



A PEGADA HÍDRICA APLICADA AOS ALIMENTOS, COM ÊNFASE NA AGRICULTURA E PECUÁRIA CEARENSE

Maria Elenice Feitosa de Almeida

Construção civil - Edificações, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil

elem.alm99@gmail.com

Lucas Diogo Martins Moreira

Construção civil - Edificações, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil

lucasdiogo462@gmail.com

Ranyeale de Sousa Bezerra

Construção civil - Edificações, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil

ranyeale.agrigeo@gmail.com

Yonar Cavalcante da Silva

yonar.cavalcante@urca.br

Rodolfo José Sabiá

Engenharia de Produção Mecânica, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil

rodolfo.sabia@urca.br

Resumo: A pegada hídrica é a forma de mensurar a quantidade de água presente em todo o processo, cultivo, colheita e fabricação de determinado produto. Essa pegada hídrica pode ser classificada de 3 maneiras, sendo, a pegada hídrica verde, essas são as águas das chuvas, a azul, que diz respeito às águas superficiais e subterrâneas, e pôr fim, a pegada hídrica cinza, a qual são as águas utilizadas para dissolver a poluição. Este estudo viabiliza tratar da pegada hídrica voltada para alimentos usando ferramentas para medição. Para obtenção dos resultados através dos métodos pode-se analisar os índices de pegada hídrica de cada alimento, desta forma, foi possível classificar os alimentos de menor índice de consumo hídrico no processo de produção total, desta forma podemos optar por um cardápio mais sustentável e valorizar mais os alimentos predominantes em cada região, assim como a aplicação de métodos que minimizem o consumo de água empregado na produção de cada produto de alto teor hídrico usado.

Palavras-chave: Pegada Hídrica, Alimentos, Sustentabilidade, Agricultura, Pecuária.

1. INTRODUÇÃO

A pegada hídrica surgiu em 2002 por Arjen Hoekstra, como forma de avaliação de gasto da quantidade de água “escondida”, aquela usada para produção e consumo de bens e serviços para a população, isto é, na cadeia produtiva. Esta pegada pode ser classificada de 3 maneiras: a pegada hídrica verde, que se associa às águas das chuvas; a azul, provenientes de águas



superficiais e subterrâneas; e as cinzas, que diz respeito à quantidade utilizada para dissolver a poluição gerada no processo de produção.

A pegada hídrica está presente na fabricação de todos os bens construídos, assim como roupas, sandálias, plásticos, combustível e todos os objetos que passam por processo de produção, ela pode-se apresentar na forma de água virtual, onde um local pode está utilizando a água de outra determinada localidade através das importações e exportações de produtos.

A água, apesar do processo no ciclo hidrológico, está se tornando cada vez mais escasso, pois o ciclo natural não consegue acompanhar a demanda de utilização na mesma velocidade, dessa maneira torna-se imprescindível a análise da pegada hídrica, a qual com base nos resultados pode-se criar maneiras de minimização de consumo e métricas para melhor desenvolvimento sustentável.

Esta mensuração de água, aplicada nos alimentos proporciona melhor adaptação para um cardápio sustentável, e também dos derivados de cada alimento, podendo fazer uso dos produtos locais, para ter uma análise mais assertiva das estatísticas de consumo local.

A pesquisa tem como objetivo, realizar uma análise dos alimentos servidos na região do Ceará na agricultura e pecuária, dando precisão nos resultados de consumo da pegada hídrica, para com base nessas análises ser possível a elaboração de métricas que minimizem o impacto nas fontes de recursos hídricos, beneficiando a sustentabilidade, enfatizando a importância para aplicação de estratégias que minimizem o gasto de higienização dos alimentos, e formas de não haver desperdício de alimentos.

Entender esse conceito torna mais fácil a minimização dos impactos provocados pelos humanos nas fontes de água doce, onde o cálculo da pegada hídrica conta não só com o gasto de água consumida, mas também com a água poluída.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, seu uso indireto. A pegada hídrica pode ser considerada como um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos, vis a vis ao conceito tradicional e restrito de captação de água (Silvestre e Ribeiro, 2017, p. 12).

