



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA DAS REFEIÇÕES SERVIDAS EM UM
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – COMPARATIVO ENTRE REFEIÇÕES
VEGETARIANAS E ONÍVORAS

LETÍCIA DOS SANTOS PAES

BELO HORIZONTE

2019

LETÍCIA DOS SANTOS PAES

AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA DAS REFEIÇÕES SERVIDAS EM UM
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO - COMPARATIVO ENTRE REFEIÇÕES
VEGETARIANAS E ONÍVORAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas Gerais,
como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheira Ambiental e
Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Brianezi

BELO HORIZONTE

2019

Paes, Letícia dos Santos.

S---

Avaliação da Pegada Hídrica das refeições servidas em um restaurante universitário – Comparativo entre refeições vegetarianas e onívoras/ Letícia dos Santos Paes.: 2019.

31 f.; -- cm.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Brianezi.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2019.

1. Pegada Hídrica. 2. Refeições onívoras e vegetarianas. 3. Restaurante universitário. I.Paes, Letícia dos Santos. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Avaliação da Pegada Hídrica das refeições servidas em um restaurante universitário – Comparativo entre refeições vegetarianas e onívoras.

CDD -----

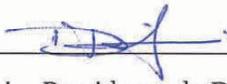
LETÍCIA DOS SANTOS PAES

AVALIAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA DAS REFEIÇÕES SERVIDAS EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO – COMPARATIVO ENTRE REFEIÇÕES VEGETARIANAS E ONÍVORAS

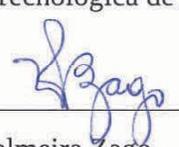
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Data de aprovação: 24/06/19

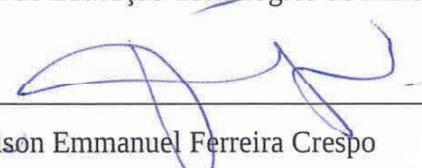
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Daniel Brianezi – Presidente da Banca Examinadora
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Orientador



Profª. Dra. Valéria Cristina Palmeira Zago
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais



Prof. MSc. Telson Emmanuel Ferreira Crespo

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Brianezi, pela forma como me orientou e me instruiu no processo de construção e execução deste trabalho.

Aos meus pais, por estarem sempre ao meu lado, me transmitindo paz, amor, confiança e alegria.

À toda a minha família, minhas irmãs, meus cunhados, meus sobrinhos e afilhado, que colorem a minha vida, deixando ela mais bonita e feliz.

Ao Michel, meu companheiro de todas as horas, pela força em todos os momentos, pelo companheirismo e pelo carinho.

Aos amigos que tornam a vida mais leve e divertida, que me apoiaram em diversos momentos...

Por todos, a minha eterna gratidão!

RESUMO

PAES, Leticia dos Santos. *Avaliação da pegada hídrica das refeições servidas em um restaurante universitário – comparativo entre refeições vegetarianas e onívoras*. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

A Pegada Hídrica (PH) pode ser definida como o volume total de água usado em toda a cadeia de um processo produtivo, e a sua avaliação pode exercer um papel importante no gerenciamento de recursos hídricos. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar comparativamente a pegada hídrica das refeições vegetarianas e onívoras servidas pelo restaurante universitário do CEFET-MG, campus I. Trinta cardápios foram selecionados para o cálculo de pegada hídrica deste trabalho. O cálculo foi feito utilizando dados de coeficiente de pegada hídrica disponíveis em literatura internacional. Enquanto a PH média das refeições onívoras foi de 2887,93 litros, a PH média das refeições vegetarianas foi de 1070,18 litros, cerca de três vezes menor. Além disso, de acordo com os resultados obtidos, as carnes foram responsáveis, em média, por 64,22% da pegada hídrica total das refeições onívoras, enquanto a opção vegetariana foi responsável, em média, por 14,96% da pegada hídrica das refeições vegetarianas, apresentando um percentual de contribuição para o gasto de água cerca de 4,5 vezes menor que o apresentado pelas carnes. Para identificar quais alimentos contribuíram de forma mais significativa para a PH total das refeições, os dados obtidos foram divididos em diferentes grupos (G1 a G9), de acordo com a principal fonte de proteína do prato. Os grupos que apresentaram as menores PH médias foram os grupos da lentilha (G7), do ovo (G5) e da soja (G4). Já os grupos com maior PH média foram o grupo da carne bovina (G1), seguida pelo grupo da carne de porco (G2) e pelo grupo da carne de frango (G3). Ademais, foi constatado que a diferença do gasto de água para refeições onívoras e vegetarianas em 30 refeições foi de 54532,43 litros ou 54,5 m³. Extrapolando este valor para um ano letivo, tem-se que, em 200 dias, uma alimentação vegetariana economizaria cerca de 727.099,07 m³ de água. Desse modo, fica evidente que a adoção de uma alimentação vegetariana é capaz de contribuir de forma expressiva para a preservação dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Água virtual; Alimento; Refeitório; Universidade.

ABSTRACT

PAES, Letícia dos Santos. *Evaluation of the water footprint of meals served in a university restaurant - comparing vegetarian and omnivorous meals*. 2019. Monograph (Graduate) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

Water Footprint (WF) can be defined as the total volume of water used throughout the chain of a productive process, and its assessment may be an important role in water resource management. The aim of this work is to compare the water footprint of the vegetarian and omnivorous meals served by the university restaurant of CEFET-MG, campus I. Thirty menus were selected for the evaluation of the water footprint. The calculation was made using water footprint coefficient data available in international researches. While the average WF of omnivorous meals showed 2887.93 liters, the average WF of vegetarian meals was 1070.18 liters, about three times lower. In addition, according to the results obtained, the meat was responsible, on average, for 64.22% of the total water footprint of the omnivorous meals, while the vegetarian option was responsible, on average, for 14.96% of the water footprint of the vegetarian meals, presenting a percentage of contribution to the expenditure of water about 4.5 times lower than that presented by meats. To identify which foods contributed more to the total WF of the meals, the data obtained were divided into different groups (G1 to G9) according to the main source of protein from the dish. The groups with the lowest average WF were the groups of lentil (G7), egg (G5) and soybean (G4). The groups with the highest average WF were the beef group (G1), followed by the pork group (G2) and the chicken group (G3). In addition, it was found that the difference in water consumption for omnivorous and vegetarian meals in 30 meals was 54532.43 liters or 54.5 m³. Extrapolating this value to an academic year, it is estimated that in 200 days a vegetarian diet would save about 727,099.07 m³ of water. Therefore, it is evident that the adoption of a vegetarian diet is able to contribute significantly to the preservation of water resources.

Keywords: Virtual water; Food; Restaurant; University.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferentes tipos de pegada hídrica	11
Quadro 2: Pegada Hídrica total de produtos de origem vegetal produzidos no Brasil (m ³ /ton)	14
Quadro 3: Pegada Hídrica de produtos de origem animal produzidos no Brasil, em m ³ /ton ...	15
Quadro 4: Quantidade de água gasta no processo de cocção de cereais e leguminosas.....	19
Quadro 5: p-valores para o teste de Mann-Whitney pareado	25
Quadro 6: Pegada hídrica média por grupo, em ordem crescente.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral.....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1 Recursos Hídricos: uma visão panorâmica	9
3.2 Pegada Hídrica	10
3.2.1 Pegada Hídrica Azul	11
3.2.2 Pegada Hídrica Verde	12
3.2.3 Pegada Hídrica Cinza	13
3.3 Pegada Hídrica dos alimentos	14
3.4 Hábitos alimentares e o consumo de carne no Brasil.....	17
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 Coleta de dados	19
4.2 Cálculo da pegada hídrica	19
4.3 Análise dos resultados obtidos	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
6 CONCLUSÕES E PROPOSTA DE CONTINUIDADE	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO A - Pegada Hídrica total de produtos de origem vegetal produzidos no Brasil (m ³ /ton)	32
ANEXO B - Pegada Hídrica de refeições onívoras e vegetarianas (em litros)	33
ANEXO C – Discriminação da Pegada Hídrica por grupo, em litros	35

1 INTRODUÇÃO

As sociedades modernas, em suas diversas atividades, fazem uso de grandes quantidades de água, o que impacta na qualidade e quantidade de recursos hídricos disponíveis. Em uma escala global, a maior parte do uso da água ocorre na produção agrícola, embora o uso da água por parte dos setores industriais e domésticos também seja significativo (HOEKSTRA et al. 2011).

