



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE**

**CAMILA CRISTINA GOMES**

**PEGADA HÍDRICA DE ALUNOS DE UMA ESCOLA ESTADUAL DO  
MUNICÍPIO DE SUMÉ, PB**

**SUMÉ – PB**

**2019**

**CAMILA CRISTINA GOMES**

**PEGADA HÍDRICA DE ALUNOS DE UMA ESCOLA ESTADUAL DO  
MUNICÍPIO DE SUMÉ, PB**

**Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Joelma Sales dos Santos.**

**SUMÉ – PB**

**2019**

G633p Gomes, Camila Cristina.

Pegada hídrica dos alunos de uma escola estadual do Município de Sumé, PB. / Camila Cristina Gomes. - Sumé - PB: [s.n], 2019.

36 f.

Orientadora: Professora Dr<sup>a</sup>. Joelma Sales dos Santos.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Pegada hídrica. 2. Gestão de recursos hídricos. 3. Sustentabilidade. I. Santos, Joelma Sales dos. II. Título.

CDU: 556.18(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626


**CAMILA CRISTINA GOMES**

**PEGADA HÍDRICA DE ALUNOS DE UMA ESCOLA ESTADUAL DO  
MUNICIPIÓ DE SUMÉ, PB**

**Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.**

**BANCA EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Joelma Sales dos Santos – Orientadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Maria Leide Silva de Alencar – Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Débora Rafaelly Soares Silva – Examinadora

**SUMÉ – PB**

**JULHO 2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, por me conceder a graça de estar concluindo essa etapa tão importante da minha vida, e que sempre me deu força diante das dificuldades.

Aos meus pais Marluce e José, que são meu alicerce e nunca mediram esforços para a realização desse sonho, de todos os sentimentos que podemos receber ao longo de nossa vida, o amor de vocês sempre será o mais especial, obrigada por acreditarem em mim, amo muito vocês.

Ao meu amado esposo Gúbio, que todos os dias me motiva na busca da realização dos meus objetivos. Obrigada pelo amor, companheirismo, paciência e por sempre reconhecer os meus esforços. À minha pequena Sophia Deodata, o maior presente que Deus poderia ter me dado. Minha família, amores incondicionais, pelos quais enfrento tudo.

A trajetória deste trabalho do início até a conclusão contou com a colaboração de diversas pessoas, dentre as quais, as minhas tias Cleide, Cláudia e Lúcia, que sempre estiveram presentes. O apoio de vocês foi fundamental para a realização dessa conquista.

Agradeço em especial a Profª. Dra. Joelma Sales dos Santos por me orientar, ela que se fez presente em toda a minha graduação, e agora pontualmente como orientadora, obrigada pela disponibilidade e por compartilhar seu amplo conhecimento comigo. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

Às minhas amigas: Adriana, Laurinete, Magna, Jessica Sabrina, Nayara e Maria Rita, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos bons e difíceis, vocês me fazem acreditar no valor da amizade, cumprindo esse papel de imensurável valor. Em especial a minha amiga Natali a quem também considero como uma irmã, obrigada pelos anos de convivência, experiências vividas e principalmente o cuidado com minha filha e no meu TCC, serei sempre grata a você. Aos meus amigos Renato, Thiago e Luana que também deram suas contribuições e atenção, o meu reconhecimento.

A todos vocês, meu muito obrigada!

## RESUMO

A água é o recurso natural mais importante do planeta, em vista disso, a escassez hídrica tem se tornado cada vez mais preocupante em função das consequências advindas do crescimento desenfreado populacional e do mau uso. Por se tratar de um bem tão valioso para a vida humana, é importante e necessário se utilizar de instrumentos de gestão de recursos hídricos como a pegada hídrica (PH), que mede a quantidade de água doce consumida e incorporada nos bens de consumo em todo seu processo produtivo, direta e indiretamente. Partindo desse pressuposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a pegada hídrica de estudantes do ensino médio da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz localizada no município de Sumé, no Cariri Paraibano. Foram aplicados 148 questionários, nos quais, continha questões relacionadas a gênero, consumo doméstico da água, de bens industriais e de alimentos. A metodologia utilizada foi a ferramenta de cálculo matemático proposta por Hoekstra *et. al* (2011), disponível no site da Water Footprint Network. A média total encontrada entre os indivíduos entrevistados indica uma pegada hídrica média de 7.577,64 litros de água consumidos por dia, valor superior a média brasileira que é de 5.553,425 litros/dia e à média do estado da Paraíba que é de 2.180,82 litros/dia. Esses resultados mostram o consumo desenfreado por parte dos entrevistados que superam a média nacional e estadual. Portanto se faz necessário a aplicação de medidas para tornar o uso desse recurso sustentável, afim de que esse valor seja reduzido de modo a conscientizar os alunos da importância desse bem, uma vez que vivem em uma região que enfrenta problemas de escassez de água no Brasil.

