X, Toledo, v. 27, n.1, p.199-227, jan./jun. 2023.

FERREIRA, D. D. M. **Gestão e uso da água na suinocultura: um diagnóstico a partir da comparação das pegadas hídricas**. 2012. 225f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, Brasil, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/99433/305345.pdf?sequence =1&isAllowed=y.

GAC, A. et al. Co-products from meat processing: the allocation issue. Encaminhamentos 90. **Conferência Internacional de Ciclo de Vida dos Alimentos no setor Agroalimentício**. San Francisco, EUA. 2014.

GIACOMIN, G. S.; OHNUMA Jr, A. A. Análise de resultados de pegada hídrica por países e produtos específicos. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, v.8, n.8, p.1562–1572, 2013. DOI: https://doi.org/10.5902/223611706721.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **The water footprint assessment manual**. 1.ed. London: Water Footprint Network, 2011.

HOEKSTRA, A. Y. **Virtual water trade**: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. N.12, Delft: UNESCO-IHE, 2003. 239p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal Cidades**. Disponível em:

<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410480>. Acesso em 10 Jan 2022.

IPARDES. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. Disponível em http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal/MontaPerfil.php?codlocal=706&btOk=ok. Acesso em 14 Jan 2022.

LEME, R. C. B.; LEME, R. C. O consumo de água na produção de aves, leite e suínos do município de Francisco Beltrão – PR: uma proposta de educação ambiental nas aulas de geografia. **Para Onde!?,** Porto Alegre, RS, v. 10, n. 1, p. 236-242, set. 2018. Disponível em: https://www.seer.ufrgs.br/paraonde/article/view/85859. Acesso em: 13 jan. 2022. DOI: https://doi.org/10.22456/1982-0003.85859.

MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/ministerio. Acesso em 17 Dez 2021.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. (2014). **Water footprint benchmarks for crop production**: a first global assessment. Water Resources and Industry, 7-8, 1-12.

MEKONNEN, M. M.; NEALE, C. M. U.; RAY, C.; ERICKSON, G. E.; HOEKSTRA, A.Y. **Water productivity in meat and milk production in the US from 1960 to 2016**. Environment International 132 (2019) 105084. ScienceDirect.2019. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105084

PALHARES, J. C. P. **Água: frango de corte**. Embrapa. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/frango-de-corte/producao/manejo/agua. Acesso em 18 Jan 2023.

PALHARES, J. C. P. **Água na produção avícola**: desafio presente para garantir o futuro. Avicultura Industrial, p. 1-10, 2015.

PALHARES, J. C. P. **Pegada hídrica e a produção de aves de corte**. 2012. Disponível em: https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/pegada-hidrica-producao-aves-t37367.htm. Acesso em 18 Jan 2023.

PHILIPPI JR.; A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. ***Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade***. São Paulo: Manole, 2005.

PASQUALETTO, A.; PASQUALETTO, A. G. N.; PASQUALETTO, T. L. L.; MENDES, T. A. Water resources availability and demand in Brazil. **Informe GEPEC**, Toledo, PR,v. 26, n. 1, p. 46-61, 2022.

ROSA, G. A. **Pegada hídrica e produtividade da água na suinocultura e avicultura de corte no Brasil de 2008 a 2018**. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Civil, Sanitária e Ambiental) - Universidade do Contestado, Concórdia, 2020. Disponível em: http://uni-contestado-site.s3.amazonaws.com/editais/DP-14072020163748.pdf. Acesso em: 13 jan. 2022.

SINDIAVIPAR. **Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná**. Disponível em: https://sindiavipar.com.br/sindiavipar/historia/. Acesso em 10 Mar 2022.

SANTOS, E, J.; SANTO, J, A, G. Apegada hídrica para a produção de soja na região oeste da Bahia entre 2006-2019. **Informe GEPEC**, ISSN: 1679-415X, Toledo, v. 27, n.1,p.384-407,2023.

SOUZA, V.; LOURENÇO, R, L.; OLIVEIRA, L. E. N. Alterações nos padrões tecnológicos da avicultura de corte: impactos na vida e nos negócios de produtores integrados. **Informe GEPEC**, ISSN: 1679-415X, Toledo, v. 27, n.2, p.91-115, jul./dez.,2023.
STAM, C. Consumo de água e crescimento econômico: uma análise da produção científica internacional. **Informe GEPEC**, ISSN: 1679-415X, Toledo,v. 26, n.3, edição especial: homenagem ao Prof. Dr. Moacir Piffer, p. 25-42, 2022.

WWDR. **Relatório Mundial de Desenvolvimento da Água da ONU 2017**. Disponível em: https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2017/. Acesso em 14 Jan 2022.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme) /UN-Water. **The United Nations World Water Development Report 2018**: Nature-Based Solutions for Water. Paris, UNESCO. 2018.

WWF (World Wildlife Fund). **Brasil perde 15% de superfície de água desde os anos 1990** Disponível em https://www.wwf.org.br/?79608/brasil-perde-15-porcento-de-superficie-de-agua-desde-o-comeco-dos-anos-1990 Acesso 05 Jul 2024.

Recebido em 08/08/2024.
Aceito em 30/04/2025.