No Brasil, de acordo com o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos (2017) da Agência Nacional de Águas (ANA), a irrigação é a atividade responsável por 67,2% do consumo de água no Brasil, enquanto o abastecimento animal fica responsável por 11,1% deste consumo. Somados, estes dois setores são responsáveis por 78,3% do consumo de água no Brasil. Vale dizer, a título de comparação, que, segundo o mesmo relatório, os percentuais de consumo de água no país seriam de 9,5% para indústrias, 8,8% para abastecimento urbano, 2,4% para abastecimento rural, 0,8% para mineração, e 0,3% para termoelétricas. Além disso, de toda proteína produzida no país, 80% é utilizada como ração para animais de consumo (CASSIDY et al. 2013). Estes dados demonstram a importância de se gerir com eficiência os recursos hídricos utilizados pela agropecuária, dada a sua enorme representatividade no percentual de consumo de água do país.

Em busca de um indicador de sustentabilidade eficaz para o uso de recursos hídricos, o uso da Pegada Hídrica (PH) tem crescido rapidamente desde a introdução do seu conceito em 2002, por Arjen Hoekstra, na reunião de peritos internacionais sobre o comércio de água virtual realizada em Delf, Holanda (SILVA et al. 2012). A pegada hídrica foi introduzida com o propósito de ilustrar as relações pouco conhecidas entre o consumo humano e o uso da água. Até então, eram escassas na literatura e na prática de gestão de recursos hídricos abordagens sobre consumo e poluição da água ao longo de toda a cadeia de produção e abastecimento. Consequentemente, havia pouca compreensão ou conscientização sobre o fato de que as características de um processo de produção e sua cadeia de abastecimento exercem forte influência sobre os volumes (e as distribuições temporal e espacial) de consumo e poluição da água, que podem ser associados com um produto final de consumo. O aperfeiçoamento desta compreensão pode constituir a base para um melhor gerenciamento dos recursos hídricos (HOEKSTRA et al. 2011).

A pegada hídrica pode ser definida como o volume de água total usado durante a produção e o consumo de bens e serviços, incluindo o consumo direto e indireto no processo

de produção. A determinação da PH é capaz de quantificar o consumo de água total ao longo da cadeia produtiva (YU et al. 2010). A pegada hídrica pode ser subdividida em: PH azul, PH verde e PH cinza. Segundo Hoekstra e colaboradores (2011), a pegada hídrica azul de um produto refere-se ao consumo de água azul (superficial e subterrânea) ao longo de sua cadeia produtiva. “Consumo”, segundo os autores, se refere a perda de água disponível em uma bacia hidrográfica, que ocorre quando a água evapora, retorna a outra bacia ou ao mar ou é incorporada em um produto. A pegada hídrica verde refere-se ao consumo de água verde (água de chuva, desde que não escoe). Já a pegada hídrica cinza refere-se a poluição e é definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes produzida, a partir de concentrações naturais e de padrões de qualidade da água existentes.

No intuito de avaliar a pegada hídrica contida em refeições onívoras e vegetarianas, este trabalho, definido como um estudo de caso, contabilizou a PH total (somatório das pegadas hídricas azul, verde e cinza) das refeições servidas por um restaurante universitário.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar comparativamente a pegada hídrica das refeições vegetarianas e onívoras servidas por um restaurante universitário.

2.2 Objetivos específicos

- Obter a pegada hídrica média per capita das refeições onívoras e vegetarianas;
- Calcular o percentual de contribuição do grupo das carnes, bem como da opção vegetariana, para a pegada hídrica total de uma refeição;
- Identificar quais alimentos contribuíram de forma mais significativa para a pegada hídrica total das refeições.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Recursos Hídricos: uma visão panorâmica

A água é um recurso natural valioso e um dos mais importantes componentes do meio ambiente, sendo essencial à manutenção de toda forma de vida na Terra. A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela lei nº 9.433/97, reconhecendo o valor da água, traz em seus fundamentos a ideia da água como um bem de domínio público, e também como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. A degradação dos recursos hídricos ambiental afeta, direta ou indiretamente a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a fauna e a flora; as condições estéticas e sanitárias do meio e a qualidade dos recursos ambientais (ANA.2017).

As diversas atividade humanas têm consequências muito variadas sobre o corpo d'água, segundo o seu uso. Por exemplo, o recurso hídrico pode ser usado com derivação de águas, como acontece no abastecimento urbano e industrial, na irrigação, na aquicultura, etc., ou sem derivação de águas, como é o caso, em geral, da geração de energia hidrelétrica, navegação fluvial, pesca, recreação, assimilação de esgotos e outras cargas poluidoras, etc (BORSOI & TORRES. 1997).

O uso da água pode ser mais ou menos consuntivo, ou seja, pode resultar em perda elevada, média ou reduzida de água. De acordo com Carvalho et al. (2007), o uso consuntivo é aquele em que é retirada uma determinada quantidade de água dos mananciais e, depois de utilizada, é devolvida em quantidade menor e/ou com qualidade inferior, podendo provocar prejuízos qualitativos no corpo hídrico receptor. Segundo Tucci (2006), no Brasil, os usos consuntivos da água se distribuem em 63% para irrigação, 18% para abastecimento humano, 14% para o setor industrial e (5%) para uso animal.

Por ser um solvente versátil, a água é freqüentemente utilizada para transportar produtos residuais para longe do local de produção. Geralmente, os produtos residuais transportados são tóxicos, e sua presença no corpo d'água pode degradar seriamente o ambiente, contaminando rios, lagos ou riachos receptores (MORAES & JORDÃO. 2002). O problema da poluição hídrica pode estar ligado a diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola. No caso dos efluentes domésticos, a contaminação se dá basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microorganismos, que podem ser patogênicos. A contaminação por efluentes industriais é decorrente das matérias-primas e dos processos industriais utilizados, podendo ser complexa, variando de acordo com a natureza do processo. No caso da agricultura, o principal problema de poluição dos recursos

hídricos está ligado ao uso indevido de agrotóxicos, além da contaminação por sedimentos, nutrientes, e dejetos animais (MERTEN & MINELA. 2002).

Para melhor gerir e controlar os impactos que processos e produtos tem sobre os recursos hídricos, surge o conceito de pegada hídrica. A pegada hídrica pode ser uma importante ferramenta de gestão e planejamento para os diferentes setores que fazem uso dos recursos hídricos, sendo a irrigação para produção de alimentos a atividade que mais impacta a oferta de água.

3.2 Pegada Hídrica

O conceito de Pegada Hídrica (PH) foi introduzido em 2002 por Arjen Hoekstra, na reunião de peritos internacionais sobre o comércio de água virtual realizada em Delf, Holanda (SILVA et al. 2012). A pegada hídrica é um indicador de uso da água que considera tanto seu uso direto quanto seu uso indireto. O conceito de pegada hídrica é mais abrangente que o conceito tradicional de captação de água. Segundo Hoekstra et al. (2011), a pegada hídrica de um produto é o volume de água utilizado para produzi-lo, medida ao longo de toda cadeia produtiva. Trata-se de um indicador multidimensional – todas as componentes de uma PH total são geograficamente e temporalmente especificadas.

Ainda segundo os autores, três aspectos diferenciam a pegada hídrica da medida clássica de captação de água. São eles:

1. A PH não inclui o uso da água azul, quando essa água é devolvida para a mesma bacia hidrográfica.
2. Não está restrito ao uso da água azul, mas inclui também a água verde e cinza.
3. Não é restrito ao uso direto da água, mas inclui também seu uso indireto.

A pegada hídrica, portanto, oferece uma visão mais ampla sobre a forma como um consumidor ou produtor se relaciona com o uso da água doce. Ela é uma medida volumétrica de consumo e poluição da água. Vale frisar que a PH não é uma medida da severidade do impacto ambiental causado pelo uso do recurso hídrico. A severidade do impacto ambiental depende da vulnerabilidade do sistema hídrico local e do número de consumidores e poluidores que fazem uso do mesmo sistema (SILVA et al. 2012). Sendo assim, a contabilização da pegada hídrica deve ser avaliada junto aos demais fatores peculiares ao meio a que se refere.

Pode-se avaliar a pegada hídrica de diferentes entidades, como, por exemplo: pegada hídrica de um processo; pegada hídrica de um produto; pegada hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores; pegada hídrica dentro de uma área delimitada geograficamente (país, município, bacia hidrográfica, etc.); pegada hídrica de um negócio ou setor de negócios; pegada

hídrica da humanidade como um todo. O Quadro 1 explicita os diferentes tipos de pegada hídrica.

