

# COMÉRCIO EXTERNO DA CARNE DE FRANGO NO BRASIL E EXPORTAÇÃO DE ÁGUA VIRTUAL

Maria Teresa Gabre Tardin<sup>1</sup>  
Marcia Istake<sup>2</sup>

Área Temática: Meio ambiente, recursos naturais e sustentabilidade  
Classificação JEL: Q25

## Resumo

O Brasil se destaca mundialmente como produtor e exportador de carne de frango. De acordo com o United States Department of Agriculture (USDA) a produção brasileira dessa proteína animal cresceu 124% no últimos 18 anos, sendo o Brasil o segundo maior exportador mundial, vendendo 28% da sua produção doméstica (USDA, 2019). Dada a relevância do produto para o setor agropecuário brasileiro e como importante fonte de divisas no comércio exterior, pois o saldo da balança comercial do mesmo é positivo, o presente estudo estimou a exportação líquida de água virtual utilizada na produção da carne de frango no Brasil em 2018. A água aqui considerada é aquela utilizada direta e indiretamente no processo de produção. Apesar de não aparecer diretamente em grande volume no produto final, a água é muito utilizada em seu processo de produção. A hipótese inicial desse estudo foi confirmada, ou seja, o Brasil foi considerado um exportador líquido de água virtual no comércio de carne de frango. O uso mais eficiente da água na produção de carne de frango foi encontrado no sistema industrial, o sistema de produção predominante nos principais estados produtores. Os estados que mais exportaram água foram: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A exportação líquida de água virtual total estimada para o Brasil foi de 15.120 milhões de m<sup>3</sup>.

Palavras-chave: Água virtual; Balança da água virtual; Pegada hídrica da carne de frango

## Abstract

Brazil stands out as a producer and exporter of chicken meat worldwide. According to United States Department of Agriculture (USDA) Brazilian production of this animal protein has increased 124% in the last 18 years, Brazil was the second largest world exporter, and sold 28% of its domestic production. (USDA, 2019). Considering the product relevance to Brazilian farming sector and as an important source of foreign currency related to international trade, because of its positive trade balance, the current article estimated virtual water net exports used to produce chicken meat in Brazil in 2018. The water here considered is the water used directly and indirectly in the production process. Despite water doesn't appear directly in a great amount in the final product, it is widely used on its production process. The initial hypothesis was confirmed, Brazil was considered a net virtual water exporter in chicken meat trade. The more efficient water use was found in the industrial system, which is predominant in the main producers states of the country. The greatest exportation of water were from: Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul states. The total net exportation of virtual water in Brazil was 15.120 million m<sup>3</sup>.

Key words: Virtual water; Virtual water balance; chicken meat water footprint

---

<sup>1</sup> Bacharela em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) - mariateresatardin@gmail.com

<sup>2</sup> Pós-Doutoranda, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo (FEA-USP). Prof<sup>a</sup> do Departamento de Economia na Universidade Estadual de Maringá (UEM) - mistake@uem.br

## 1 Introdução

Água virtual na definição de Hoekstra (2003 p. 13) “(...) is the water ‘embodied’ in a product, not in real sense, but in virtual sense”. Trata-se não somente da água incorporada fisicamente ao produto, mas também da água que foi necessária direta e indiretamente em seu processo de produção. No caso do frango considera-se, inclusive, a água presente no cultivo dos componentes utilizados na ração consumida pelas aves e no processamento das carnes. Esse estudo busca estimar o fluxo quantitativo da água virtual utilizado na produção da carne de frango comercializada internacionalmente pelo Brasil no ano de 2018. Busca-se também com esse trabalho: apresentar o conceito de água virtual específico para a carne de frango; verificar o sistema de produção, o comércio e o consumo interno e externo de carne de frango; e, estimar a exportação líquida de água virtual presente no produto vendido para o exterior.

Para atender aos objetivos será necessário calcular o volume de água virtual empregado no processo produtivo da carne de frango brasileira (em m<sup>3</sup>/ton). Para tanto, faz-se necessário observar o volume de água utilizado na produção de carne exportada e importada pelo Brasil. O cálculo da água virtual da carne de frango será realizado utilizando como base os dados de Mekonnen e Hoekstra (2010) e os procedimentos metodológicos propostos por Hoekstra et al. (2011).

A água doce possui extrema relevância nos processos produtivos e manutenção da vida. Conforme a United Nations World Water Assessment Programme - WWAP (2012), de toda a superfície da terra recoberta por água somente 2,5% se refere a água doce. Desse total, apenas 0,03% está na superfície formando rios e lagos, já que todo o restante se encontra nas geleiras, calotas polares, regiões montanhosas ou subterrâneas. Além disso, o que se tem disponível de água doce sofre o impacto da poluição, pois com exceção de alguns países, um número relevante de nações lançam “(...)águas residuais diretamente no meio ambiente sem tratamento adequado, causando impactos negativos na saúde humana, na produtividade econômica, na qualidade das águas doces e nos ecossistemas”. (WWAP, 2017, p. 3)

O comércio internacional não se dá somente através dos produtos finais, mas também por meio das externalidades negativas, como a poluição que é deixada no país além dos insumos e fatores de produção necessários à sua produção, como a água, a energia, o capital, a terra, a mão-de-obra, etc. Dado que o Brasil é um país com ampla disponibilidade de recursos hídricos, faz-se necessário trazer à tona o papel e a magnitude do mesmo por meio da água necessária à produção dos bens comercializados, como é o caso do frango. Desse modo, estudos que contribuam para evidenciar a relevância da água em todos os âmbitos, diretos e indiretos, no contexto do comércio internacional são fundamentais, para uma melhor gestão e preservação desse recurso, essencial à vida.

Com o desenvolvimento desse estudo busca-se responder ao seguinte questionamento: qual o volume de água necessário para produção e processamento da carne de frango que o país comercializa com o exterior? A hipótese inicial desse estudo é que o Brasil é um grande exportador líquido de água virtual, através do comércio desse produto.

Além dessa introdução, o trabalho apresenta na seção dois os conceitos de água virtual e pegada hídrica da carne de frango, bem como apresenta algumas estimativas realizadas para o Brasil, para essa proteína animal. A seção três trata da produção, do consumo e do comércio da carne de frango pelo Brasil. A metodologia utilizada está descrita na seção quatro e os resultados das estimativas são apresentados na seção cinco.

## 2 Água virtual e pegada hídrica na produção da carne de frango

Os conceitos de água virtual e pegada hídrica encontram-se aqui descritos e são apresentados, especificamente, para o caso da carne de frango. Observam-se também alguns trabalhos já desenvolvidos sobre o tema, com resultados para o Brasil. Renault (2002, p.1) define água virtual como “the water embedded in a product, i. e. the water consumed during

its process of production”. Tal definição converge para a explicação fornecida por Chapagain e Hoekstra (2003) ao caracterizarem que o conteúdo de água virtual de uma commodity é volume de água necessário para produzi-la.

Mais definições do conceito de água virtual são encontradas em Renault (2002, p. 4), que afirma: “to produce food, real water is consumed by evapotranspiration on the production site”. Isso possibilita, conforme Renault (2002) que para cada produto alimentício seja vinculado uma determinada quantidade de água consumida. A mesma varia conforme as condições locais de produtividade e de oferta de água seja ela proveniente da chuva (água verde) ou da irrigação (água azul) ou da poluição resultante (água cinza). O autor ainda reitera que a partir do momento em que o produto deixa seu local de produção e passa ao mercado consumidor, a água abandona seu status real e tangível para se tornar virtual.

Chapagain e Hoekstra (2003) explicam que com a transferência de produtos de um local para outro, ocorre uma pequena transferência direta de água, mas uma significativa transferência de água virtual. Assim, segundo Chapagain e Hoekstra (2003) o comércio internacional de alimentos implica, necessariamente, em um fluxo de água virtual entre os países parceiros. Segundo os autores isso pode levar os países escassos em recursos hídricos a encontrarem na importação de água virtual, através de produtos intensivos em água, uma estratégia para amenizar a pressão sobre esse recurso.