**Palavras-chave:** Gestão de recursos hídricos. Pegada hídrica. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Water is the most important natural resource on the planet. In view of this, water scarcity has become increasingly worrying due to the consequences of unbridled population growth and the misuse of this resource. Because it is so valuable to human life, it is important and necessary to use water resources instruments. One tool that can be used for the management of water resources is the water footprint (PH), which measures the amount of fresh water consumed and incorporated in consumer goods throughout its production process, directly and indirectly. Based on this assumption, this study aims to evaluate the water footprint of high school students of the state school professor José Gonçalves de Queiroz of the municipality of Sumé, located in Cariri Paraibano. Questionnaires were applied, which took into account gender, domestic consumption, industrial goods and food. For the calculations the methodology used was the mathematical calculation tool proposed by Hoekstra *et. al* (2011), available on the water footprint network website. The total average found among interviewees indicates an average Water Footprint of 7,577.64 liters of water consumed per day, higher than the Brazilian average of 5.553.425 liters / day and average of the state of Paraíba that is of 2,180.82 liters / day. These results show the uncontrolled consumption by respondents who exceed the national average and Therefore, it is necessary to apply measures to make use of this sustainable use, so that this value is reduced in order to propose actions for review their consumption patterns, since students live in a region that faces water scarcity problems in Brazil.

**Keywords:** Management of water resources. Water footprint. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Diferentes tipos de pegada hídrica .....	16
<b>Figura 2</b> – Mapa localização do município de Sumé – PB .....	19
<b>Gráfico 1</b> – Média da Pegada Hídrica Total dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por categoria .....	21
<b>Gráfico 2</b> – Média da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino em todas as categorias .....	23
<b>Gráfico 3</b> – Média da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino na categoria alimentos .....	25
<b>Gráfico 4</b> – Médias da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino na categoria industrial .....	27
<b>Gráfico 5</b> – Média da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino na categoria doméstica .....	28



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**INSA** – Instituto Nacional do Semiárido

**UNESCO** – Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura

**m** – Unidade de medida para comprimento (metro)

**PH** – Pegada hídrica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 RECURSOS HÍDRICOS.....	12
2.1.1 Demanda Hídrica no Semiárido .....	12
2.2. PEGADA HÍDRICA .....	14
2.2.1 Pegada hídrica verde .....	16
2.2.2 Pegada hídrica azul.....	16
2.2.3 Pegada hídrica cinza.....	17
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
3.1 AMBIENTE DE ESTUDO .....	19
3.2 COLETA DE DADOS PARA CÁLCULO DE PEGADA HÍDRICA .....	20
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
4.1 PEGADA HÍDRICA DOS ENTREVISTADOS.....	21
4.2 PEGADA HÍDRICA FEMININA E MASCULINA .....	22
4.3 PEGADA HÍDRICA POR CATEGORIA .....	23
4.3.1 Alimentos.....	23
4.3.2 Produtos Industrializados .....	26
4.3.3 Pegada Hídrica de uso Doméstico.....	28
<b>5 RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>29</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO (Calculadora da Pegada) .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de água está aumentando cada vez mais em todo o planeta, devido ao grande aumento populacional, a migração das populações para as zonas urbanas e, a intensificação das atividades econômicas que têm aumentado a demanda por recursos hídricos no planeta (CHAPAGAIN; ORR, 2009; WU; TAN, 2012; ERCIN; HOEKSTRA, 2014). A água está presente em todos os processos e atividades humanas, dentre os quais os relacionados com a produção de alimentos, produção agrícola e pecuária, sendo componente indispensável para garantir a capacidade de produção (STRASBURG; JAHNO, 2015).