Ferraz, 2020, define as classificações da pegada hídrica como,

A pegada hídrica total é constituída por três componentes: pegada hídrica azul, pegada hídrica verde e pegada hídrica cinza. A pegada hídrica azul é definida como indicador de consumo de água doce superficial e/ou subterrânea, estando diretamente relacionada com as variáveis hidrológicas que regulam o ciclo hidrológico. Esta pegada inclui a água evaporada, a água incorporada no produto, a água que não retorna para a área de captação e a água que não retorna no mesmo período. O maior consumo global referente a esta pegada é no setor agrícola. A pegada hídrica verde é um indicador do uso da água proveniente da precipitação e é armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo. Por outras palavras, esta pegada representa o total de água oriunda da chuva que é consumida durante a produção. A pegada hídrica cinza indica o grau de poluição da água doce que está relacionada com o processo de produção (9). A pegada hídrica também pode ser classificada em



pegada hídrica direta ou indireta, bem como pegada hídrica externa ou interna (Ferraz et al. 2020, p. 2)

Figura 1 - Classificação da pegada hídrica



Fonte: Autores

Segundo Ferraz et al. “A superfície do planeta Terra é coberta por cerca de 70% de água, sendo que 96% dessa água é retida em oceanos e apenas 2,5% corresponde a água doce. Desta forma, a água disponível para o uso humano, incluindo atividades domésticas e agricultura, corresponde a menos de 1% da água da Terra (1). Ainda que seja um recurso renovável devido ao ciclo da água, a água no nosso planeta, da forma que o Homem necessita dela, é um bem limitado e cada vez mais escasso.” (Ferraz, 2020. p. 1)

Segundo Huang, “Na América Latina, a disponibilidade de água está sendo ameaçada por vários fatores, dentre eles, o crescimento populacional, a urbanização rápida, a contaminação da água e o aumento da demanda de água. Como consequência do crescimento demográfico e do desenvolvimento econômico, há um maior desequilíbrio entre a demanda e a oferta dos recursos hídricos mundiais. A utilização de terras e água para a produção de biocombustíveis também acarreta competição com a produção de alimentos, e esta tendência poderá reduzir os recursos hídricos e a disponibilidade de alimentos.” (apud Oliveira, 2018. p. 12)

“No fornecimento de refeições para coletividades, não se tem como substituir a utilização de alimentos, no entanto, diferentemente de escolhas individuais ou domésticas, o planejamento de cardápio para coletividade tem uma repercussão direta na questão ambiental. Isso porque as refeições oferecidas contemplam quantidades maiores de insumos para atender a um maior número de beneficiados.” (Strasburg; Jahno, 2015. p. 8)

Para o cálculo da pegada hídrica em derivados de animais, Morelli vem nos dizer, “Uma dificuldade em se calcular a pegada hídrica de produtos de origem animal se deve à escassez de informações quanto ao consumo de água na produção de premixes, núcleos, ureia e sais.” (Morelli, 2018. p. 62)

“Os recursos hídricos sofrem cada vez mais pressão gerada pelas atividades humanas, sendo que o consumo de alimentos se destaca como um dos principais fatores, em função do volume de água utilizada em sua produção e a demanda da crescente população mundial. Desta forma, o entendimento dos padrões alimentares e o gasto de água associado pode ajudar na busca por hábitos mais sustentáveis. Neste sentido, o conceito de Pegada Hídrica possibilita o cálculo do consumo de água na produção de alimentos, cujas informações podem ser utilizadas



na tomada de decisões para redução dos impactos negativos sobre o meio ambiente. (Barbosa, 2023. p. 18)

Segundo a ONU, conforme citado por Barbosa, 2023. p. 36 “O consumidor sustentável é consciente das consequências, imediatas e futuras, das suas decisões procede seguindo preceitos éticos contrários ao consumismo. A importância das suas ações na promoção do desenvolvimento sustentável é reconhecida nas conferências internacionais organizadas pelas Nações Unidas, especialmente na Agenda 2030, tal que o ODS 12 estabelece a meta de garantir padrões de consumo e produção sustentáveis”