De acordo com Hoekstra et al. (2011) o comércio internacional de mercadorias intensivas em água, tais como produtos agrícolas e pecuários, vem tornando a água doce um recurso global e espacialmente desconectado dos consumidores. Isso se deve ao fato dos estágios de produção de um determinado produto estarem localizados em lugares diferentes do consumidor final. Com isso, Hoekstra et al. (2011, p. 2) afirmam que “(...) os impactos do consumo de um produto final (...) sobre os recursos hídricos do planeta só podem ser encontrados olhando para a cadeia de abastecimento e rastreando as origens do produto”. O que se relaciona com o termo análogo a água virtual “exogenous water”, como define Hoekstra (2003, p. 13). Essa perspectiva enfatiza que quando um país ou região importa um produto, também importa com ele uma quantidade de água virtual: a água exógena a seu país ou região e que foi utilizada no processo de produção no local de origem do produto.

Hoekstra et al. (2011) recomendam o emprego do termo água virtual para quantificar o volume de seu fluxo no contexto do comércio inter-regional ou internacional. Já o conceito de pegada hídrica de um produto é um indicador mais abrangente, pois além de levar em conta o volume de água, também considera a qualidade da água que foi utilizada no processo produtivo, através de seus componentes denominados: água verde, água azul e água cinza.

Gerbens-Leenes et al. (2013) utilizaram os resultados de um estudo prévio sobre a pegada hídrica de produtos animais, com o intuito de mostrar as tendências gerais acerca da pegada hídrica da carne bovina, suína e avícola. A análise foi realizada para o Brasil, a China, os Estados Unidos e a Holanda no período de 1996 a 2005.

Após a análise da cadeia produtiva da carne, do ponto de vista da água consumida e poluída, Gerbens-Leenes et al. (2013) concluíram que os processos que mais utilizam água são: o cultivo dos insumos utilizados na elaboração da ração animal; a água consumida pelos animais; e, a água utilizada na limpeza da propriedade agropecuária e no abatedouro. Perceberam ainda que dentre esses três processos, a produção dos insumos da ração é o mais relevante. Os autores não levaram em conta o uso de água em outros processos da cadeia produtiva da carne, por considerarem-nos pouco significativos na composição da pegada hídrica total.

Três fatores foram preponderantes na determinação da pegada hídrica da carne relacionados com a ração consumida pelos animais, conforme percebido por Gerbens-Leenes et al. (2013). O primeiro deles é a eficiência de conversão da ração, definida como a quantidade de ração necessária para se obter uma unidade de carne, ou seja, a quantidade de

ração que o animal ingere ao longo de sua vida; outro fator considerado pelos autores foi a composição da ração, que representa o que o animal ingere; e, também a origem da ração, visto que as condições climáticas, do solo e das práticas da agricultura influenciam na formação de sua pegada hídrica. Além disso, verificaram que, em geral, a pegada hídrica da carne bovina é superior a do suíno e do frango, pois a eficiência da conversão da ração no frango e no suíno são superiores às do boi.

De acordo com os resultados observados por Gerbens-Leens et al. (2013) a produção no Brasil tem uma pegada hídrica da carne de frango superior àquela produzida nos demais países. Isso sem considerar o sistema de produção utilizado, especificamente pela utilização da água verde, em maior quantidade do que na China, EUA e Holanda.

Silva et al. (2016) tinham como objetivo apresentar a pegada hídrica do consumo nacional de alimentos no Brasil, bem como o fluxo de água virtual referente ao comércio internacional das principais commodities, além das questões de escassez, autossuficiência e dependência hídrica das regiões brasileiras para o período de 1997 a 2012.

Com relação à pegada hídrica do consumo brasileiro de commodities agrícolas, Silva et al. (2016) encontraram o valor de 1619 m<sup>3</sup>/pessoa/ano, sendo que desse total a carne bovina foi o produto mais relevante, contribuindo com 21% do total. Os autores confirmaram que o Brasil é autossuficiente na produção de alimentos e apresenta um alto volume de exportação líquida de água virtual, que corresponde a 54,8 bilhões m<sup>3</sup>/ano. Os autores afirmam ainda, que a principal commodity exportada pelo Brasil no período foi a carne de frango, o que em termos de balança comercial líquida de água virtual representou 10.361 milhões m<sup>3</sup>/ano.

Chapagain e Hoekstra (2003) desenvolveram uma metodologia com o objetivo de verificar o fluxo de água virtual entre países através da pecuária e de produtos pecuários. O estudo foi feito para o período de 1995 até 1999 para todas as nações mundiais.

A metodologia empregada por Chapagain e Hoekstra (2003) teve três etapas principais: a) calcular o conteúdo de água virtual de animais vivos. Esse cálculo tomou como base o conteúdo de água virtual da ração e o volume de água consumido pelos animais em todo seu período de vida, tanto para beber quanto para limpeza e manutenção do ambiente do animal; b) estimar o conteúdo de água virtual para cada produto pecuário, levando-se em conta o quanto de produto (em toneladas) é obtido por tonelada de animal vivo<sup>3</sup>; e, c) determinar o fluxo de água virtual entre as nações que foi obtido a partir das estatísticas de comércio internacional e conteúdo de água virtual por produto. Além disso, os autores combinaram os resultados obtidos com estimativas do comércio de água virtual associado a culturas agrícolas com o intuito de compreenderem o cenário internacional do fluxo de água virtual.

De acordo com os resultados de Chapagain e Hoekstra (2003), o Brasil ocupa o 7º lugar no ranking dos 20 principais países do mundo exportadores líquidos de água virtual embutida na pecuária e produtos pecuários. Já os países com maiores volumes de importação líquida de água virtual para os mesmos produtos foram: Japão, Sri Lanka, Itália, Coreia do Sul e Holanda. Considerando as médias mundiais do fluxo de água virtual, observaram que produtos do gado de corte tem a maior participação, com uma fatia de 69%, os de suínos correspondem a 6,5% e o frango, 0,5%.

Na análise comparativa com os produtos agrícolas, Chapagain e Hoekstra (2003, p. 9) concluíram que “livestock and livestock products are more water intensive, (...) livestock products contain 5 to 20 times more virtual water per kg than crop products”. Embora a maior parte do comércio de alimentos seja na forma de cereais, o fluxo internacional de água

---

<sup>3</sup> Também consideraram a proporção do valor de cada produto com relação a soma dos valores de mercado de todos os produtos do animal.

virtual ligado à pecuária e produtos pecuários é bastante significativo, para Chapagain e Hoekstra (2003).

Um trabalho feito para a Tunísia por Ibidhi et al. (2017) para o período de 1996 a 2005 tinha como objetivo verificar os indicadores de pegada hídrica, além da análise de indicadores do uso da terra e emissão de carbono na produção de ovelha e frango para diferentes sistemas de produção. Os autores afirmam que a produção de carne requer uma maior demanda tanto de água quanto de terra, assim como resulta em emissões de gases que geram efeito estufa superiores às formas alternativas de alimentação. Foi estimado por eles a pegada hídrica de 6030 litros/kg para a carne de frango e de 18900 litros/kg para a carne de ovelha.

Como grande parte da ração utilizada para a produção do frango tunisiano é de origem brasileira, e a ração tem grande impacto na formação da pegada hídrica da carne obtida do animal, Ibidhi et al. (2017, p. 312) afirmam “(...) water footprint of chicken meat mainly lies out-side Tunisia, related to imported feed from Brazil”. Os indicadores avaliados acerca do uso da terra e emissão de carbono também foram menores para a carne de frango produzida na Tunísia, em relação a carne de ovelha.

Pôde-se observar, com base nos trabalhos já realizados sobre a água virtual exportada através da carne de frango, que no Brasil ela compõe uma parcela significativa do comércio internacional de água virtual. Verificou-se também a importância de se levar em conta a demanda de água na produção dos grãos utilizados na ração. A próxima seção trata da demanda, produção, produtividade e comércio internacional da carne de frango brasileira.