Segundo Rosegrant, Ringler e Zhu (2009), a dependência de recursos hídricos tende a crescer no futuro e isso resultará em grandes problemas na sustentabilidade ambiental e segurança alimentar. Dessa forma, há necessidades de criação de políticas de conscientização e, aplicação de ferramentas de estudo para o planejamento e destino dos recursos hídricos, principalmente, pelo nível crítico de sua escassez em escala global (HANASAKI *et al.*, 2012; HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012).

De acordo com Hoekstra *et al* (2011) os estudos da pegada hídrica têm diversos objetivos, podendo ser empregados em diferentes ambientes, onde cada um deles exige uma análise específica resultando na visualização de várias alternativas de hipóteses utilizadas. Para analisar a quantidade de água doce consumida pode-se utilizar uma medida que foi introduzida no ano de 2002 (UNEP, 2012), a ferramenta de avaliação da pegada hídrica, que determina a quantidade utilizada e/ou consumida de água doce de forma direta ou indireta pelo consumidor ou produtor de bens e serviços.

Ainda de acordo com os autores, a pegada hídrica ajuda a entender a ligação entre o quanto as pessoas consomem de água no seu dia a dia, nos produtos em que são consumidos diariamente e os problemas da poluição e escassez da água que existem nos locais onde esses produtos são produzidos. Ela compreende três componentes: a água verde que se trata da quantidade de água da chuva estocada no solo e usada pelas plantas; a água cinza que corresponde ao impacto da poluição nos recursos hídricos; e a água azul que é o volume de água retirado de rios, lagos e aquíferos; ou seja, a água doce necessária para diluir a poluição para garantir a qualidade da água de forma que continue acima dos padrões estabelecidos pelas leis (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica tem sido usada como um indicador do consumo de água de pessoas e produtos em diversas partes do mundo (ZHAO; CHEN; YANG, 2009; ROMAGUERA *et al.*, 2010; FENG *et al.*, 2011). É definida como o volume de água total usada durante a produção

e o consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto e indireto no processo de produção. Sendo capaz de quantificar o consumo de água total ao longo da cadeia produtiva (YU *et al.*, 2010). A maior parte do uso de água ocorre na produção agrícola, destacando também um número significativo de volume de água consumida e poluída nos setores industriais e domésticos. Para saber a pegada hídrica de um indivíduo ou comunidade pode-se estimar e/ou calcular virtualmente através de calculadora de pegada hídrica, multiplicando todos os bens e serviços consumidos por seus respectivos conteúdos de água virtual.

A pegada hídrica de um indivíduo é definida como sendo o volume total de água doce consumida e poluída utilizada para a produção de produtos e serviços usados pelo indivíduo ao longo de sua vida (GIACOMIN; OHNUMA JR., 2017). A pegada hídrica total é composta por componentes que inclui um custo econômico e um impacto ambiental que seria importante ser acrescido a empresa que está produzindo o produto para o consumidor, e não apenas o consumidor ter que arcar com todo o custo (MARACAJÁ *et al.*, 2012).

A sustentabilidade de uma pegada hídrica depende inteiramente de fatores locais, como as características hídricas da região. Por exemplo, uma pegada hídrica grande se torna sustentável em áreas ricas em água, enquanto uma pegada hídrica pequena pode comprometer a sustentabilidade em áreas com escassez de água. No entanto, isso não quer dizer que as áreas ricas em água podem desperdiçar, mas sim que uma pegada hídrica mais elevada não irá comprometer aquela localidade que difere de uma que tenha escassez. Desse modo, o desmatamento e o reflorestamento afetam o processo hidrológico de tal forma que pode influenciar diretamente a disponibilidade de água (VAN OEL; HOEKSTRA, 2012).