Quadro 1 - Diferentes tipos de pegada hídrica

Tipo de pegada hídrica	Significado
Pegada hídrica de um produto	Soma das pegadas hídricas das etapas do processo ocorridas na elaboração do produto (considerando toda a cadeia produtiva e de suprimento)
Pegada hídrica de um consumidor	Soma das pegadas hídricas de todos os produtos consumidos por ele
Pegada hídrica de uma comunidade	Soma da pegada hídrica de seus membros
Pegada hídrica de consumo nacional	Soma das pegadas hídricas dos habitantes de um país
Pegada hídrica de uma empresa	Soma das pegadas hídricas dos produtos finais que a empresa produz
Pegada hídrica dentro de uma área delimitada geograficamente (por exemplo, um município, estado, país, bacia hidrográfica)	Soma das pegadas hídricas de todos os processos que ocorrem naquela área

Fonte: adaptado de HOEKSTRA et al. 2011.

Devido aos diferentes impactos ambientais e custos de oportunidade das diversas formas de uso da água, a pegada hídrica pode, ainda, ser dividida em: PH azul, PH verde e PH cinza. A pegada hídrica total de um produto ou processo é a soma das pegadas hídricas azul, verde e cinza (CHENOWETH et al. 2014).

3.2.1 Pegada Hídrica Azul

A pegada hídrica azul é um indicador do uso consuntivo da chamada “água azul”, ou seja, água doce superficial ou subterrânea (SILVA et al.; 2012). Segundo Hoekstra et al. (2011), o termo ‘uso consuntivo da água’ se refere a um dos quatro casos abaixo:

1. Quando a água evapora;
2. Quando a água é incorporada ao produto;
3. Quando a água não retorna à mesma bacia hidrográfica, mas sim escoar para outra bacia ou para o oceano;

4. Quando a água não retorna no mesmo período; por exemplo, quando é retirada em um período de seca e retorna em um período de chuvas.

Geralmente, o componente mais significativo é a evaporação. Sendo assim, o uso consuntivo muitas vezes é equiparado à evaporação, mas os outros três componentes devem ser incluídos quando forem relevantes. A evaporação pode acontecer em diferentes etapas do processo de produção, como no armazenamento (em reservatórios artificiais, por exemplo), durante o transporte, durante o próprio processamento e durante o lançamento de efluentes (em canais de drenagem ou sistemas de tratamento de esgoto) (HOEKSTRA et al. 2011).

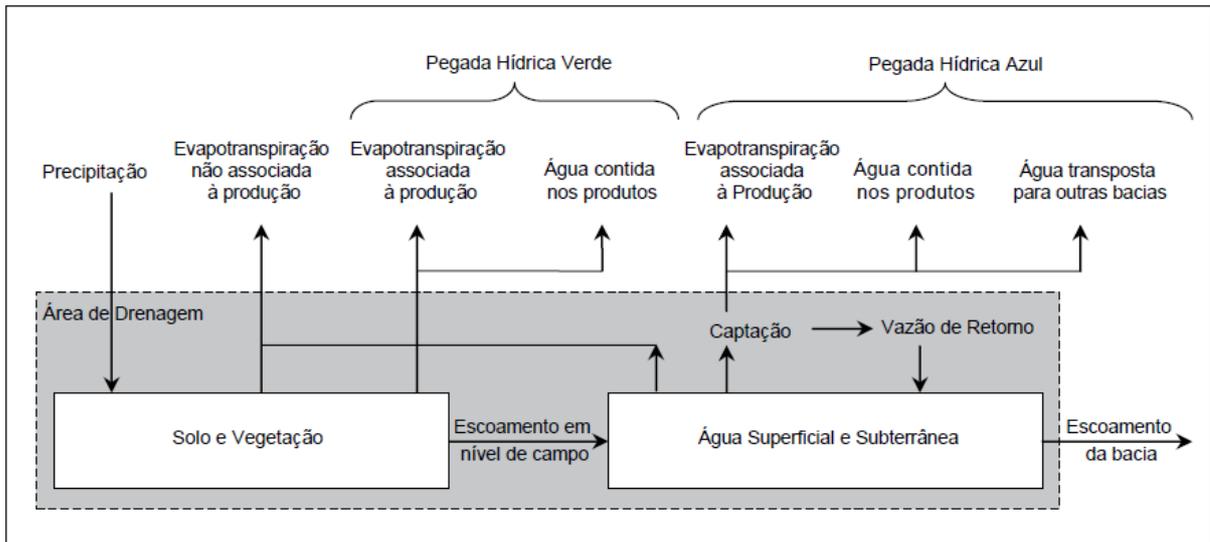
Vale destacar que o “uso consuntivo da água” não significa que a água desaparece, mas sim que esta água não estará disponível em uma mesma localidade, e em um mesmo período de tempo. Em um determinado período, a quantidade de água que abastece as reservas subterrâneas e flui através de um rio é sempre limitada a certo volume. Por isso, a taxa de utilização deste recurso não pode ser superior à taxa de reposição natural do mesmo, para que o recurso não se esgote (CHAPAGAIN & HOEKSTRA. 2004).

Ao especificar as fontes de água azul, também é possível incluir a água coletada das chuvas. A coleta da água das chuvas é um caso particular, podendo-se questionar se a água coletada das chuvas é considerada água verde ou azul. Quando a água das chuvas se refere a águas coletadas que iriam para o escoamento, o tipo de uso da água deve ser classificado como pegada hídrica azul. Entretanto, quando se trata de medidas adotadas para aumentar a capacidade de retenção de água do solo ou telhados verdes para retenção da água de chuva, o uso consuntivo dessa água pelas plantas deve ser classificado como pegada hídrica verde (HOEKSTRA et al. 2011).

3.2.2 Pegada Hídrica Verde

A pegada hídrica verde indica o uso da água verde por parte de atividades humanas. A água verde refere-se a toda precipitação que não escoou ou não repõe a água subterrânea, mas é armazenada no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou na vegetação. Eventualmente, parte dessa precipitação evapora ou é transpirada pelas plantas (HOEKSTRA et al. 2011). Portanto, a PH verde se refere à precipitação consumida por plantas através da evapotranspiração da água armazenada no solo, constituindo assim um componente da pegada hídrica total relacionada à precipitação efetiva (CHENOWETH et al. 2014). A Figura 1 ilustra a abrangência das pegadas hídricas azul e verde em relação ao balanço hídrico de uma bacia hidrográfica.

Figura 1 – Pegadas hídricas azul e verde em relação ao balanço hídrico



Fonte: HOEKSTRA et al. 2011.

O cálculo da pegada hídrica verde é particularmente relevante para produtos baseados em culturas agrícolas e produtos florestais, uma vez que corresponde ao total de água da chuva que sofre evapotranspiração (dos campos e plantações) mais a água incorporada nos produtos agrícolas e florestais colhidos (SILVA et al. 2012; HOEKSTRA et al. 2011).

3.2.3 Pegada Hídrica Cinza

A pegada hídrica cinza pode ser entendida como um indicador do grau de poluição da água associado a processos e atividades diversas. A pegada hídrica cinza refere-se ao volume de água necessário para assimilar efluentes, ou seja, o volume de água necessário para diluir os poluentes advindos de um determinado processo de produção, de modo que a qualidade do corpo d'água seja mantida acima dos padrões mínimos de qualidade da água aceitáveis (SILVA et al. 2012).

Segundo Hoekstra et al. (2011), o cálculo da pegada hídrica cinza pode ser feito dividindo-se a carga do poluente pela diferença entre a concentração do padrão ambiental de qualidade da água para um determinado poluente (concentração máxima aceitável) e sua concentração natural no corpo d'água receptor. A concentração natural em um corpo d'água receptor corresponde à concentração que ocorreria se não houvesse intervenções humanas na bacia hidrográfica. Para substâncias que não ocorrem naturalmente na água, o valor da concentração natural é igual a zero.

3.3 Pegada Hídrica dos alimentos

A pegada hídrica de um alimento varia muito conforme a sua origem – alimentos de origem vegetal possuem pegadas hídricas menores que alimentos de origem animal. Sendo assim, a pegada hídrica de um indivíduo é altamente influenciada pelo tipo de dieta seguida por ele. Dietas onívoras possuem uma maior pegada hídrica comparada a dietas vegetarianas (VANHAM & HOEKSTRA. 2004).