### **3 Avanços na produção da carne de frango no Brasil**

De acordo com Carletti (2005) a cadeia produtiva do frango passou por diversas mudanças estratégicas desde o período pós Segunda Guerra Mundial, até chegar no modelo atual de integração vertical. Anteriormente, a atividade acontecia de maneira independente: os granjeiros adquiriam insumos para engorda de suas aves e após isso, vendiam-nas para o abate nos frigoríficos. O processo de integração da indústria avícola no Brasil teve início a partir dos anos 50.

Canever et al. (1997) explicam que algumas empresas que já possuíam negócios na produção de suínos e outras em cereais, se diversificaram e passaram a produzir e comercializar carne de frango. Os autores ressaltam a importância da oferta de créditos para investimentos de longo prazo, associado à utilização de tecnologias importadas, tanto de melhoramento genético, quanto de técnicas ambientais, sanitárias, nutricionais, de abate e processamento que impulsionaram o setor. Essa mudança de paradigma na agroindústria de aves teve início no Brasil na década de 60 e foi consolidada entre os anos 80 e 90, de acordo com Carletti (2005) e Canever et al. (1997). Para Carletti (2005) o Sul do Brasil foi pioneiro a adotar essas inovações, principalmente porque sua oferta de grãos (soja, milho e trigo) para a indústria de rações se consolidou na região.

A avicultura empresarial no Brasil surgiu de forma planejada “com empresas localizadas próximas das regiões produtoras de grãos e, principalmente, em locais onde havia a possibilidade de se efetuar a parceria produtor rural - agroindústria” destacam Canever et al. (1997, p. 9). Carletti (2005) resalta, ainda, a relevância dos investimentos crescentes em melhoramento genético, processos produtivos e marketing, pois segundo o autor esses fatores contribuíram para transformar o Brasil em um dos principais mercados fornecedores de aves no mercado mundial. Quanto aos avanços tecnológicos, Canever et al. (1997) enfatizam que tratavam-se principalmente da redução da conversão alimentar e redução da idade de abate das aves, possibilitando aumentos expressivos na produção. A conversão alimentar de acordo

com Bosi (2011, p. 401) é o índice “medido pelo consumo de ração do animal durante o período de engorda dividido pelo ganho de peso”<sup>4</sup>.

Patricio et al. (2012, p. 237) afirmam que o período de 1990 a 2009 a performance do frango de corte brasileiro cresceu, fruto do melhoramento genético realizado com a intenção de suprir as demandas do mercado “(...) independently of region, genetic strain, or nutrition, Brazilian broilers needed 45 days to achieve 2.060 kg, whereas in 2009, this weight was achieved at 35”. Ou seja, foram reduzidos aproximadamente 10 dias nesse processo. Além disso os autores evidenciaram que a taxa de conversão alimentar evoluiu no período. Em 1990 eram necessários 2,058 kg de ração para se produzir 1kg de carne de frango e em 2009 a quantidade de ração caiu para 1,839 kg por quilograma de carne de frango.

Lupatini (2015) também enfatiza que um dos fatores que também contribui para o sucesso da produção avícola no Brasil se trata do fator genético. Com relação ao desempenho de linhagens comerciais de frango de corte, Stringhini et al. (2003) avaliaram as linhagens Ross, Cobb, Arbor Acres e Avian Farms. Os autores observaram que aos 48 dias de idade a linhagem Cobb apresentou uma conversão alimentar de 1,778 ao peso de 2,497 kg e a linhagem Ross uma conversão alimentar de 1,779 ao peso de 2,549 kg.

Os ganhos observados na taxa de conversão da ração, expressa pelo decréscimo da quantidade de ração necessária na produção do frango, de acordo com Patricio (2012) representou um avanço importante no de custo de produção. Estima que a ração represente por volta de 70% dos custos de produção de frango de corte.

De acordo com a Costa (2011) mais de 90% da criação avícola no Brasil segue o sistema de integração. Conforme Carletti (2005, p. 5) aponta “boa parte das empresas brasileiras da cadeia do frango possuem governança quase totalmente integrada, suas operações vão desde a produção da ração até distribuição do alimento até o mercado final.” Saboya (2001, p. 72) ressalta que na região Sul, “(...) praticamente 100% da produção de aves é integrada” e, segundo o mesmo autor na região Centro-Oeste a integração chega a 83%.

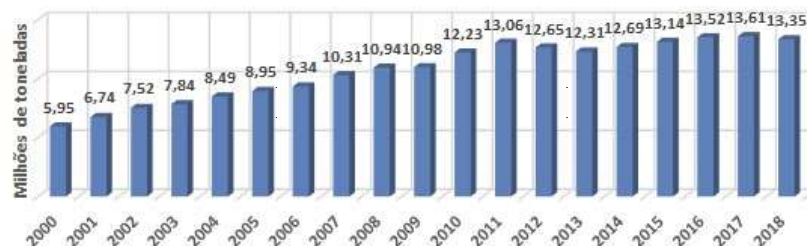
A produção de frango de forma integrada é explicada por Taube-Netto (1996) como um processo em que normalmente funciona com um pequeno produtor. As responsabilidades do mesmo são a de fornecer a estrutura para crescimento dos pintos e acompanhar seu crescimento até a idade de abate. Esta é decidida pela empresa proprietária do lote de aves. A empresa e o produtor firmam um contrato onde estabelecem a remuneração do produtor além de identificar as responsabilidades de cada uma das partes. Os avicultores recebem da indústria as orientações para construção e instalação de aviários e equipamentos; treinamento de manejo; ração; acompanhamento veterinário, em conformidade com a Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango (ABEF, 2004).

Pode-se perceber na Figura 1 uma importante evolução na produção brasileira de carne frango. Em 2000 era de 5,98 milhões de toneladas, chegando em 2018 a 13,35 milhões de toneladas. Esse desempenho representou um aumento de 124,4% na produção em um período de 18 anos. Acredita-se que esse crescimento na produção esteja atrelado aos avanços apontados.

---

<sup>4</sup> Souza (2003) define o índice de conversão alimentar como sendo o consumo de ração do animal em certo período de tempo, dividido por seu ganho de peso no mesmo período considerado. De acordo com o exemplo de cálculo de Lupatini (2015), uma ave que consumiu 5 kg de ração e apresentou peso de abate de 2,9 kg, possuiu um índice de conversão alimentar de 1,72. Já o índice de eficiência alimentar é o inverso do índice de conversão alimentar e trata-se do ganho de peso médio por ave no lote, dividido pelo consumo médio de ração por ave, de acordo com Souza (2003). Como exemplo do cálculo de acordo com Lupatini (2015) tem-se 2,7 kg de peso vivo dividido por 5 kg de ração resulta em um índice de eficiência alimentar de 0,54%. O que significa que 54% da ração ingerida pela ave foi convertido em quilo de peso vivo e os 46% restantes foram destinados a outras funções.

Figura 1: Evolução da produção brasileira de carne de frango de 2000 a 2018, em milhões de toneladas.



Fonte: ABPA (2015) USDA (2019).

Em 2018 a produção mundial de carne de frango foi de 95,500 milhões de toneladas, sendo o principal produtor os EUA, com 19,36 milhões de toneladas. O Brasil foi o segundo maior produtor mundial (13,35 milhões de toneladas), seguido pela China (11,70 milhões de toneladas), em conformidade com o United States Department of Agriculture - USDA (2019). De acordo com o USDA (2019) esses três países juntos foram responsáveis por 47% da produção mundial e por 66% das exportações mundiais de carne de frango, tendo o Brasil como o principal exportador em 2018.

O USDA (2019) estima que o consumo doméstico de carne de frango no Brasil cresceu, passando de 6,105 em 2000 para 9,671 em 2018. Isso mostra que em 18 anos o brasileiro passou a consumir 58% a mais de carne de frango ao ano. De acordo com Espíndola (2012, p. 91) “a carne de frango é hoje um dos principais alimentos que compõem a dieta humana”. O que pode ser explicado, segundo o autor, pela combinação do seu preço relativamente inferior ao preço da carne de boi, além da eficiência em converter cereais em carne, no menor tempo de criação. O autor relaciona esse último aspecto aos processos de redução da mortalidade, conversão alimentar, diminuição da idade de abate, peso médio e velocidade de crescimento.