Diante do exposto, com o intuito de saber o nível de conscientização do consumo d'água, este trabalho objetivou a avaliação da pegada hídrica dos estudantes de ensino médio da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz do município de Sumé, Paraíba.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água é o principal recurso natural para a vida humana, para o desenvolvimento industrial, agricultura e uso doméstico. Nos últimos anos esse recurso vem se tornando umas das maiores preocupações mundiais devido a sua qualidade e escassez hídrica, decorrente do crescimento populacional e conseqüentemente com o uso irracional desse recurso nas atividades humanas (GRAÇA, 2011; MAIA *et al.*, 2012).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2018), a água doce corresponde a 2,5% sendo que 69% da água doce está em regiões de difícil acesso, 30% está concentrada nas geleiras e 1% está disponível nos rios, para consumo humano. O Brasil é o país com maior quantidade de água potável do mundo, dispõe de aproximadamente 12% da água doce do planeta, porém a divisão deste recurso não é proporcional nas regiões, sendo a região norte do país que detém o maior volume (80%).

Para regulamentar o uso desse recurso hídrico no Brasil, existem as legislações, entre elas a Lei nº 9.433/97, mais conhecida como a lei dos recursos hídricos, que define a água como sendo um bem de domínio público, do uso prioritário dos recursos hídricos em caso de escassez de água, que são para o consumo humano e a dessedentação animal e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Ainda de acordo com a Lei nº 9.433/97, o governo tem como objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos e a utilização racional e integrada dos recursos hídricos.

#### 2.1.1 Demanda Hídrica no Semiárido

A região semiárida nordestina é caracterizada por clima quente e seco, aridez sazonal, com deficiência hídrica e precipitações imprevisíveis, mais concentradas no verão e no outono. Com proximidade a linha do equador, já que as baixas latitudes resultam em elevadas temperaturas, além do número também alto de horas de insolação por ano (PIRES; FERREIRA, 2011).

Na região nordeste a normalidade pluviométrica é de 400 a 800 mm por ano, porém, em consequência das características climáticas, o semiárido dispõe da maior quantidade de água perdida por evaporação do país, porém, o que tem levado a pesquisadores buscarem alternativas sustentáveis para os recursos hídricos na região (INSA, 2012).

O clima da região semiárida é representado pelo tipo de chuvas que é concentrado fortemente entre os meses de fevereiro e março e uma enorme variabilidade durante o ano. As grandes secas que castigam a região sempre marcaram a condutas das populações, influenciando criações de políticas públicas regionais (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010).

No entanto, de acordo com Hoekstra (2009) a razão da escassez de água no Nordeste é originada do baixo índice de chuva e pluviosidade baixa, e a estrutura geológica em que não possibilita a acumulação de água no solo de forma satisfatória, interferindo principalmente na quantidade do volume de água nos corpos de água.

O uso da irrigação na agricultura é utilizado para viabilizar o aumento da produção de alimentos, com menor consumo de água no intuito de maximizar a renda dos agricultores na região do semiárido, entretanto, com o uso dessa técnica vem sendo provocado vários problemas ambientais, como por exemplo, a salinização do solo e aquífero, a declinação da biodiversidade, no que provoca um conflito entre o aumento da produção agrícola, no intuito de melhorar e aumentar a produtividade e minimizar a escassez hídrica e a prevenção do meio ambiente (SOARES, CAMPUS, 2013).

Diante disto, consideramos que a procura pelo aumento da produtividade dos recursos hídricos em regiões semiáridas torna-se um questionamento que visa reduzir a escassez de água e minimizar os custos ambientais junto à escassez hídrica, criados conforme a população expande sua capacidade de envolver-se na natureza, gerando consequências socioeconômicas, em que realça em épocas de estiagem (RÊGO, 2008; SILVA *et al.*, 2009).

De acordo com Hoekstra (2009), a administração dos recursos hídricos vem sendo tratado por vários especialistas nas regiões áridas e semiáridas, levando como um grande desafio atual, com maior relevância onde a escassez da água gera sérias consequências ambientais e socioeconômicas, gerados pela escassez física da água e a má administração do recurso.

Pesquisadores têm a pegada hídrica como sendo uma ferramenta de gestão dos recursos hídricos de uma região, ao indicar a quantidade de água necessária para produção de bens e serviços, fornecendo um quadro adequado para encontrar possíveis soluções e contribuir para uma melhor gestão dos recursos hídricos, particularmente em regiões áridas ou semiáridas. Assim, na maioria das regiões áridas e semiáridas, a gestão de recursos hídricos é tratada por vários especialistas como o grande desafio da atualidade, principalmente onde a escassez desse recurso acarreta graves consequências socioeconômicas e ambientais, causadas

tanto pela escassez física de água quanto pela má gestão desse recurso (HOEKSTRA, 2009; ZEITOUN *et al.*, 2010).