A pegada hídrica de vegetais é calculada baseada em diferentes tipos de cultura. Ela varia entre países, devido a diferenças climáticas, espaciais e temporais. Outro fator que influencia na pegada hídrica de um produto de origem vegetal é o seu nível de processamento. Alimentos processados possuem pegada hídrica maior que alimentos vegetais in natura (CHAPAGAIN & HOEKSTRA. 2004). O Quadro 2 mostra as pegadas hídricas totais de algumas culturas no Brasil. Uma tabela com mais produtos de origem vegetal e suas respectivas pegadas hídricas encontra-se no ANEXO A.

Quadro 2: Pegada Hídrica total de produtos de origem vegetal produzidos no Brasil (m³/ton)

Cultura	PH_{total}
Arroz integral	3082
Arroz branco	4003
Trigo	1616
Milho	1180
Soja (grãos)	1076

Fonte: adaptado de CHAPAGAIN & HOEKSTRA (2004)

A pegada hídrica de um animal para abate é calculada somando-se a pegada hídrica da sua alimentação durante sua vida e o volume de água por ele consumido, tanto para dessedentação quanto para outras atividades, como as de higiene. A pegada hídrica total do animal é dividida entre seus vários subprodutos derivados (MARACAJÁ et al. 2013). O Quadro 3 mostra as pegadas hídricas de alguns produtos de origem animal no Brasil, de acordo com seu sistema de criação.

Quadro 3: Pegada Hídrica de produtos de origem animal produzidos no Brasil, em m³/ton

Produtos derivados de animais	Sistema de criação	PH _{verde}	PH _{azul}	PH _{cinza}	PH _{total}
Carne bovina	Pasto (Extensivo)	23729	150	16	23895
	Misto	20604	187	61	20852
	Industrial (Intensivo)	8421	147	244	8812
	Peso médio*	19228	178	82	19488
Carne de porco	Pasto (Extensivo)	5482	1689	318	7489
	Misto	5109	828	316	6253
	Industrial (Intensivo)	8184	215	525	8924
	Peso médio*	6080	749	379	7208
Carne de frango	Pasto (Extensivo)	6363	35	364	6762
	Misto	4073	32	233	4338
	Industrial (Intensivo)	3723	24	213	3960
	Peso médio*	4204	30	240	4474
Ovo	Pasto (Extensivo)	432	24	25	481
	Misto	257	24	15	296
	Industrial (Intensivo)	3625	28	213	3866
	Peso médio*	2737	27	161	2925
Leite	Pasto (Extensivo)	1046	22	7	1075
	Misto	1254	42	36	1332
	Industrial (Intensivo)	-	-	-	-
	Peso médio*	1149	33	22	1204
Manteiga	Pasto (Extensivo)	5691	122	39	5852
	Misto	6822	230	196	7248
	Industrial (Intensivo)	-	-	-	-
	Peso médio*	6254	179	117	6550
Queijo	Pasto (Extensivo)	5169	126	36	5331
	Misto	6197	225	178	6600
	Industrial (Intensivo)	-	-	-	-
	Peso médio*	5681	178	107	5966

Fonte: adaptado de MEKONNEN & HOEKSTRA (2010).

*peso médio refere-se à PH média considerando-se uma alimentação que utiliza produção doméstica e importação

A pegada hídrica de um produto de origem animal depende, portanto, do tipo de sistema de criação do animal, do alimento que este animal consome e das condições climáticas nas quais seu alimento foi cultivado (CHAPAGAIN & HOEKSTRA, 2004). Um primeiro fator explicativo da pegada hídrica de um produto de origem animal é a eficiência de conversão alimentar deste animal, ou seja, qual a quantidade de alimento gasta na criação deste animal. Quanto mais ração for necessária por unidade de produto animal, maior é a quantidade de água gasta. A eficiência de conversão desfavorável para bovinos de corte é a grande responsável pela pegada hídrica relativamente alta da carne bovina. Um segundo fator que influencia no valor da pegada hídrica é a composição da ração, em particular a proporção de concentrados versus volumosos e a porcentagem de componentes valiosos da colheita versus resíduos da safra no concentrado. Frangos e porcos consomem rações que apresentam percentagens relativamente altas de cereais e farelo de óleo em suas rações, o que resulta em pegadas hídricas grandes de suas rações e anula o efeito da eficiência de conversão alimentar favorável desses animais. Um

terceiro fator que influencia a pegada hídrica de um produto de origem animal é a origem da ração. A pegada hídrica de um produto de origem animal específico varia entre países devido às diferenças de clima e de práticas agrícolas de onde os vários componentes da ração são obtidos. Muitas vezes uma grande parte dos componentes da ração é importado, enquanto outras vezes estes componentes são obtidos localmente. Dessa forma, não apenas o tamanho mas também a dimensão espacial da pegada hídrica depende da origem da ração (MEKONNEN & HOEKSTRA. 2010).

Para compreender melhor qual sistema de produção provoca menores danos aos recursos hídricos, é necessário avaliar todos os componentes da sua pegada hídrica (PH verde, azul e cinza). Produtos de origem animal de sistemas de produção industrial geralmente possuem uma pegada hídrica total menor do que produtos advindos de pastoreio extensivo, com exceção aos produtos lácteos (nos quais há pequena diferença) (GERBENS-LEENES. 2013). Entretanto, produtos de sistemas industriais sempre apresentam pegadas hídricas azul e cinza maiores, e PH verde menor quando comparadas ao sistema de pastoreio, devido ao fato de que sistemas de pasto extensivo dependem mais de componentes de ração volumosos (que são menos irrigados e menos fertilizados do que os componentes contidos nas rações concentradas), com exceção aos produtos de frango, que dependem fortemente da ração concentrada em todos os tipos de sistema de produção. A menor pegada hídrica verde de sistemas industriais é o que explica sua menor pegada hídrica total (MEKONNEN & HOEKSTRA. 2010).

Os problemas de água doce estão geralmente relacionados à escassez de água azul e à poluição da água (indicado pela água cinza) (SILVA. 2013). Sendo assim, pelo ponto de vista dos recursos hídricos, sistemas de pastoreio extensivo são preferíveis em relação a sistemas industriais de produção. Ademais, produtos de origem animal advindos de sistemas industriais frequentemente produzem grandes quantidades de resíduo animal que não podem ser totalmente reciclados em terras próximas. Quando não são devidamente tratadas, essas grandes quantidades de resíduo animal produzidas em um pequeno espaço poluem corpos de água doce. Sistemas de produção misto geralmente ocupam uma posição intermediária entre o sistema industrial e o sistema de pastoreio extensivo (MEKONNEN & HOEKSTRA. 2010).

Segundo documento publicado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, o sistema de criação predominante no Estado de Minas Gerais é o pastejo extensivo (MAPA. 2015).

3.4 Hábitos alimentares e o consumo de carne no Brasil

Segundo a Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB), vegetarianismo é o regime alimentar que exclui todos os tipos de carne, e pode ser classificado da seguinte forma:

- (a) Ovolactovegetarianismo: utiliza ovos, leite e laticínios na sua alimentação.
- (b) Lactovegetarianismo: utiliza leite e laticínios na sua alimentação.
- (c) Ovovegetarianismo: utiliza ovos na sua alimentação.
- (d) Vegetarianismo estrito: não utiliza nenhum produto de origem animal na sua alimentação.

A filosofia do veganismo (não consumo, na medida do possível e do praticável, de qualquer produto que gere exploração e/ou sofrimento animal) adota o vegetarianismo estrito no âmbito da alimentação. Entretanto, a atuação do veganismo, diferentemente do vegetarianismo, não fica restrita ao âmbito alimentar.

Segundo pesquisa do IBOPE Inteligência conduzida em abril de 2018, no Brasil 14% da população se declara vegetariana. Já nas regiões metropolitanas de São Paulo, Curitiba, Recife e Rio de Janeiro este percentual sobe para 16%. Tal percentual representa um crescimento de 75% em relação a 2012, quando a mesma pesquisa indicou que a proporção da população brasileira nas regiões metropolitanas que se declarava vegetariana era de 8%. Hoje, isto representa quase 30 milhões de brasileiros que se declaram adeptos a esta opção alimentar – um número maior do que as populações de toda a Austrália e Nova Zelândia juntas.

Segundo empresários do setor de produtos veganos consultados pela Folha (2016), o crescimento do mercado de produtos veganos no Brasil tem sido da ordem de 40% ao ano, apesar da crise econômica - em 2016, o país registrou a segunda retração anual consecutiva do PIB, de 3,6% (TREVIZAN. 2017).