A maior parte da carne de frango produzida no Brasil destina-se a suprir o mercado interno, de acordo com o USDA (2019). Do total produzido em 2018, 72% foi consumido internamente e 28% foram exportados. Essa característica de atender principalmente ao mercado doméstico com a produção avícola também se observa nos Estados Unidos e na China.

No mercado internacional Rodrigues (2014) destaca que as empresas brasileiras exportadoras se viram forçadas a buscar alternativas inovadoras para comercializar seus produtos excedentes. Isso se deu em virtude de perderam parte de seu mercado consumidor com a retração das importações do Japão e da extinta União das Repúblicas Socialista Soviética. Destaca que no Brasil a estratégia das empresas foi a de agregar valor aos produtos e de diversificar sua produção. Como resultado ressalta que as mesmas redefiniram suas linhas de produção, de forma a acrescentar os cortes de partes do frango, como asas, coxas e sobrecoxas; além da elaboração de produtos reprocessados, como as empanadas, nuggets e pratos prontos.

No ano de 2018 o Brasil exportou 3,8 milhões toneladas de carne de frango, o equivalente a 5884,7 milhões de dólares, e teve como principais parceiros comerciais a Arábia Saudita (13%), China (11%), Japão (10%), África do Sul (9%), Emirados Árabes Unidos (8%) e Hong Kong (6%) (Brasil, 2019).

Na Tabela 1 pode-se observar os tipos de carne de frango exportados para os principais importadores dos produtos brasileiros. Verifica-se que o país exportou em maior volume a carne de frango em cortes e miudezas congelados, 71%. Seus principais destinos foram a China e o Japão. Em relação ao frango inteiro congelado, destacam-se Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos que para adquirirem a carne de frango requerem algumas

especificidades em seu abate, em conformidade com as especificações islâmicas da produção Halal<sup>5</sup>.

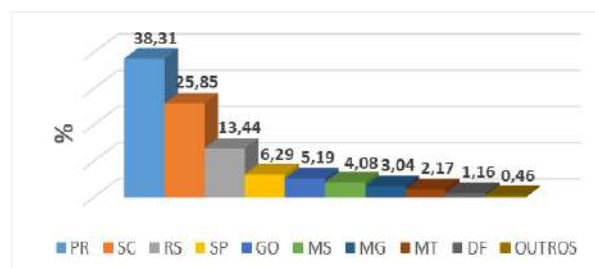
Tabela 1: Participação percentual dos principais destinos das exportações brasileiras de carne de frango em 2018, por produto

País de destino	Frango inteiro congelado	Frango em cortes congelado
Arábia Saudita	30,87	5,31
China	0,01	16,17
Japão	0,52	14,15
África do Sul	0,35	12,08
Emirados Árabes Unidos	14,04	5,67
Hong Kong	0,25	7,71
Total do produto	36,00	71,00

Fonte: elaboração própria com base nos dados do Comex Stat - MDIC.

Observando a origem da produção da carne de frango exportada pelo Brasil pode-se verificar que dentre as regiões brasileiras, o Sul tem a maior participação nas exportações em 2018. Na Figura 2 é possível conferir a participação dos 9 principais Estados exportadores da carne de frango brasileira em 2018. Destacam-se, por ordem de importância, o Paraná (35,31%), Santa Catarina (25,85%) e o Rio Grande do Sul (13,44%). Juntos respondem por 77,6% das exportações do produto.

Figura 2: Participação dos estados brasileiros nas exportações da carne de frango em 2018



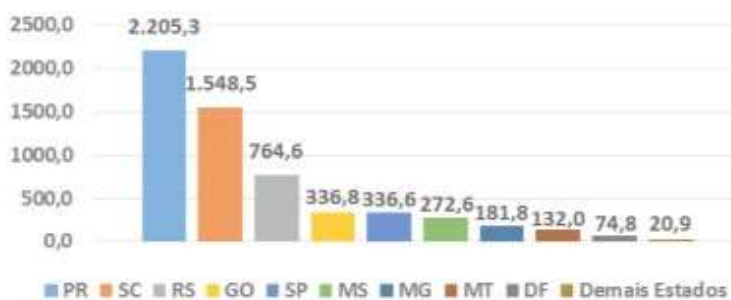
Fonte: Elaboração própria com base nos dados Comex Stat - MDIC

Observando as importações de carne de frango no Brasil, pode-se verificar que as mesmas somaram em 2018 a quantia de 3,396 mil toneladas. Esse total foi de miudezas congeladas importado da Argentina pelos Estados de Santa Catarina (50%) e Rio Grande do Sul (26%) e Mato Grosso do Sul (24%), de acordo com a base de dados Comex Stat. O saldo da balança comercial da carne de frango para todos os estados é positivo, conforme se visualiza na Figura 3. O saldo da balança comercial da carne de frango, para o Brasil como um todo, foi de 3819,16 mil toneladas o que representou uma receita de US\$5873,92 milhões no ano de 2018 (BRASIL, 2019).

<sup>5</sup> De acordo com Costa (2011) as certificadoras islâmicas tem o papel de avaliar a prática do abate Halal. O Brasil conta com locais para a capacitação da mão-de-obra que compreendem técnicos, abatedores e supervisores religiosos. As certificadoras fornecem os equipamentos, os vestuários e as facas amoladas. Os requisitos para o abate Halal são: a realização apenas por muçulmanos, que imediatamente antes do abate evoque a frase “Em nome de Deus, o mais Bondoso, o mais Misericordioso”; a linha de produção do frango Halal precisa ser voltada para Meca, na Arábia Saudita, onde está a Grande Mesquita.



Figura 3: Saldo da Balança comercial, por estado, no comércio exterior de carne de frango in natura em 2018, em milhões de US\$



Fonte: elaboração própria com base nos dados do Comex Stat - MDIC.

Pôde-se verificar nessa seção que: a produção da carne frango no Brasil cresceu mais de 100% nos últimos 18 anos; o país foi o segundo maior produtor e o principal exportador mundial de carne de frango; foram observados ganhos na produtividade advindos de novas espécies, a conversão alimentar melhorou, o tempo de abate diminuiu; e, o consumo doméstico apresentou um crescimento expressivo. Pode-se dizer que no Brasil a produção da carne de frango apresentou um bom desempenho nos mercados interno e externo. Na próxima seção será apresentada a metodologia empregada para estimar o volume de água virtual necessária para produção da carne de frango comercializada com o exterior.

#### 4 Metodologia

A metodologia empregada para o cálculo da água virtual tem como base as publicações de Chapagain e Hoekstra (2003) e de Mekonnen e Hoekstra (2010). A descrição aqui realizada dos cálculos das pegadas hídricas encontra-se integralmente baseada nesses estudos. Os principais fatores que interferem no volume de água virtual de um animal vivo, segundo Chapagain e Hoekstra (2004) são: a ração do animal, o sistema de produção agropecuário, a quantidade de ração consumida e as condições climáticas onde os grãos da ração são cultivados.

Para se estimar o fluxo internacional de água virtual, relacionado com o comércio de produtos pecuários, de acordo com Chapagain e Hoekstra (2003), inicialmente é necessário mensurar o conteúdo de água virtual do animal vivo. Na sequência se distribui essa quantidade entre os diferentes produtos oriundos do mesmo. Além disso, destaca-se que o conteúdo de água virtual da carne será calculado a partir da soma das pegadas hídricas verde, azul e cinza, conforme recomendam Hoekstra et al. (2011).