“Ferramentas e métricas de sustentabilidade são tanto melhores e mais eficientes quanto mais adequadas ao contexto em que se aplicam. Assim, o melhor seria a elaboração dessas ferramentas a partir do desdobramento dos princípios e conceitos de sustentabilidade ao invés do uso de sistemas que, embora já consolidados pela literatura, nem sempre se adequam à realidade dos processos ou sistemas que se desejam tornar "sustentáveis". Por outro lado, deve-se avaliar também o custo do desenvolvimento de métricas perante a adaptação ou simplesmente a adoção das métricas de modelos já existentes. A construção de uma sociedade baseada em valores sustentáveis é um grande desafio a ser vencido. Um dos primeiros passos pode ser dado pela indústria de bens de consumo através da inclusão e multiplicação em seus processos, produtos e stakeholders das dimensões de sustentabilidade econômica, social e ambiental.” (Neto, 2011. p. 34)

Desta maneira, observa-se que o conhecimento da pegada hídrica dos alimentos pode proporcionar reduções dos impactos negativos de gasto de água, e assim a escolha por alimentos locais se faz ter mais precisão no cálculo da pegada hídrica local de cada região por não haver a água virtual, já citada a qual é proveniente de exportações e importações.

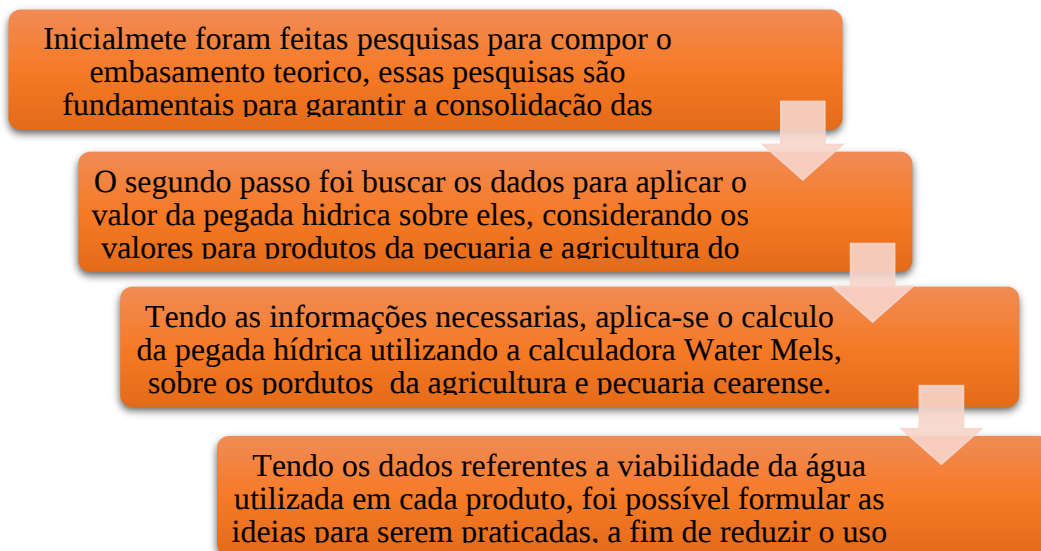
3. METODOLOGIA

Desenvolvido através de método de pesquisa explicativa, com buscas em plataformas de trabalhos científicos, como, Scielo, google acadêmico e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD. Este trabalho também apresenta a calculadora Water-Mels, desenvolvida no Laboratório de Águas, Efluentes e Metais Pesados – LAEMP, a qual calcula de forma online a pegada hídrica, e a forma de utilizá-la.

Seu processo de estruturação é desenvolvido a fim de buscar ideias e estratégias embasados em fundamentações eficazes para encontrar soluções, tal procedimento passa por quatro fases de avaliação da pegada hídrica, sendo elas divididas no fluxograma a seguir.



Figura 01: Etapas desenvolvidas para realização do trabalho.