## 2.2. PEGADA HÍDRICA

O conceito de pegada hídrica foi introduzido em 2002 por Arjen Hoekstra, em uma reunião internacional sobre o comércio de água virtual realizada em Delf, Holanda. A pegada hídrica das nações foi avaliada quantitativamente por Hoekstra e Huang (2002) e, posteriormente, de forma mais abrangente (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2006).

A pegada hídrica é uma ferramenta desenvolvida para calcular o volume de água total usada durante a produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto e indireto no processo de produção. Este conceito foi introduzido por Hoekstra e Hung (2002), como um indicador para mapear o impacto do consumo humano da água doce a nível global.

Segundo Arruda (2010), a pegada hídrica pode ser aplicada para um determinado produto, cidades, estados, nações, serviços, negócios, eventos, indivíduos ou habitantes de uma determinada região, determinando assim a quantificação do consumo de água total ao longo da cadeia produtiva. No setor alimentício a pegada hídrica é usada para medir o total de água utilizado durante todo o processo produtivo dos alimentos até que chegue ao consumidor final, ou seja, cada tipo de alimento carrega uma quantidade de água, e dessa forma, cada tipo de consumo reflete uma pegada hídrica diferente (SILVA *et al.*, 2013). Sua importância reside no fato de que, ao avaliar a eficiência no uso do recurso hídrico, pode influenciar as tendências de consumo e fomentar a implantação de um manejo mais sustentável deste recurso (VANHAM; BIDOGLIO, 2013). É importante ressaltar que dos 12% de água doce do Brasil, grande parte está direcionada ao uso agrícola e outra parte para o consumo humano. Muitos dos mananciais vêm sendo poluído por ações antrópicas, alterando conseqüentemente a qualidade da água e principalmente afetando a saúde humana (MARACAJÁ; ARAÚJO; SILVA, 2014).

A pegada hídrica de uma nação consiste de partes interna e externa, sendo a interna referente ao consumo dos recursos hídricos dentro do país, enquanto a externa se refere à apropriação dos recursos hídricos de outros países. A pegada hídrica de um indivíduo ou comunidade pode ser estimada multiplicando-se todos os bens e serviços consumidos por seus respectivos conteúdos de água virtual. O entendimento da pegada hídrica de uma nação é altamente relevante para o desenvolvimento de políticas nacionais mais adequadas (HOEKSTRA; MEKONNEN, 2012).

Ademais, segundo Hoekstra *et al.* (2011), a pegada hídrica é um indicador de uso de água doce que busca não só o uso direto de água por parte de um consumidor ou produtor, mas também o seu uso indireto. Isto é, foge do conceito tradicional e restrito de apropriação do recurso, onde é medido apenas volume captado de água.

Para calcular a pegada hídrica é necessário analisar qual forma de atividade humana ou produtos estão compatíveis com as questões de escassez e poluição da água, com o propósito de tornar as atividades mais sustentáveis no ponto de vista hídrico (GRAÇA, 2011).

A pegada hídrica é um indicador da quantidade de água total utilizada direta ou indiretamente por um consumidor ou produtor. (HOEKSTRA *et al.*, 2011; BOLDRIN, 2012; DANTAS, 2012). Consiste basicamente em estimar o volume total de água necessário para a produção de um bem ou serviço considerando toda a cadeia produtiva.