De acordo com Chapagain e Hoekstra (2003) o conteúdo de água virtual, conforme destacam Mekonnen e Hoekstra (2010), de um animal no término de seu período de vida é definido pelo volume total de água que foi utilizado tanto para cultivar os ingredientes da ração animal e processá-los, quanto para o animal beber e para higienizar seu ambiente de criação, e é dada pela equação (1)<sup>6</sup>:

$$WF[a,c,s] = WFração[a,c,s] + WFingestão[a,c,s] + WFmanutenção[a,c,s] \quad (1)$$

Onde:  $WF[a,c,s]$  representa o conteúdo de água virtual de um animal  $a$  no local de exportação  $c$  no sistema de produção  $s$ , expressado em metros cúbicos de água por tonelada

<sup>6</sup> A equação (1) originalmente está em Chapagain e Hoekstra (2003) em que as variáveis são denominadas VWC, virtual water content, ou conteúdo de água virtual. Mekonnen e Hoekstra (2010) utilizaram a mesma equação e trocaram a nomenclatura para WF, que se refere a water footprint, pegada hídrica visto que estimaram as águas verde, azul e cinza para cada produto.

de animal vivo.  $WF_{\text{ração}}[a,c,s]$ ,  $WF_{\text{ingestão}}[a,c,s]$ ,  $WF_{\text{manutenção}}[a,c,s]$  são respectivamente: conteúdo de água virtual da ração, da água ingerida pelo animal e água utilizada para a manutenção e limpeza do ambiente do animal.

Chapagain e Hoekstra (2003) e Mekonnen e Hoekstra (2010) definem o conteúdo de água virtual da ração consumida pelo animal como a quantidade de água efetivamente exigida para misturar a combinação dos ingredientes da ração e a água incorporada aos vários ingredientes da ração. Mekonnen e Hoekstra (2010) calcularam a quantidade média da pegada hídrica da ração a partir dos volumes de produção doméstica ou importação de seus ingredientes, visto que a ração utilizada em vários países muitas vezes não é produzida localmente. Mekonnen e Hoekstra (2010) ressaltam que tanto o volume, quanto a composição da ração consumida varia conforme o tipo de animal, o sistema de produção e com relação ao país. A alimentação dos animais pode ser classificada como concentrados e volumosos, dependendo da sua composição. Alimentos volumosos são aqueles que contêm alto teor de fibra. Nesse grupo, podem ser consideradas as pastagens, feno, silagens, resíduos de agroindústrias e outros. Os alimentos concentrados são representados, principalmente, pelos grãos de cereais e seus subprodutos, raízes, gorduras e óleos de origem vegetal ou animal.

A demanda de água de acordo com os diferentes tipos de grão, fibras ou produtos derivados de grãos consumidos pelos diferentes tipos de animais, é definida por Chapagain e Hoekstra (2003) e por Mekonnen e Hoekstra (2010) como o volume de água utilizado para produzi-los. Na Tabela 2 apresenta-se a pegada hídrica de alguns componentes utilizados na ração animal.

Tabela 2: Pegada hídrica de alguns componentes utilizados na nutrição animal produzidos no Brasil, China, nos Estados Unidos e média mundial - em  $m^3$ /tonelada

Ração	Pegada hídrica	Brasil	China	EUA	Média Mundial
Milho	Verde	1619	791	523	947
	Azul	1	74	63	81
	Cinza	124	295	176	194
	Total	1744	1160	762	1222
Soja	Verde	2186	2231	1562	2037
	Azul	1	129	92	70
	Cinza	15	106	10	37
	Total	2202	2466	1664	2144
Trigo	Verde	1850	839	1842	1277
	Azul	9	455	88	342
	Cinza	129	308	227	207
	Total	1988	1602	2157	1826
Pasto	Verde	307	225	372	315
	Azul	-	-	-	-
	Cinza	-	-	-	-
	Total	307	225	372	315

Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2010c)

É possível perceber que a pegada hídrica dos cereais é superior a pegada da pastagem, para todos os países. Os cereais produzidos no Brasil têm uma pegada 6 a 7 vezes superior à observada para o pasto. Algumas variações relevantes dizem respeito ao país de origem da produção, com destaque para o milho. Se o mesmo for produzido nos EUA, a pegada hídrica total é de  $762 m^3$  /tonelada, a produção chinesa utiliza  $1.160 m^3$  /tonelada de água e a brasileira  $1.744 m^3$ /tonelada, para o mesmo produto. Percebe-se que a poluição referente à produção dos três cereais é menor no Brasil, em relação aos demais países, exceto para a soja nos EUA, de acordo com a pegada hídrica cinza.

Destaca-se que na constituição da pegada hídrica da produção dos principais cereais utilizados na ração animal realizada no Brasil, a água verde corresponde a parcela de maior representatividade. Ressalta-se que, em comparação com a China e aos EUA, o volume de

água verde da produção realizada no Brasil é superior, principalmente no caso do milho (Tabela 2).

O índice de conversão alimentar é o consumo de ração do animal em certo período de tempo, dividido por seu ganho de peso no mesmo período considerado. Mekonnen e Hoekstra (2010, p. 11) utilizam o termo eficiência de conversão da ração: “feed conversion efficiency is defined as the amount of feed consumed per unit of produced animal product”. Os autores alertam que, apesar do termo sugerir um significado oposto, os animais mais eficientes no uso da ração têm um menor índice de eficiência de conversão da ração.

A conversão alimentar para o frango de corte foi considerada por Mekonnen Hoekstra (2010) de acordo com o sistema de produção e o local onde foi produzido e encontra-se na Tabela 3. Os resultados apresentados pelos autores mostram a média mundial da conversão alimentar e para os países da América do Sul e Central. Percebe-se que no sistema industrial ocorre o melhor desempenho na conversão alimentar, em relação ao sistema misto e ao de pastagem, onde o rendimento é menor. A conversão alimentar dos animais produzidos na América do Sul é mais eficiente para os sistemas de produção misto e industrial, em relação a média mundial.

Tabela 3: Conversão alimentar (CA) em kg de alimento (em matéria seca) por kg de carcaça obtida de frango de corte na América Central e América do Sul

Tipo de animal	Sistema de produção	CA na América Central e América do Sul	CA Média Mundial
Frango de corte	Pastagem	9,7	9,0
	Misto	4,5	4,9
	Industrial	2,4	2,8

Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2010)

Para o Brasil, algumas estimativas foram realizadas por Patricio et al. (2012) cujo índice de conversão foi de 1,839kg e por Stringhini et al. (2003) com um índice de 1,778kg. Esses resultados, desconsiderando as diferenças metodológicas que possam ter havido, mostram que a eficiência da conversão alimentar do frango de corte produzido no Brasil, no sistema industrial, pode ser considerada superior a observada para América do Sul e Central e em relação a média mundial.

A pegada hídrica estimada para o consumo de água pelo animal é igual ao volume total de água ingerida por ele ao longo de sua vida. A mesma é expressa em termos do volume de água, por tonelada de animal vivo. De acordo com os resultados obtidos por Mekonnen e Hoekstra (2010) e por Chapagain e Hoekstra (2003) a média da quantidade de água ingerida por animal, em litros por dia, em todos os sistemas de produção de frango é igual a 0,18 litros/dia.

Quanto a quantidade de água que se utiliza para a manutenção do ambiente do animal e para a produção da carne, os autores estimaram que no caso do frango a quantidade de água utilizada é de 0,09 l/dia. Mekonnen e Hoekstra (2003) definem a pegada hídrica de um animal referente a manutenção do animal como igual ao volume total de água utilizado para limpeza e manutenção do ambiente e para lavar o animal durante seu período de vida.

#### 4.1 Cálculo da pegada hídrica em produtos de origem animal

Chapagain e Hoekstra (2003) afirmam que para calcular a pegada hídrica dos produtos pecuários, é necessário distribuir o conteúdo de água virtual do animal vivo entre os produtos derivados do animal de forma que não ocorra dupla contagem ou falta de contabilização. Os autores assumem os seguintes níveis de produção: os produtos derivados diretamente do animal vivo são denominados produtos pecuários primários e como alguns desses produtos pecuários primários são processados então passam a ser considerados como secundários.

Steinfeld et al. (2006) ressaltam que a água é fundamental em cada etapa do processamento da carne, exceto na etapa do empacotamento final e do armazenamento. Inclui uma gama de atividades desde o abate até as complexas atividades que agregam valor, como processamento de miudezas e a obtenção de subprodutos como sebo e farinha de sangue. Destaca que a higiene e as exigências no controle de qualidade em seu processamento resultam em uma alta quantidade de uso de água e conseqüentemente geração de águas residuais.