Fonte: Autoria própria (2023)

Para o cálculo da pegada hídrica dos alimentos foi utilizada a calculadora Water Mels, uma ferramenta disponível em plataforma online, a qual está dividida nas seguintes categorias: Pães e cereais, hortaliças, frutas, carnes e derivados, leguminosas, líquidos, óleos e gorduras, açúcares e doces, seu cálculo se dá de duas maneiras, o Self service, mais utilizado para o cálculo de uma refeição simples recomendado por indivíduo, e o À la carte, para o cálculo de refeições completas recomendado para restaurantes. Após, efetuar a escolha, realiza-se o preenchimento com a quantidade de alimentos que estão presentes na sua refeição ou quantidade de comida unitária que deseja calcular, estes estão classificados em ordem alfabética dentro de cada categoria, de acordo com as unidades de medidas de acordo com a Figura 02.

Figura 02: Área de preenchimento da calculadora

Item	Quantidade	Unidade
Arroz	4	colher(es) de sopa
Aveia	0	porção de 100g
Castanha	0	porção de 100g
Castanha de caju	0	porção de 100g
Cuscuz	0	porção de 100g
Farofa	0	colher(es) de sopa
Gergelim	0	porção de 100g
Linhaça	0	porção de 100g
Macarrão	0	grama(s)

Fonte: Adaptado de Water Meals, (2023)



Ao concluir, informa-se o nome do usuário e calcula o gasto de água. Os valores são dados na forma total e também divididos nas categorias. A Figura 03 mostra como se apresenta os resultados na calculadora water meals, a qual para tal refeição foi utilizado dados de 3 categorias, sendo elas: pães e cereais, com 4 colheres de arroz; hortaliças, com 1 folha de alface e 1 tomate e carnes e derivados, com 1 fatia de bife de 100g, cada um tendo como pegada hídrica respectivamente: 480 L, 35 L e 1542 L, totalizando 2.057 L, como mostra os resultados a seguir.

Figura 03: Área de resultados da calculadora



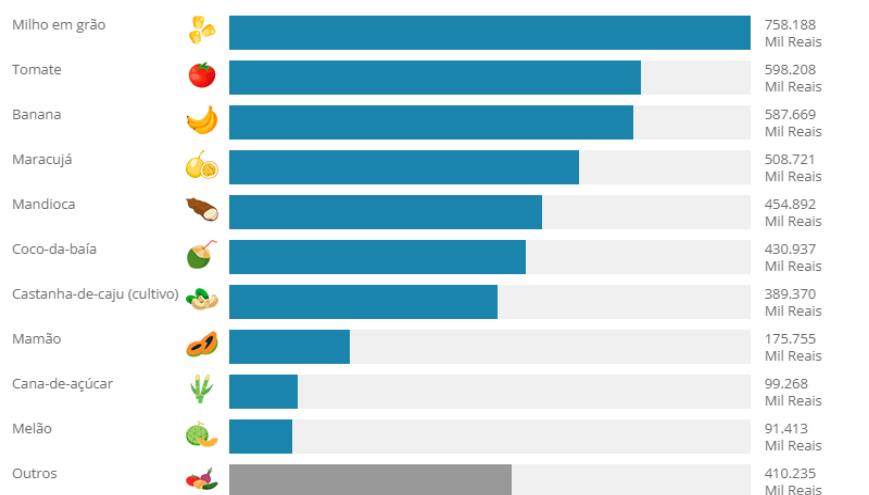
Fonte: Adaptado de Water Meals, (2023)

4. RESULTADOS

Nesse contexto, a região do Nordeste tem um cardápio rico em alimentos da própria região, os produtos naturais utilizam menos água para sua fabricação e ainda são alimentos mais saudáveis. Na Figura 04, observa-se o quantitativo de alimentos que tem grandes índices de produções locais em consumo:

Figura 04: Dados da agricultura do Ceará

Ranking - Agricultura (23) - Valor da produção (2022)



Fonte: IBGE, (2022)



Observa-se que o milho lidera a produção da agricultura no estado do Ceará, seguido do tomate e banana. A Figura 05 apresenta o valor da pegada hídrica desses alimentos em litros, de acordo com a unidade de medida disponível para cada um desses alimentos, onde a castanha de caju liderou o consumo, em apenas 100g são aplicados 1.422 litros na produção, já o melão apresentou menor valor, em 120g obteve-se 24 litros para produção, apenas.