Este crescimento no Brasil reflete tendências mundiais. Segundo a SVB, no Reino Unido, houve crescimento de 360% no número de veganos no país na última década (2005-2015). Nos Estados Unidos, o número de veganos dobrou em 6 anos (2009-2015). Já na Europa, 14% de todos os novos produtos lançados em 2015 são vegetarianos ou veganos. De 2013 a 2015, o lançamento de novos produtos veganos cresceu 150% no continente.

O aumento do número de vegetarianos contribui para a redução dos problemas ambientais vividos atualmente, uma vez que os produtos vegetais utilizam menos água e uma menor área para serem produzidos, além de gerarem menos resíduos, quando comparados aos produtos de origem animal (FESTA. 2015). O consumo de carnes representa um desperdício de recursos, já que a pecuária consome mais alimentos do que produz. Para cada 1 quilograma

de carne bovina que é produzido, são requeridos de 5 a 10 quilogramas de alimentos vegetais (MAKKAR. 2012). Biologicamente, esta ineficiência energética é explicada pelo fato de que a maioria das calorias consumidas por um animal não se converte em carne, uma vez que a maior parte destas calorias é utilizada como fonte energética em processos metabólicos do animal (tais como manutenção da temperatura corpórea, locomoção, reparo de tecidos, dentre outros), outra parte é descartada sob a forma de dejetos, e uma outra parte é usada na formação de tecidos não-comestíveis (SCHUCK & RIBEIRO. 2018).

Segundo dados da FAO (2014), a pecuária é a maior usuária do mundo de recursos terrestres, com pastagens e terras agrícolas dedicadas à produção de ração representando quase 80% de todas as terras agrícolas. No Brasil, 75% da área total desmatada na Amazônia é ocupada pela pecuária (FAO. 2015).

Além da grande demanda de área, a pecuária é a maior fonte setorial de consumo e poluição de recursos hídricos (STEINFELD. 2006). Pimentel (2003) aponta que a produção de 1 kg de proteína animal requer cerca de 100 vezes mais água do que produzir 1 kg de proteína vegetal. Além do uso intensivo de água na cadeia de produção de carnes, as granjas industriais também geram grande poluição de água devido ao despejo dos dejetos de bilhões de animais em corpos d'água (TRUSTS. 2008). Há milhares de granjas industriais no Brasil e, segundo dados do governo dos EUA, uma granja com uma grande população de animais pode facilmente igualar-se a uma pequena cidade em termos de produção de dejetos (EPA. 2004).

Segundo dados do relatório de Emissões do Setor de Agropecuária (SEEG. 2017), no Brasil, a pecuária também é responsável por 25,2% das emissões de gases de efeito estufa (considerando apenas as emissões diretas do setor), o que já é maior que a emissão de gases advindas do setor de transporte. Entretanto, ao considerar as emissões indiretas da agropecuária, sendo elas: emissões por desmatamento dos ecossistemas naturais para expansão agrícola, emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis na agricultura e emissões resultantes do tratamento de efluentes industriais, a pecuária chega a ser responsável por quase 60% da emissão brasileira de gases de efeito estufa.

4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho encontra-se sub-dividida em três tópicos, sendo eles: coleta de dados, cálculo da pegada hídrica e análise dos resultados obtidos.

4.1 Coleta de dados

Foi feita a coleta de dados junto ao Restaurante Universtário do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) campus I. Foram fornecidos cardápios contendo a quantidade *per capita*, em gramas, de cada alimento servido nas refeições do restaurante durante os meses de dezembro de 2018 e janeiro e fevereiro de 2019. Dos sessenta (60) diferentes cardápios servidos durante este período, trinta (30) foram selecionados para o cálculo de pegada hídrica deste trabalho. Os cardápios foram selecionados de acordo com a disponibilidade de dados na literatura de pegada hídrica dos ingredientes que compunham as refeições. Cada cardápio continha os ingredientes de dois tipos de refeição (onívora e vegetariana). Desse modo, foi feito o cálculo para um total de sessenta (60) refeições.

Além disso, foi estimada a quantidade de água, em litros, gasta na cocção dos cereais e leguminosas mais utilizados pelo restaurante, conforme mostra o Quadro 4. Esta quantidade foi estimada consultando-se as instruções de preparo dos alimentos em suas embalagens.

Quadro 4: Quantidade de água gasta no processo de cocção de cereais e leguminosas

Alimento	Porção (g)	Água para cocção (L)
Arroz branco	120	0,45
Feijão	80	0,16
Lentilha	120	0,45
Grão de bico	120	0,51

4.2 Cálculo da pegada hídrica

O cálculo da pegada hídrica das refeições onívoras e vegetarianas foi feito da seguinte maneira:

4.2.1: Cálculo da pegada hídrica por refeição

O cálculo da pegada hídrica por refeição foi realizado utilizando a Equação I:

$$PH_n = \sum(PH_i \times q_i + a_i) \quad (I)$$

Sendo:

PH_n : pegada hídrica da refeição n, em litros;

PH_i : pegada hídrica do alimento i, em litros de água por grama de alimento;

q_i : quantidade do alimento i servida por refeição, em gramas;

a_i : quantidade de água consumida no processo de cocção do alimento i, em litros.

Obs.: n varia de 1 a 60 (30 refeições onívoras + 30 refeições vegetarianas = 60 refeições no total)

A pegada hídrica dos alimentos que compunham as refeições (PH_i) foi obtida por meio da literatura científica atual e encontram-se no Quadro 3 (pegada hídrica de produtos de origem animal) e no ANEXO A (pegada hídrica de produtos de origem vegetal). Para ser utilizada na Equação I, foi feita uma transformação de unidades de medida, de m^3/ton para L/g. Para os alimentos de origem animal, adotou-se o valor correspondente ao pastejo extensivo, já que este é o tipo de criação predominante no Estado de Minas Gerais (MAPA. 2015). Vale mencionar que um fator limitante para a precisão dos resultados de pegada hídrica deste estudo foi a falta de dados em relação a pegada hídrica para produtos de origem vegetal produzidos no Brasil. Desta forma, na ausência de dados a respeito da produção nacional, utilizou-se para os cálculos a média global da PH de alguns produtos.

4.2.2: Cálculo da pegada hídrica média de refeições onívoras e vegetarianas

A Pegada Hídrica média de refeições onívoras e vegetarianas foi obtida utilizando as seguintes equações:

$$PH_{\bar{o}} = \text{(II)}$$

Sendo:

$PH_{\bar{o}}$: pegada hídrica média das refeições onívoras, em litros;

PH_{n_o} : pegada hídrica da refeição onívora n, em litros;

n_o : número de refeições onívoras.

$$PH_{\bar{v}} = \text{(III)}$$

Sendo:

$PH_{\bar{v}}$: pegada hídrica média das refeições vegetarianas, em litros;

PH_{n_v} : pegada hídrica da refeição vegetariana n, em litros;

n_v : número de refeições vegetarianas.

4.2.3: Cálculo da diferença da quantidade de água gasta para as refeições onívoras e vegetarianas

A diferença, em litros, da quantidade de água gasta para as refeições onívoras e vegetarianas foi calculada utilizando a Equação IV:

$$\text{Diferença (L)} = PH_o - PH_v \text{ (IV)}$$

Sendo:

PH_o : pegada hídrica da refeição onívora, em litros;

PH_v : pegada hídrica da refeição vegetariana, em litros.

O cálculo do aumento percentual do gasto de água da refeição onívora em relação a refeição vegetariana foi feito da seguinte forma:

$$\text{Diferença (\%)} = \frac{PH_o - PH_v}{PH_v} \times 100\% \text{ (V)}$$

4.2.4: Cálculo do percentual de contribuição do grupo das carnes para a pegada hídrica total de uma refeição

As refeições servidas pelo restaurante universitário CEFET-MG Campus 1 são compostas por porções de arroz, feijão, guarnição, saladas e uma opção proteica, podendo esta ser algum tipo de carne ou uma opção vegetal. Desse modo, o percentual de contribuição do grupo das carnes para a pegada hídrica total de uma refeição onívora foi estimado utilizando a Equação VI:

$$\%PH_{carne} = \frac{PH_o - PH_{AFGS}}{PH_o} \times 100\% \text{ (VI)}$$

Sendo:

PH_o : pegada hídrica da refeição onívora, em litros;

PH_{AFGS} : pegada hídrica do conjunto arroz+feijão+guarnição+saladas, em litros.