Para as unidades de processamento de frango, Steinfeld et al. (2006) destacam que o uso de água é para lavar e limpar carcaças. A água quente é utilizada para esquentar as aves antes de depená-las, também é utilizada em calhas para transportar penas, cabeças, pés, vísceras além do uso para a refrigeração das aves. O processamento de aves tende a ser mais intensivo no uso de água do que o processamento da carne vermelha, ressaltam os autores.

Já do ponto de vista do conteúdo total de água virtual de um produto, Chapagain e Hoekstra (2003) afirmam que a água para processamento dos produtos compõe sua menor parcela, além disso os autores asseguram que a quantidade de água utilizada para processamento de produtos é similar em todos os países. Por essas razões assumiram um valor constante para cada produto estudado. Para descrever o volume de água utilizado no processamento este é apresentado pelos autores como estágios e encontram-se descritos na seqüência.

#### **4.1.1 Primeiro nível (produtos primários) e segundo nível (produtos secundários) de processamento**

Cabe ressaltar que de acordo com Chapagain e Hoekstra (2003) os produtos primários são aqueles obtidos diretamente do animal vivo após um primeiro nível de processamento. Os autores citam como exemplo de produtos primários as miudezas e a carcaça obtidas do animal. O volume de água virtual dos produtos primários inclui parte do conteúdo de água virtual do animal vivo mais a água necessária para o processamento do mesmo.

Geralmente a fração do produto é menor do que um, porque o produto é derivado de uma parte do animal. Conseqüentemente para se mensurar a pegada hídrica de um produto de origem animal, sem incorrer em dupla contagem, é necessário considerá-lo como uma fração de seu animal de origem, segundo Chapagain e Hoekstra (2003). No Brasil, de acordo com a FAO (2003), a taxa de conversão de frango vivo na idade de abate em carcaça de frango é de 77%, ou seja, a fração do produto é de 0,77. Para o caso do produto que é obtido durante a vida do animal, como leite e ovos, a fração do produto pode ser maior do que um, conforme destacam Chapagain e Hoekstra (2003).

O segundo nível de processamento ou produtos secundários diz respeito aos produtos obtidos a partir do processamento dos produtos primários. São exemplos de produtos secundários segundo Chapagain e Hoekstra (2003): a carcaça congelada, frango em cortes e carnes desossadas.

O conteúdo de água virtual de um produto secundário toma como base para o cálculo o conteúdo de água virtual do produto primário e a quantidade de água necessária para processamento do produto primário e convertê-lo em produto secundário. Em um exemplo de cálculo da água virtual demonstrado por Chapagain e Hoekstra (2003) para bovinos, a carcaça do animal foi considerada produto primário obtido do animal vivo e tanto a carcaça congelada quanto os cortes da carne foram considerados produtos secundários. Analogamente, considera-se a carne de frango refrigerada e congelada exportada pelo Brasil como produtos secundários.

Chapagain e Hoekstra (2004, p. 42) no estudo Waterfootprint of Nations para os períodos de 1997 a 2001 afirmam que a pegada hídrica da carne de frango produzida no Brasil no período foi de 3913 m<sup>3</sup>/tonelada. Ressalta-se que no referido estudo os autores

consideraram o produto com o código de referência PC-TAS<sup>7</sup> 160239 que se refere a Dom fowl, duck, goose&guinea fowl meat & meat offal prepared and preserved except livers. O presente estudo também utilizará os dados da pegada hídrica do produto PC-TAS 160239 disponíveis em Mekonnen e Hoekstra (2010b), para o cálculo da pegada hídrica da carne de frango produzida no Brasil.

Os dados de pegada hídrica de Mekonnen e Hoekstra (2010b) foram calculados por país, por animal e com base no sistema de produção utilizado, divididos em três diferentes tipos: pastagem (extensivo); misto e industrial (intensivos). Para se observar qual sistema de produção do frango é adotado no Brasil e que será utilizado no presente estudo, apresentam-se na sequência algumas considerações.

A concentração do frango produzido industrialmente no Brasil é evidenciada na Figura 4. O que vai ao encontro do apresentado na seção 3 do presente estudo. Pois mostra uma maior concentração da produção industrial na região Sul, que é a principal produtora e responsável por mais de 70% da carne de frango exportada pelo país em 2018.

Figura 4: Distribuição estimada da população de frango produzido industrialmente no mundo



Fonte: Steinfeld, et al. (2006)

Nota: a legenda representa por ordem de tamanho: 1 milhão; 10 milhões; e 100 milhões de cabeças de frango.

Além das evidências de alta concentração do frango produzido industrialmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e parte do Mato Grosso do Sul, que também tiveram relevância na exportação brasileira de carne de frango. Portanto, para o cálculo da água virtual da carne de frango exportada pelo Brasil considera-se a soma das pegadas hídricas verde, azul e cinza para a produção no sistema industrial, conforme dados apresentados por Mekonnen e Hoekstra (2010b).

#### 4.2 Estimativa da Balança de água virtual

A diferença entre o total de água virtual importada e total de água virtual exportada é o fluxo da balança de água virtual de um país, em um dado período de tempo. Se o resultado da balança for positivo, isso implica que o país é um importador líquido de água virtual. Caso seja negativa, isso representa que o país é um exportador de água virtual. De acordo com Gelain e Istake (2015, p.3) é importante diferenciar a balança comercial, na qual as exportações são positivas e as importações negativas, da balança de água virtual. “Na balança de água virtual, as relações se invertem, as exportações passam a ser negativas, pois “sai” água do país; enquanto as importações se tornam positivas, pois “entra” água no país, mesmo que implicitamente”.

No presente trabalho a balança de água virtual é calculada para a carne de frango importada e exportada pelo Brasil no ano de 2018, de acordo com a equação (2):

$$BAV_{e,j} = \sum_{i=0} [(Qimport_{i,j} - Qexport_{i,j}) \times QAV_{i,e,j}] \quad (2)$$

<sup>7</sup> O código PC-TAS se refere a Personal Computer Trade Analysis System do International Trade Centre

onde:  $BAV_{ej}$ , corresponde à Balança de Água Virtual para a localidade  $e$  (país ou estado), no ano  $j$ , em  $m^3/ton$ ;  $Qimport_{i,j}$ , refere-se ao peso (em ton.) do produto  $i$  importado pela localidade  $e$ , no ano  $j$ ;  $Qexport_{i,j}$ , referente ao peso (em ton.) do produto  $i$  exportado pela localidade  $e$ , no ano  $j$ ; e  $Qav_{i,e}$ , é o volume de Água Virtual (em  $m^3$ ), presente no produto  $i$ , para a localidade  $e$ .

Os produtos considerados no presente trabalho estão de acordo com a Nomenclatura Comum do MERCOSUL - NCM, em conformidade com BRASIL (2019) e são os seguintes: 02071200 - Carnes e miudezas, comestíveis, de galos e galinhas não cortadas em pedaços, congeladas; e, 02071400 - Carnes e miudezas, comestíveis, de galos e galinhas cortadas em pedaços, congelados.

Os dados de exportação e importação da carne de frango no Brasil foram obtidos na plataforma Comex Stat, que oferece os dados do Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex). Os produtos escolhidos para o cálculo da balança virtual foram aqueles de maior representatividade na balança comercial do Brasil e dos principais estados produtores. Todos os produtos de origem avícola foram considerados, porém os produtos de NCM 16023210 e NCM 16023290 referente a preparações e conservas de carne de galos e de galinhas foram excluídos da análise da balança virtual da carne de frango, dado que os autores Mekonnen e Hoekstra (2010b) não disponibilizam informações para a pegada hídrica desses produtos. Os resultados das estimativas encontram-se na sequência.

## 5 Estimativa da balança de água virtual da carne de frango do Brasil

Considerando que uma parte significativa da pegada hídrica de um animal diz respeito ao consumo de ração, como já observado, em seguida são descritos os resultados da exportação líquida de água virtual através da carne de frango sob três aspectos principais: a composição da ração, a eficiência da conversão da ração e o sistema de produção adotado para o Brasil.