Figura 05: Dados da pegada hídrica na agricultura do Ceará

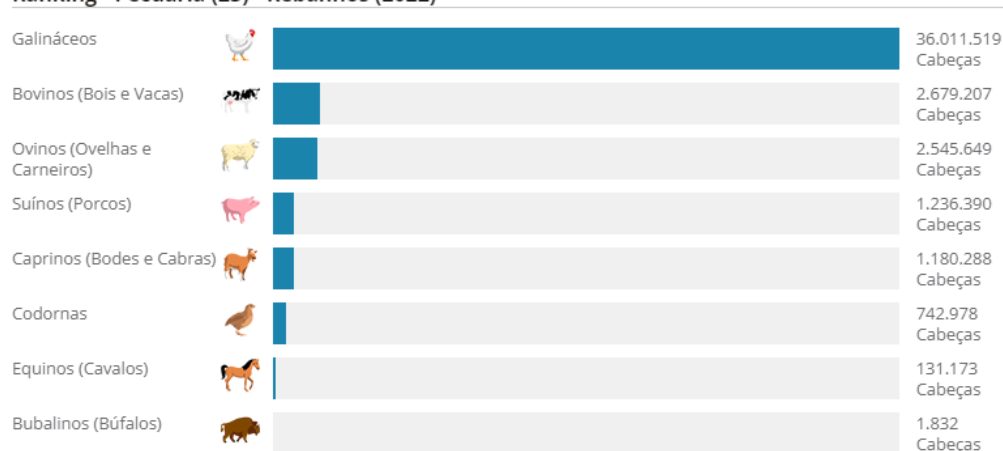
Alimento	Quantidade	Pegada Hídrica
Milho	100 Gramas	123 Litros
Tomate	Unidade	33 L
Banana	Unidade	72 L
Mandioca	100 G	57 L
Castanha de caju	100 G	1.422 L
Mamão	250 G	138 L
Melão	120 G	24 L

Fonte: Autoria própria (2023)

Já na pecuária foram analisados os valores de acordo com a Figura 06, liderado pelo grupo dos galináceos, seguido por bovinos e ovinos.

Figura 06: Dados da Pecuária do Ceará

Ranking - Pecuária (23) - Rebanhos (2022)



Fonte: IBGE, (2022)



Figura 07: Dados da pegada hídrica na pecuária do Ceará

Alimento	Quantidade	Pegada Hídrica
Carne de frango	100 Gramas	433 Litros
Carne de boi	100 G	1.542 L
Carne Suína	100 G	599 L
Caprinos	100 G	553 L

Fonte: Autoria própria (2023)

Desta maneira a carne de frango lidera o ranking de consumo, contudo ela é a carne de menor valor na pegada hídrica, o que se apresenta de maneira positiva para a sustentabilidade hídrica, a carne de boi, a qual ocupa o segundo lugar de produção no Ceará é a carne que tem maior consumo hídrico onde em apenas 100g utiliza-se de 1.542 litros para a produção.

A análise da pegada hídrica permite entender como estamos usando os insumos e assim identificar oportunidades para reduzir o consumo destes, tornando os processos cada vez mais sustentáveis. Desta forma essa redução pode-se dar por adaptações dos processos produtivos o que torna também o produto economicamente mais viável, e de maneira mais simplificada pela substituição destes materiais por outros de menor teor de consumo de água embutida.

Para Munck e Tomiotto, conforme citado por Ferreira et al. 2023, p. 04, A busca pela sustentabilidade envolve um processo de transformação organizacional em larga escala, a partir de um processo emergente desenvolvido e aplicado por uma série de procedimentos organizacionais. Isso inclui fatores de valor social e predições seguras sobre as condições ambientais em cenários futuros.

Desta maneira adaptar as formas de produção e fabricação dos bens o torna mais sustentável e também reduz os custos de produção. A reutilização de água em processos de produção, quando esta está em estado de uso, pode gerar uma redução significativa no produto final, seja no valor da pegada hídrica, como no valor financeiro aplicado no produto.