4.2.5: Cálculo do percentual de contribuição da opção vegetariana para a pegada hídrica total de uma refeição

O cálculo do percentual de contribuição da opção vegetariana do dia (ex: grão de bico, lentilha, ovo, etc.) para a pegada hídrica total de uma refeição vegetariana foi feito com base na Equação VII:

$$\%PH_{Op\ veg} = \frac{PH_v - PH_{AFGS}}{PH_v} \times 100\% \quad (\text{VII})$$

Sendo:

PH_v : pegada hídrica da refeição vegetariana, em litros;

PH_{AFGS} : pegada hídrica do conjunto arroz+feijão+guarnição+saladas, em litros.

4.2.6: Separação dos dados obtidos em diferentes grupos

Para melhor compreensão dos resultados e afim de identificar quais tipos de carne e de opções vegetarianas contribuíram de forma mais significativa para a pegada hídrica total das refeições, todos os dados obtidos nos cálculos anteriores foram divididos em diferentes grupos (G1 a G9), de acordo com a principal fonte de proteína do prato, sendo elas:

- Carne de boi (G1);
- Carne de porco (G2);
- Carne de frango (G3);
- Soja (G4);
- Ovo (G5);
- Grão de bico (G6);
- Lentilha (G7);
- Feijão (G8);
- Abóbora (G9).

Posteriormente, foram calculadas as médias aritméticas de pegada hídrica para cada grupo.

4.3 Análise dos resultados obtidos

Para os resultados de pegada hídrica das refeições onívoras e vegetarianas, foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov com a correção de Lilliefors. Em seguida, foi aplicado o teste U de Mann-Whitney na comparação dos valores de PH das refeições. Para os grupos G1, G2, G3, G4, G5, G6 e G8 foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Em seguida, foi utilizado o teste de Mann-Whitney pareado na comparação dos valores de PH obtidos para cada grupo. Técnicas de estatística descritiva, como média e desvio padrão,

também foram utilizadas na análise dos grupos. Todos os testes estatísticos foram feitos com o auxílio do software PAST®.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As refeições onívoras apresentaram um gasto de água, em média, quase três vezes maior que as refeições vegetarianas, conforme mostra o Anexo B. A diferença no valor de PH das refeições onívoras e vegetarianas foi confirmada pelo teste U de Mann-Whitney, uma vez que o valor obtido para p foi menor que 0,05 (conforme consta na Tabela 1).

Tabela 1: Teste de Mann-Whitney para PHo e PHv

Mann-Whitney U test	
Z:	6,6456
p:	3,02E-11

Enquanto a PH média das refeições onívoras foi de 2.887,93 litros, a PH média das refeições vegetarianas foi de 1.070,18 litros. Strasburg & Jahno (2015) apresentaram um valor inferior para a PH média de refeições onívoras, de 2.099,1 litros. Essa diferença pode ser explicada não só pela composição das refeições, mas também pela quantidade de alimento servido em cada refeição. Ademais, observou-se uma grande variação no valor da pegada hídrica das refeições onívoras, sendo o menor valor igual a 1.646,57 litros e o maior valor, 3.994,35 litros, totalizando uma variação de 2347,78 litros. Já a pegada hídrica das refeições vegetarianas variou de 871,74 litros a 1.378,16 litros, totalizando uma variação de 506,42 litros. A grande variação no valor de PH das refeições onívoras se deve, principalmente, ao fato da carne bovina apresentar um coeficiente de pegada hídrica cerca de 3,4 vezes maior que as demais carnes (MEKONNEN & HOEKSTRA. 2010).

Observa-se também que o maior valor de PH para as refeições vegetarianas é inferior ao menor valor de PH para as refeições onívoras. Ou seja, nenhum prato vegetariano apresentou valor de PH acima de qualquer prato onívoro. Além disso, as carnes foram responsáveis, em média, por 64,22% da pegada hídrica total das refeições onívoras, enquanto a opção vegetariana foi responsável, em média, por 14,96% da pegada hídrica das refeições vegetarianas, apresentando um percentual de contribuição para o gasto de água cerca de 4,5 vezes menor que o apresentado pelas carnes. No estudo de Strasburg & Jahno (2015), essa diferença foi ainda maior, sendo as carnes responsáveis por 77,9% da pegada hídrica total das refeições.

Ainda conforme o Anexo B, a diferença do gasto de água para refeições onívoras e vegetarianas em 30 refeições foi de 54.532,43 litros ou 54,5 m³. Considerando que são servidas, em média, 2.000 refeições por dia no restaurante universitário do CEFET-MG, Campus I, em um ano letivo (correspondente a 200 dias letivos) são servidas cerca de 400.000 refeições.

Portanto, em um ano letivo, a diferença do gasto de água para refeições onívoras e vegetarianas seria de 727.099.066,67 litros. Ou seja, em apenas 200 dias, uma alimentação vegetariana economizaria cerca de 727.099,07 m³ de água, equivalente a 9.694.654,22 banhos de 15 minutos de duração, considerando a vazão média do chuveiro de 5 L/min (BARRETO. 2008).

Para fazer a comparação entre grupos, foi utilizado o teste de Mann-Whitney pareado. Caso o valor de p for menor que 0,05, significa que há diferença nos valores de pegada hídrica dos grupos, a um nível de significância de 5%. Os grupos G7 (grupo da lentilha) e G8 (grupo da abóbora) não puderam ser analisados pelo teste, devido a insuficiência de dados. Conforme mostra o Quadro 5, o grupo da carne bovina (G1) apresenta diferença significativa no valor de PH em relação aos demais grupos, sendo este o grupo que apresenta o maior valor de pegada hídrica média.

Quadro 5: p-valores para o teste de Mann-Whitney pareado

Grupos	Carne de boi (G1)	Carne de porco (G2)	Carne de frango (G3)	Soja (G4)	Ovo (G5)	Grão de Bico (G6)	Feijão (G8)
G1		0,002511	7,12E-05	3,11E-06	0,000155	0,002511	0,007737
G2	0,002511		0,2027	0,003886	0,01073	0,03038	0,05183
G3	7,12E-05	0,2027		0,000192	0,00146	0,008475	0,0189
G4	3,11E-06	0,003886	0,000192		0,03239	0,007794	0,01058
G5	0,000155	0,01073	0,00146	0,03239		0,01073	0,02265
G6	0,002511	0,03038	0,008475	0,007794	0,01073		0,2159
G8	0,007737	0,05183	0,0189	0,01058	0,02265	0,2159	

Obs: os valores menores que 0,05 encontram-se destacados em cinza, indicando que há diferença significativa entre os grupos

Entre os grupos da carne de porco (G2) e da carne de frango (G3) não houve diferença significativa. Do mesmo modo, os grupos G6 (grupo do grão de bico) e G8 (grupo do feijão) apresentaram $p > 0,05$, não havendo diferença significativa entre eles. O valor de p apresentado na comparação entre G2 e G8 foi próximo a 0,05 e, portanto, para fins práticos, pode-se considerar que há diferença de PH entre estes dois grupos. Todas as demais comparações apresentaram diferença significativa nos valores de PH. À exceção da comparação entre G2 (grupo da carne de porco) e G8 (grupo do feijão), os resultados apresentados pelos grupos foram compatíveis com que se esperava de acordo com o coeficiente de pegada hídrica de cada alimento.

Os grupos que apresentaram as menores PH médias foram os grupos da lentilha (G7), do ovo (G5) e da soja (G4). Já os grupos com maior PH média foram o grupo da carne bovina (G1), seguida pelo grupo da carne de porco (G2) e pelo grupo da carne de frango (G3),

conforme Anexo C. Para facilitar a comparação, foram ordenados os valores das pegadas hídricas médias por grupo, em ordem crescente (Quadro 6). Já era esperado que os grupos das carnes apresentassem os maiores valores de pegada hídrica, de acordo com dados da Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO. 2014).

Quadro 6: Pegada hídrica média (em litros) por refeição de cada grupo, em ordem crescente

Grupo	PH média (L)	Fonte proteica
G7	964,25	Lentilha
G5	972,32	Ovo
G4	1029,98	Soja
G6	1273,48	Grão de bico
G8	1340,01	Feijão
G3	1711,74	Carne de frango
G2	1760,72	Carne de porco
G1	3661,16	Carne de boi

Além da pegada hídrica total apresentada pelas refeições vegetarianas ser menor que a PH total das refeições onívoras, os alimentos de origem vegetal apresentam uma composição de pegada hídrica mais vantajosa que os produtos de origem animal. Enquanto a pegada hídrica dos produtos de origem animal é composta principalmente pela PH azul, os produtos de origem vegetal apresentam em sua pegada hídrica uma maior parcela de água verde (CHAPAGAIN & HOEKSTRA. 2004). Como os problemas relacionados à escassez de água estão mais relacionados à água azul do que a água verde, os produtos de origem vegetal se mostram novamente mais sustentáveis que os produtos de origem animal (MEKONNEN & HOEKSTRA. 2010).