A composição dominante da ração do frango produzido no Brasil, de acordo com Steinfeld et al. (2006), é formada pelo milho. Esse cereal corresponde a quase 70% da composição total da ração; a farinha de soja representa pouco mais de 20% e os demais componentes são o trigo, o sorgo e outros. Observar a parcela de concentrados na ração é importante porque normalmente são os componentes mais intensivos em água, portanto possuem uma pegada hídrica maior do que os volumosos, de acordo com Mekonnen e Hoekstra (2010) e conforme apresentado na Tabela 2.

Uma maior quantidade de ração exige uma maior quantidade de água em sua produção, daí a relevância da eficiência de conversão da ração na composição da pegada hídrica do produto. Os animais não ruminantes são mais eficientes na conversão de ração em carne em relação aos ruminantes, conforme destacam Mekonnen e Hoekstra (2010, p. 21):

*“beef production requires eight times more feed (in dry matter) per kilogram of meat compared to producing pig meat, and eleven times if compared to the case of chicken meat”*.

No Brasil conforme observado na seção 3 pode-se observar que conversão alimentar do frango no Brasil é de 1,778.

Um outro aspecto tratado por Mekonnen e Hoekstra (2010) é o quanto a pegada hídrica muda de acordo com o sistema utilizado para produzi-la. Essa informação pode ser observada no Quadro 1 para a produção de carne de frango realizada no Brasil. Em seu estudo ressaltam que industrialmente a eficiência de conversão da ração se torna maior e perceberam que a carne de frango produzida no sistema de pastagem tem pegada hídrica de 6762  $m^3/tonelada$  e quando produzida no sistema industrial apresenta pegada hídrica de 3959  $m^3/tonelada$ . Com isso, tem-se que para produzir a carne de frango no sistema industrial reduz-se em mais de 40% a utilização de água.

Mekonnen e Hoekstra (2010) observaram que os resultados de uma pegada hídrica menor no sistema industrial prevalecem, mesmo com a tendência desse sistema em usar maior quantidade de ração concentrada para obter todos os produtos de origem animal (exceto para produção de laticínios) do que no sistema de pastagem. Mekonnen e Hoekstra (2010, p. 23) destacam o menor consumo de ração, e de água para produzi-la, no sistema industrial global “per unit of product, about three to four times more feed is required for grazing systems when compared to industrial systems”. Isso ocorre porque de forma geral a eficiência na conversão da ração se torna melhor no sistema industrial, de acordo com o observado pelos autores. No Brasil como já destacado o sistema industrial é o predominante.

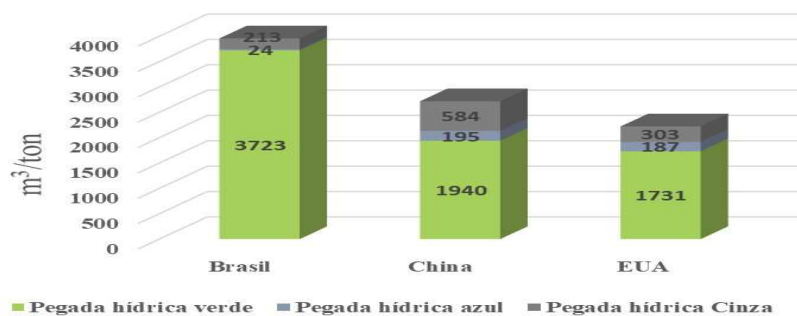
Quadro 1: Pegadas hídricas verde, azul, cinza e total para a carne de frango no Brasil nos sistemas de pastagem, misto e industrial em metros cúbicos por tonelada e participação percentual

Produto	Pegada hídrica	Pastagem		Misto		Industrial	
		m <sup>3</sup>	Percentual	m <sup>3</sup>	Percentual	m <sup>3</sup>	Percentual
Carne de frango	verde	6363	94,10%	4073	93,91%	3723	94,04%
	azul	35	0,52%	32	0,74%	24	0,61%
	cinza	364	5,38%	233	5,37%	213	5,38%
	Total	6762	100,00%	4337	100,00%	3959	100,00%

Fonte: Mekonnen e Hoekstra (2010b)

Há também uma variação de eficiência no uso da água utilizada na produção de acordo com o país, e isso pode ser percebido ao se comparar o mesmo produto, elaborado no mesmo sistema, em países diferentes. Como a carne de frango produzida na China e nos Estados Unidos, que apresenta pegada hídrica menor do que a carne de frango brasileira. (Figura 5)

Figura 5: Comparação da pegada hídrica (em m<sup>3</sup>/ton) da carne de frango produzida no sistema industrial pelos 3 principais produtores mundiais.

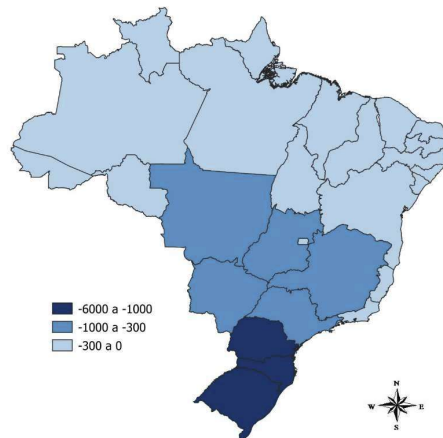


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Mekonnen e Hoekstra (2010b)

Percebe-se que a pegada hídrica total maior do frango brasileiro tem relação com a quantidade de água verde utilizada em sua produção, visto que o uso de água azul e cinza é menor do que nos demais países (Figura 5). Enquanto a pegada hídrica verde do Brasil é 3723 m<sup>3</sup>, a chinesa é de 1940 m<sup>3</sup> e a dos Estados Unidos, 1731 m<sup>3</sup>. Uma das possíveis razões dessa diferença pode estar atrelada ao uso da água verde para a produção dos grãos utilizados na ração do frango. Ao observar a pegada hídrica verde do milho, que segundo Steinfeld et al. (2006) é o principal ingrediente da ração utilizada para alimentar o frango produzido nos três países, as diferenças na quantidade de água utilizada também são significativas. No Brasil, a pegada hídrica verde do milho é 1619 m<sup>3</sup>, na China é de 791 m<sup>3</sup> e nos EUA é de 523 m<sup>3</sup>. (MEKONNEN e HOEKSTRA, 2010c)

O resultado da balança comercial da carne de frango do Brasil em 2018 gerou uma arrecadação de US\$ 5.873,92 com 3.819,16 mil toneladas de exportação líquida, como já observado. Ao se estimar a exportação líquida de água virtual pelo Brasil através da carne de frango percebe-se um resultado de 15.120 milhões de m<sup>3</sup> de água necessária para produzir a quantidade de carne de frango comercializada pelo Brasil em 2018. A Figura 6 apresenta a estimativa da balança de água virtual, para cada um dos Estados brasileiros no comércio internacional do produto em 2018. Verifica-se uma grande concentração da utilização de água para esse produto na região sul do país, a região que mais exportou o produto.

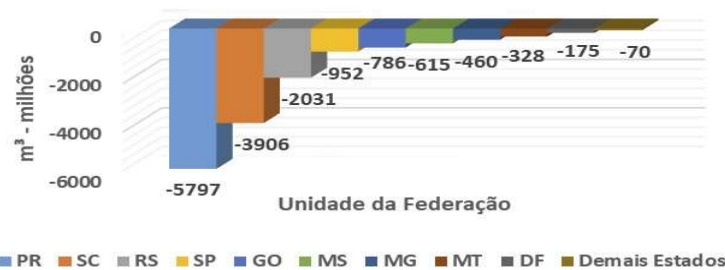
Figura 6: Volume líquido de água virtual exportado por unidade da federação do Brasil em 2018 através do comércio da carne de frango (em milhões de m<sup>3</sup>)



Fonte: Elaboração própria, Software Arc View GIS com base nos dados de Chapagain e Hoekstra (2004) e Comex Stat - MDIC

Conforme observa-se na Figura 7, o Paraná foi o estado que mais exportou água seguiu por Santa Catarina e o Rio Grande do Sul. Juntos os três estados do sul do Brasil foram responsáveis por 77,6% do total de água virtual exportada com o comércio de carne de frango em 2018.