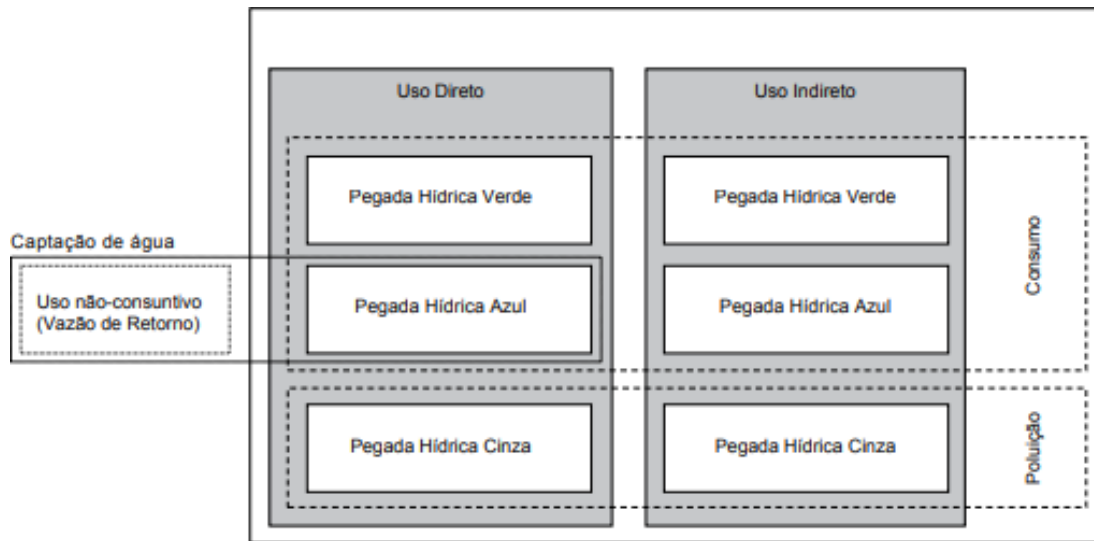
Em termos gerais, de acordo com Souza *et. al* (2014) a principal finalidade da pegada hídrica é avaliar como as atividades humanas ou produtos denotam sobre as questões de escassez e poluição d'água, bem como avaliar a sustentabilidade na perspectiva do consumo dos recursos hídricos.

A pegada hídrica indireta relaciona-se ao consumo e poluição relacionados à produção de bens e serviços empregados pelo consumidor. E a pegada hídrica direta de um produtor ou consumidor corresponde ao consumo e poluição da água que está associada ao uso da água pelos mesmos (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

De acordo com Hoekstra e Chapagain (2006), a agricultura é um dos setores que mais consome água doce, em seguida vem o setor industrial e os usos domésticos. A agricultura tem um consumo de 70%, a indústria 22% e o uso doméstico 8 % do consumo de água total do planeta. Dessa forma, obtém a o tamanho da pegada hídrica mundial pelo consumo de alimentos, uso de água no consumo industrial e doméstica correspondente a 1.243 m<sup>3</sup>/ano per capita por habitante.

Para o conceito de pegada hídrica é importante informar que existem três tipos de classificações (Figura 1) que são: a pegada hídrica azul que se refere as águas superficiais e subterrâneas disponíveis em bacias hidrográficas, a pegada verde refere-se as águas das chuvas e a pegada hídrica cinza que são as águas poluídas (SILVA *et al.*, 2013).



**Figura 1** – Diferentes tipos de pegadas hídricas

Fonte: Manual da pegada hídrica (2011)

### 2.2.1 Pegada hídrica verde

A pegada hídrica verde representa o consumo humano, esta água corresponde a precipitação que não se escoa, a água é armazenada na zona da raiz do solo e evaporada, transpirada ou incorporada pelas plantas. Onde pode ser utilizada para o cultivo de plantas, no entanto, nem toda água será utilizada para a cultura, uma vez que parte será evaporada ou transpirada pelas plantas (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Esta constituinte é especificamente significativa em produtos agrícolas, pois apresenta o total de água evaporada dos campos durante o período de crescimento das culturas (incluindo a transpiração pelas plantas e outras formas de evaporação) (WICHELNS, 2010; ARRUDA, 2010; HOEKSTRA, *et al.*, 2009).

### 2.2.2 Pegada hídrica azul

A Pegada hídrica azul representa o consumo de água doce subterrânea e/ou superficial de uma bacia hidrográfica. Onde a água da chuva é evaporada, incorporada a um produto ou retirada de um corpo de água e devolvida a outro, quando não existe o retorno para a mesma bacia, quando o retorno da água não é no mesmo período, como por exemplo, a água é retirada no tempo de seca e volta em um período chuvoso (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica azul, na produção industrial e abastecimento doméstico de água, a parcela azul é o volume de água extraído das fontes de água doce. Na agricultura a pegada hídrica azul também inclui a evaporação da água de irrigação dos campos (WICHELNS, 2010; ARRUDA, 2010; MARZULLO, MATAI e FRANCKE., 2010; HOEKSTRA, *et al.*, 2009).