6 CONCLUSÕES E PROPOSTA DE CONTINUIDADE

A Pegada Hídrica (PH) média das refeições onívoras foi cerca de três vezes maior que a PH para refeições vegetarianas, devido à presença da proteína animal, em especial a carne bovina. A lentilha, o ovo e a soja apresentaram menor demanda por água. Logo, as refeições que continham esses grupos, apresentaram menor PH.

Além disso, as carnes foram responsáveis, em média, por 64,22% da pegada hídrica total das refeições onívoras, enquanto a opção vegetariana foi responsável, em média, por 14,96% da pegada hídrica das refeições vegetarianas, apresentando um percentual de contribuição para o gasto de água cerca de 4,5 vezes menor que o apresentado pelas carnes. Sendo assim, conclui-se que uma alimentação vegetariana reduz consideravelmente o consumo de água e é capaz de contribuir para a preservação dos recursos hídricos.

Como proposta de continuidade, sugere-se o prosseguimento dos estudos dos impactos causados pelos hábitos alimentares, abrangendo, além da pegada hídrica, outros aspectos que envolvem a conservação do meio ambiente, como uma análise comparativa da emissão de gases de efeito estufa, área desmatada e geração de resíduos causados pela produção de alimentos de origem animal e vegetal que compõem as refeições servidas pelo restaurante universitário.

REFERÊNCIAS

- ANA Agência Nacional de Águas. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos 2017**. 2017.
- BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista BNDES**, v.4, n. B, p. 143-166, 1997.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9jan, 1997.
- CARVALHO, D. F.; MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia: irrigação e drenagem**. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- CASSIDY, Emily S. et al. Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 3, p. 034015, 2013.
- CHAPAGAIN, Ashok; HOEKSTRA, Arjen Ysbert. **Water footprints of nations**. 2004.
- CHENOWETH, J.; HADJIKAKOU, Michalis; ZOUMIDES, Christos. Quantifying the human impact on water resources: a critical review of the water footprint concept. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 18, n. 6, p. 2325-2342, 2014.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Animal production**. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/animal-production/en/>. Acesso em 07 maio 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Amazon basin**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/basins/amazon/index.stm>>. Acesso em 07 maio 2019.
- FESTA, Bruno Lona. **A contribuição da mudança de hábitos alimentares para a redução dos problemas socioambientais. Dieta onívora x dieta vegetariana**. 2015. 59 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

GERBENS-LEENES, P. W.; MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, Arjen Ysbert. The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. **Water Resources and Industry**, v. 1, p. 25-36, 2013.

HALWEIL, Brian. Meat Production Continues to Rise. **Vital Signs**. 2008. Disponível em: <https://www.weltagrarbericht.de/fileadmin/files/weltagrarbericht/worldwatch_meat_2008.pdf>. Acesso em 07 maio 2019.

HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **Manual de Avaliação da pegada Hídrica. Estabelecendo o Padrão Global**. Earthscan, 2011.

IBOPE. **Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo**. Brasil, 2018. Disponível em: <http://www.svb.org.br/images/Documentos/JOB_0416_VEGETARIANISMO.pdf>. Acesso em 27 dez. 2018.

RANGEL, Anna. Pequenas empresas de produtos vegetarianos crescem 40% ao ano. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 04 jul. 2016. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/07/1787773-pequenas-empresas-de-produtos-vegetarianos-crescem-40-ao-ano.shtml>>. Acesso em 27 dez. 2018.

SCHUCK, Cynhia; RIBEIRO, Raquel. Comendo o Planeta: impactos ambientais da criação e consumo de animais. **São Paulo: Sociedade Vegetariana Brasileira**, 2018.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Emissões do setor de agropecuária**. Documento de Análise 2017. 2017.

SILVA, Vicente de P.R. da et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 1, 2013.

SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA – SVB. **Mercado vegetariano**. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/vegetarianismo1/mercado-vegetariano>>. Acesso em 27 de dez. 2018.

STEINFELD, Henning et al. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Food & Agriculture Org., 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a0701e/a0701e00.htm>>. Acesso em 07 maio 2019.

STRASBURG, Virgílio José; JAHNO, Vanusca Dalosto. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. **Revista Ambiente**

& **Água: an interdisciplinary journal of applied science**. Taubaté. Vol. 10, n. 4 (out./dez. 2015), p. 903-914, 2015.

MAKKAR, H. P. et al. Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems. FAO Symposium Proceedings, Bangkok, Thailand, 27 November 2012. **FAO Animal Production and Health Proceedings**, n. 16, 2013.

MARACAJÁ, Kettrin Farias Bem; DA SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues; NETO, José Dantas. Pegada hídrica dos consumidores vegetarianos e não vegetarianos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 14, n. 1, 2013.

MEKONNEN, Mesfin M.; HOEKSTRA, Arjen Y. **The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products**. Delft: UNESCO-IHE Institute for water Education, 2010.

MEKONNEN, Mesfin M.; HOEKSTRA, Arjen Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 5, p. 1577-1600, 2011.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Estado da arte das pastagens em Minas Gerais**. Belo Horizonte: MAPA, 2015.

PIMENTEL, David; PIMENTEL, Marcia. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. **The American journal of clinical nutrition**, v. 78, n. 3, p. 660S-663S, 2003.

TREVIZAN, Karina. Brasil enfrenta pior crise já registrada poucos anos após um boom econômico. **O Globo**, São Paulo, 07 março 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/brasil-enfrenta-pior-crise-ja-registrada-poucos-anos-apos-um-boom-economico.ghtml>>. Acesso em 06 maio 2019.

TRUSTS, Pew Charitable; HOPKINS, Johns. Putting meat on the table: Industrial farm animal production in America. **A Report of the Pew commission on industrial Farm Animal Production**, 2008.

TUCCI, C.E.M. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Qualidade Ambiental, 2006.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Risk Assessment Evaluation for Concentrated Animal Feeding Operations**. Ohio, 2004. Disponível em: < <https://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/901V0100.pdf>>. Acesso em 07 maio 2019.

VANHAM, D.; HOEKSTRA, Arjen Ysbert; BIDOGLIO, G. Potential water saving through changes in European diets. **Environment international**, v. 61, p. 45-56, 2013.

YU, Yang et al. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecological Economics**, v. 69, n. 5, p. 1140-1147, 2010.

ANEXO A - Pegada Hídrica total de produtos de origem vegetal produzidos no Brasil (m³/ton)

Cultura	PH total	Cultura	PH total
Abacaxi	184	Feijão	3955
Abóbora	234*	Grão de bico	3230*
Acelga	367	Laranja	342
Agrião	367	Lentilha	6166*
Alface	133*	Limão	659
Alho	1080	Maçã	303
Arroz branco	4003	Mandioca	400
Arroz integral	3082	Manga	1369
Banana	1188	Melancia	490
Batata	241	Milho	1180
Batata-doce	392	Pepino	242*
Berinjela	208*	Quiabo	418*
Beterraba	113*	Repolho	211*
Brócolis	159*	Rúcula	367
Cebola	442	Soja (grãos)	1076
Cenoura	131*	Tomate	73
Couve	211*	Trigo	1616
Couve-flor	159*		
Ervilha	1502*		
Espinafre	144*		

Fonte: adaptado de CHAPAGAIN & HOEKSTRA (2004)

* valor correspondente à média mundial (utilizado quando da ausência de dados de média nacional)

ANEXO B - Pegada Hídrica de refeições onívoras e vegetarianas (em litros)