Figura 7: Resultado da balança de água virtual para os principais estados exportadores de água virtual em 2018 através do comércio de carne de frango (em milhões de m<sup>3</sup>)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Chapagain e Hoekstra (2004) e Comex Stat - MDIC

Para o Brasil como um todo o volume total exportado em 2018 para a carne de frango foi de 15.120 milhões m<sup>3</sup> de água virtual. No estudo realizado por Silva et al. (2016) o resultado das exportações líquidas de água virtual para a carne de frango foi de 10.361 milhões m<sup>3</sup>/ano. A diferença em Silva et al. (2016) pode ser, em parte, explicadas pelo recorte temporal adotado na pesquisa do comércio exterior brasileiro, que foi de 1997 a 2012,



enquanto o presente estudo observou apenas o ano de 2018. Cabe destacar também a grande expansão na produção e comércio do produto no Brasil nos últimos anos.

### Considerações finais

Buscou-se com esse estudo verificar a exportação líquida de água virtual através da carne de frango comercializada externamente pelo Brasil em 2018. Acredita-se que o objetivo tenha sido atingido, pois foram estimados os resultados tanto para o Brasil como para seus estados produtores. O Brasil, como um todo, utilizou um volume de 15.120 milhões de m<sup>3</sup> de água virtual para produzir os produtos oriundos da carne de frango comercializados com o exterior em 2018, com destaque para a água verde. A hipótese inicial foi confirmada, dado que o Brasil foi um grande exportador líquido de água virtual, através da carne de frango, assim como seus principais estados produtores.

A região Sul do país se destacou como principal exportadora de carne de frango. O Paraná foi o principal exportador de água virtual na carne de frango (5797 milhões de m<sup>3</sup>), seguido por Santa Catarina (3906 milhões de m<sup>3</sup>) e o Rio Grande do Sul (2031 milhões de m<sup>3</sup>). Verificou-se que o sistema industrial, utilizado nas principais unidades da federação produtoras, é o que utiliza o menor volume de água e que a conversão alimentar do frango brasileiro tem aumentado nos últimos anos, assim como a produção e o consumo interno.

O desenvolvimento do presente estudo motiva a reflexão sobre a importância da água para a alimentação humana e animal. Esse volume de água virtual exportado pelo Brasil é bem maior, se forem considerados os grãos que são exportados pelo Brasil para outros países, como a China, onde são utilizados na produção de proteína animal. O comércio internacional não é realizado apenas por meio do produto em si exportado, mas também de todos os insumos e recursos naturais utilizados na sua produção, que nesse estudo foi representado pela água. Destaca-se que todos os custos ambientais, resultantes da produção dos itens exportados são arcados pela população brasileira atual e as gerações futuras, dado que se acredita que os mesmos não são contabilizados nos preços dos produtos exportados.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO (ABEF).

**Relatório anual 2003.** São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/7a2e75e6e722893b704b577ef66e8d37.pdf>>. Acesso em 25/04/2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatório anual 2016. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura>>. Acesso em: 23/04/2017.

BOSI, A. P. História das relações de trabalho na cadeia produtiva avícola no Brasil (1970-2010). Revista de História Regional. v.16. p. 400-430. 2011.

BRASIL. Ministério da Economia, Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Secretaria de Comércio Exterior. Sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro:

ComexStat. 2019. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/>>. Acesso em: abril/2019

CANEVER, M. D.; TALAMINI, D. J. D.; CAMPOS, A. C.; SANTOS FILHO, J.I. dos. A cadeia produtiva do frango de corte no Brasil e na Argentina. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1997. 150p.

CARLETTI FILHO, P. T. Divisão de custos e alinhamento estratégico de uma cadeia de suprimentos integrada verticalmente: o caso do frango brasileiro. p. 156. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2005.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. Value of Water Research Report Series n°. 13. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2003. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>> Acesso em: 23/04/2017.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. Water footprints of nations. Value of Water Research Report Series n°. 16. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2004. Disponível em: <<http://waterfootprint.org/media/downloads/Report16Vol1.pdf>> Acesso em: 23/04/2017.

COSTA, S. (Coord.) A saga da Avicultura brasileira: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango. São Paulo: UBABEF - União Brasileira de Avicultura, 2011, 120 p. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/files>> Acesso em: 07/05/2017.

ESPÍNDOLA, J. C. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. Revista Geosul, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-113, jan./jul. 2012.

FAO - Food and Agriculture Organization. Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities. Italy, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/ess/pdf/tcf.pdf>> Acesso em: 02/06/2017.

GELAIN, J. G.; ISTAKE, M. Exportação líquida de água virtual brasileira e estadual. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, v.9, n. 2, p. 150-168, 2015. Disponível em: <<https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/101>> Acesso em: 24/05/2017.

GERBENS-LEENES, P. W.; MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. The water footprint of poultry, pork, and beef: A comparative study in different countries and production systems. Water resources & Industry, The Netherlands, v. 1-2, p. 25-36, mar-jun. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212371713000024>> Acesso em: 09/04/2017.

HOEKSTRA, A. Y. Virtual water: an Introduction. Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Value of Water Research Report Series. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, v.12, p. 13-23, 2003.

HOEKSTRA, A. Y. et al. Manual de avaliação da pegada hídrica: estabelecendo o padrão global. Tradução Solução Supernova. Revisão da tradução: Maria Cláudia Paroni. 2011. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>> Acesso em: 23/04/2017.

IBIDHI, R. et al. Water, land and carbon footprints of sheep and chicken meat produced in Tunisia under different farming systems. Elsevier, Ecological Indicators, The Netherlands, 2017. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>> Acesso em: 19/05/2017.

LUPATINI, F. Avaliação do efeito de variáveis produtivas na conversão alimentar de frangos de corte. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, p. 52. 2015.

MEKONNEN, M. M. e HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Value of Water Research Report Series n. 48. v.1. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2010. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.com>> Acesso em: 23/04/2017

\_\_\_\_\_ The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Volume 2: Appendices. Value of Water Research Report Series n. 48. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2010. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.com>> Acesso em: 23/04/2017.

\_\_\_\_\_ The green, blue and grey water footprint of crops and derived crops products. Value of Water Research Report Series n. 47. v.1. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2010c. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.com>> Acesso em: 23/04/2017.

PATRICIO, I.S. et al. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). Revista Brasileira de Ciências Avícolas, v. 4, n. 4, p. 233-238, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v14n4/v14n4a01.pdf>> Acesso em: 10/10/2017.

RENAULT, D. Value of Virtual Water in Food: Principles and Virtues. 2002. In: Hoekstra, A. Y. (Org.) Virtual water trade: proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series n°. 12. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2002. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.com>> Acesso em: 23/04/2017.

RODRIGUES, W. et al. Evolução da avicultura de corte no Brasil. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.10, n.18, p. 1666-1684, jul. 2014.

- SABOYA, L. V. A dinâmica locacional da avicultura e suinocultura no centro-oeste brasileiro. Dissertação (Mestrado) - Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2001. 166p. Disponível em <[www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)> Acesso em 24/08/2017.
- SILVA, et al. Water footprint and virtual water trade of Brazil. Water, Basel, v. 8, nov. 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2073-4441/8/11/517>> Acesso em: 20/05/2017
- SOUZA, A.V.C. Artigo técnico: Interpretando os índices de conversão alimentar e eficiência alimentar. 2003. Disponível em: <http://www.polinutri.com.br/upload/artigo/161.pdf>. Acesso em 07/10/2017.
- STEINFELD et al. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 2006. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>> Acesso em: 24/04/2017.
- STRINGHINI, J.H. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. Revista brasileira de zootecnia (on line), 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n1/16091.pdf>. Acesso em 7/10/2017.
- TAUBE-NETTO, M. Integrated planning for poultry production at Sadia. Interfaces, v. 26, p. 38-53, jan./fev., 1996.
- USDA - United States Agriculture Department. Foreign Agricultural Service. Production, Supply and Distribution online data. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>> Acesso em: abril/2019
- WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk. UNESCO, Paris, 2012. Disponível em: <<http://www.unesco.org/>> Acesso em 05/07/2017
- WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. Wastewater: The Untapped Resource. The United Nations World Water Development Report 2017. UNESCO, Paris, 2017. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>> Acesso em: 05/09/2017.