5. CONCLUSÕES

A pegada hídrica proporciona precisão na forma de calcular a quantidade de água para produzir determinado produto no decorrer de toda a cadeia alimentar desta maneira podemos ver os alimentos que são mais benéficos de maneira sustentável para optar por eles, ou ainda os que ultrapassam os limites estabelecidos, podem ser avaliados a fim de buscar formas de minimizar o gasto de água, para continuarmos a utilizar estes produtos sem correr o risco do esgotamento de um recurso tão importante e limitado como a água doce, tendo conhecimento quantitativos deste gasto para uma conscientização de uso, a pegada hídrica se faz presente.

Diante destes resultados é possível observar que o estado do Ceará, lidera produção de milho, tomate e banana, mandioca, melão e mamão, alimentos estes com uma pegada hídrica reduzida, ele também tem níveis elevados na produção de castanha de caju, está por sua vez, apresenta um teor alto de gasto de água. Já no setor pecuário, o Ceará obteve resultados positivos, liderando com a carne de frango, a qual tem o menor índice de consumo de água



diante das analisadas, porém em segundo lugar está a carne bovina que tem o maior índice de todas.

Assim, obtivemos alguns dos alimentos de pegada hídrica reduzida, e nesse quesito optar por alimentos de pouca pegada hídrica e seus derivados podem reduzir os impactos ambientais nas fontes de águas, o Ceará é líder na produção de milho, o milho tem um índice pequeno de pegada hídrica, desta forma o cuscuz (feito do milho), vai apresentar menor índice de pegada hídrica que o arroz, e dessa forma pode-se aplicar aos demais alimentos, observando as misturas a eles introduzidas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, A. M. Padrões de consumo alimentar, pegada hídrica e sustentabilidade. Tese (Mestrado) – Sustentabilidade do Centro de Economia e Administração, Universidade Católica de Campinas. Campinas, p. 90. 2023.

FERRAZ, A. S.; GONÇALO, C.; SERRA, D.; CARVALHOSA, F.; REAL, H. **Água: a pegada hídrica no setor alimentar e as potenciais consequências futuras**. Revista ACTA Portuguesa de Nutrição, Porto, Vol. 22, p. (42 – 47), setembro, 2020. Disponível em: https://actaportuguesadenutricao.pt/wp-content/uploads/2020/12/08_ARTIGO-REVIS%C3%83O.pdf.

FERREIRA, T. C. et al. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: o impacto de grandes representantes da construção brasileira. Ambiente e Sociedade, São Paulo, v. 26, p. 22. 2023.

HOEKSTRA, A. et al. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global. Tradução de Solução Supernova. EARTHSCAN, 2011. 216 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agropecuária. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ce>. Acesso em: 06/12/2023.

MORELLI, M. Impactos do tipo de dieta no valor de pegada hídrica, na eficiência de uso de nutrientes e no curso de produção de bovinos em confinamento. Tese (Doutorado) – Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Pirassununga, p. 102. 2018.

NETO, A. R. Sustentabilidade, água virtual e pegada hídrica: um estudo explorativo no setor bioenergético. Tese (Mestrado) - Engenharia de produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 81. 2011.

O que é a avaliação da pegada hídrica?, water footprint network, plataforma. Disponível em: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/water-footprint-assessment/>. Acesso em 14/04/2023.

OLIVEIRA, V. R. Pegada hídrica da banana nas principais regiões produtoras do Ceará. Tese (Doutorado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 93. 2018.



Pegada hídrica incentiva o uso da água, WWF-Brasil, 2011. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?27822/Pegada-Hdrica-incentiva-o-uso-responsvel-da-gua> Acesso em 12-04-2023.

RIBEIRO, R. S. **Pegada Hídrica: Estudo De Caso Sobre Telhas Cerâmicas**. (Trabalho de conclusão de curso) – Bacharel em Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão. p. 62. 2017.

SANTOS, V. **Pegada hídrica**, UOL, 2020. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/biologia/pegada-hidrica.html>. Acesso em 19/04/2023.

STRASBURG, V. J; JAHNO, V. D. **Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário**. Revista Ambiente e Água, Taubaté, Vol. 10, p. (903 – 914), dezembro, 2015.

Water Meals. **Calculadora de Pegada Hídrica de Alimentos**, calculadora online, disponível em: www.sabia.net.br/water-meals/.