Data	A+F+G+S	Ref. Onívora	Ref. Vegetariana	Diferença (L)	Diferença (%)	%PH Carne	%PH Op Veg
04/dez	827,13	3694,53	956,25	2738,28	286,36%	77,61%	13,50%
05/dez	838,11	1736,79	1226,22	510,57	41,64%	51,74%	31,65%
10/dez	837,299	1648,74	966,419	682,32	70,60%	49,22%	13,36%
11/dez	837,25	1735,93	1225,36	510,57	41,67%	51,77%	31,67%
12/dez	843,79	3711,19	972,91	2738,28	281,45%	77,26%	13,27%
13/dez	841,13	3708,53	1315,89	2392,64	181,83%	77,32%	36,08%
18/dez	912,85	1724,29	970,57	753,72	77,66%	47,06%	5,95%
21/dez	841,32	3708,72	871,74	2836,98	325,44%	77,32%	3,49%
26/dez	894,78	1793,46	1023,9	769,56	75,16%	50,11%	12,61%
27/dez	894,95	1706,39	952,67	753,72	79,12%	47,55%	6,06%
28/dez	903,4	3770,8	1378,16	2392,64	173,61%	76,04%	34,45%
07/jan	927,2	3794,6	1056,32	2738,28	259,23%	75,57%	12,22%
08/jan	996,459	1807,9	1054,18	753,72	71,50%	44,88%	5,48%
10/jan	835,13	1646,57	964,25	682,32	70,76%	49,28%	13,39%
11/jan	988,07	1799,51	1376,18	423,33	30,76%	45,09%	28,20%
14/jan	889,58	3756,98	947,3	2809,68	296,60%	76,32%	6,09%
15/jan	881,15	1692,59	1010,27	682,32	67,54%	47,94%	12,78%
16/jan	899,77	3767,17	957,49	2809,68	293,44%	76,12%	6,03%
23/jan	912,28	3779,68	1041,4	2738,28	262,94%	75,86%	12,40%
28/jan	926,61	3794,01	1055,73	2738,28	259,37%	75,58%	12,23%
31/jan	878,03	1776,71	1266,14	510,57	40,32%	50,58%	30,65%
01/fev	929,06	3796,46	959,48	2836,98	295,68%	75,53%	3,17%
04/fev	920,01	3787,41	1049,13	2738,28	261,00%	75,71%	12,31%
11/fev	932,622	3800,02	990,342	2809,68	283,71%	75,46%	5,83%
14/fev	1126,95	3994,35	1256,07	2738,28	218,00%	71,79%	10,28%
15/fev	856,51	1667,95	985,63	682,32	69,23%	48,65%	13,10%
18/fev	875,95	3743,35	933,67	2809,68	300,93%	76,60%	6,18%
20/fev	857,75	3725,15	986,87	2738,28	277,47%	76,97%	13,08%
26/fev	950,69	1849,37	1028,82	820,548	79,76%	48,59%	7,59%
27/fev	851,23	3718,63	1325,99	2392,64	180,44%	77,11%	35,80%
Total	26907,06	86637,78	32105,35	54532,43	-	-	-
Média	896,902	2887,93	1070,18	1817,75	175,11%	64,22%	14,96%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Onívora: PH das refeições onívoras (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

Diferença (L): diferença em litros da quantidade de água gasta na refeição onívora e na refeição vegetariana

Diferença (%): aumento percentual do gasto de água da refeição onívora em relação a refeição vegetariana

%PH Carne: percentual de PH da refeição onívora devido à carne

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana

ANEXO C – Discriminação da Pegada Hídrica por grupo, em litros

Pegada Hídrica do grupo G1, em litros

G1: Carne de boi			
Data	A+F+G+S	Ref. Onívora	%PH Carne
04/dez	827,13	3694,53	77,61%
12/dez	843,79	3711,19	77,26%
13/dez	841,13	3708,53	77,32%
21/dez	841,32	3708,72	77,32%
28/dez	903,4	3770,8	76,04%
07/jan	927,2	3794,6	75,57%
14/jan	889,58	3756,98	76,32%
16/jan	899,77	3767,17	76,12%
23/jan	912,28	3779,68	75,86%
28/jan	926,61	3794,01	75,58%
01/fev	929,06	3796,46	75,53%
04/fev	920,01	3787,41	75,71%
11/fev	932,622	3800,02	75,46%
14/fev	1126,95	3994,35	71,79%
18/fev	875,95	3743,35	76,60%
20/fev	857,75	3725,15	76,97%
26/fev	950,69	1849,37	48,59%
27/fev	851,23	3718,63	77,11%
Total	16256,47	65900,95	-
Média	903,14	3661,16	74,60%
Desvio (σ)	67,76	457,06	6,62%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Onívora: PH das refeições onívoras (L)

%PH Carne: percentual de PH da refeição onívora devido à carne

Pegada Hídrica do grupo G2, em litros

G2: Carne de porco			
Data	A+F+G+S	Ref. Onívora	%PH Carne
05/dez	838,11	1736,79	51,74%
11/dez	837,25	1735,93	51,77%
26/dez	894,78	1793,46	50,11%
31/jan	878,03	1776,71	50,58%
Total	3448,17	7042,89	-
Média	862,043	1760,72	51,05%
Desvio (σ)	28,9527	28,9527	0,84%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Onívora: PH das refeições onívoras (L)

%PH Carne: percentual de PH da refeição onívora devido à carne

Pegada Hídrica do grupo G3, em litros

G3: Carne de frango			
Data	A+F+G+S	Ref. Onívora	%PH Carne
10/dez	837,299	1648,74	49,22%
18/dez	912,85	1724,29	47,06%
27/dez	894,95	1706,39	47,55%
08/jan	996,459	1807,9	44,88%
10/jan	835,13	1646,57	49,28%
11/jan	988,07	1799,51	45,09%
15/jan	881,15	1692,59	47,94%
15/fev	856,51	1667,95	48,65%
Total	7202,42	13693,94	-
Média	900,30	1711,74	47,46%
Desvio (σ)	62,83	62,83	1,71%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Onívora: PH das refeições onívoras (L)

%PH Carne: percentual de PH da refeição onívora devido à carne

Pegada Hídrica do grupo G4, em litros

G4: Soja			
Data	A+F+G+S	Ref. Vegetariana	%PH Op Veg
04/dez	827,13	956,25	13,50%
10/dez	837,299	966,419	13,36%
12/dez	843,79	972,91	13,27%
26/dez	894,78	1023,9	12,61%
07/jan	927,2	1056,32	12,22%
15/jan	881,15	1010,27	12,78%
23/jan	912,28	1041,4	12,40%
28/jan	926,61	1055,73	12,23%
04/fev	920,01	1049,13	12,31%
14/fev	1126,95	1256,07	10,28%
15/fev	856,51	985,63	13,10%
20/fev	857,75	986,87	13,08%
26/fev	950,69	1028,82	7,59%
Total	11762,15	13389,72	-
Média	904,78	1029,98	12,21%
Desvio (σ)	77,59	76,35	1,61%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana

Pegada Hídrica do grupo G5, em litros

G5: Ovo			
Data	A+F+G+S	Ref. Vegetariana	%PH Op Veg
18/dez	912,85	970,57	5,95%
27/dez	894,95	952,67	6,06%
08/jan	996,459	1054,18	5,48%
14/jan	889,58	947,3	6,09%
16/jan	899,77	957,49	6,03%
11/fev	932,622	990,342	5,83%
18/fev	875,95	933,67	6,18%
Total	6402,18	6806,22	-
Média	914,60	972,32	5,95%
Desvio (σ)	40,32	40,32	0,23%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana

Pegada Hídrica do grupo G6, em litros

G6: Grão de bico			
Data	A+F+G+S	Ref. Vegetariana	%PH Op Veg
05/dez	838,11	1226,22	31,65%
11/dez	837,25	1225,36	31,67%
11/jan	988,07	1376,18	28,20%
31/jan	878,03	1266,14	30,65%
Total	3541,46	5093,90	-
Média	885,37	1273,48	0,31
Desvio (σ)	71,06	71,06	0,02

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana

Pegada Hídrica do grupo G7, em litros

G7: Lentilha			
Data	A+F+G+S	Ref. Vegetariana	%PH Op Veg
10/jan	835,13	964,25	13,39%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana

Pegada Hídrica do grupo G8, em litros

G8: Feijão			
Data	A+F+G+S	Ref. Vegetariana	%PH Op Veg
13/dez	841,13	1315,89	36,08%
28/dez	903,4	1378,16	34,45%
27/fev	851,23	1325,99	35,80%
Total	2595,76	4020,04	-
Média	865,25	1340,01	35,44%
Desvio (σ)	33,42	33,42	0,87%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana

Pegada Hídrica do grupo G9, em litros

G9: Abóbora			
Data	A+F+G+S	Ref. Vegetariana	%PH Op Veg
21/dez	841,32	871,74	3,49%
01/fev	929,06	959,48	3,17%
Total	1770,38	1831,22	-
Média	885,19	915,61	3,33%
Desvio (σ)	62,04	62,04	0,23%

A+F+G+S: somatório das PH das porções per capita de arroz, feijão, guarnição e saladas (L)

Ref. Vegetariana: PH das refeições vegetarianas (L)

%PH Op Veg: percentual de PH da refeição vegetariana devido à opção vegetariana