### 2.2.3 Pegada hídrica cinza

A pegada hídrica cinza surgiu partir de estudos que reconheceram que a poluição das águas pode ser expressa em termos de volume de água necessário para diluir os poluentes de forma que eles se tornem ineficaz (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica cinza é representada pelo um indicador do grau de poluição da água doce, onde é calculada pela determinação da quantidade de carga de poluente pela diferença entre a concentração de padrões ambientais de qualidade da água para um determinado poluente e sua concentração de condições naturais (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica cinza relaciona-se também a água necessária para baixar a temperatura da água de esfriamento em indústrias, de forma que a temperatura de despejamento seja considerável pelo corpo receptor. A água cinza faz parte da pegada hídrica por caracterizar o volume de água que seria indispensável para a neutralização total da carga ambiental enviada aos corpos hídricos (MARZULLO, MATAI e FRANCKE., 2010; HOEKSTRA, *et al.*, 2009; ARRUDA, 2010).

## 2.3 SUSTENTABILIDADE

Cada vez mais a sociedade tem se preocupado com a sustentabilidade, e um dos assuntos mais abordados atualmente é a disponibilidade de água doce no planeta. A demanda por recursos hídricos tem sido aumentada em virtude do crescimento populacional, visto que os setores industriais precisam produzir cada vez mais para suprir os diversos tipos de consumo da população. A água é um recurso que está presente em todos os processos e atividades humanas, dentre os quais os relacionados com a produção de alimentos, produção agropecuária, sendo componente indispensável para garantir a capacidade de produção (STRASBURG; JAHNO, 2015).

De acordo com Van Oel e Hoekstra (2012) a sustentabilidade de uma pegada hídrica depende dos fatores locais, por exemplo, em regiões que apresentam grande disponibilidade de água, a pegada hídrica, torna-se sustentável, enquanto em regiões que enfrentam problemas de escassez de água, a pegada hídrica é pequena e isso pode comprometer a sustentabilidade. Os problemas de desmatamento e reflorestamento afeta diretamente a disponibilidade de água e o uso da água doce está intimamente ligado com os problemas de escassez e poluição, principalmente pelo uso de pesticidas e poluentes que são lançados no ar e na água pelos setores agrícolas e industriais.

Como forma de amenizar os problemas de disponibilidade de água e de poluição, as empresas que operaram ao longo da cadeia produtiva de bens de consumo estão investindo em

recursos naturais de forma inteligentes que garatam o futuro das proximas gerações (SILVA, *et al.*, 2012; ANTÔNIO, 2016).

O consumo da água doce é necessário para a vida humana, para a habitação, alimentação e o próprio desenvolvimento. No entanto, com os problemas de poluição e escassez é necessário ter um olhar consciente e racional,sobre o uso adequado deste recurso (FELDMANN, 2007).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 AMBIENTE DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, localizada na Rua Professor Guiomar Coelho, Bairro Pedregal, no município de Sumé - PB. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 7° 66' 79" latitude sul, 36° 87' 64" longitude Oeste e altitude média de 533 m.

De acordo com estimativas do IBGE (2018), o município de Sumé possui 16.872 habitantes, uma extensão territorial de 864 km<sup>2</sup> e encontra-se localizado na região do cariri paraibano (Figura 3), onde o clima é do tipo BSh (clima semiárido, quente e seco), segundo a classificação de *Koopen*. A precipitação pluviométrica média anual de 516,1 mm de acordo com JOELMA VIEIRA DO NASCIMENTO DUARTE no ano de 2017, na sua dissertação de mestrado, e evaporação média anual de 2000 mm e temperatura média de 28° C. A vegetação é formada pela caatinga xerofítica, bem comum no sertão nordestino, representada por plantas dos tipos cactáceas e bromélias, popularmente conhecidas como marmeleiro, umburanas, macambira, catingueiro, jurema, xique-xique, dentre outras. O solo é considerado quente com tendência tropical, com solo e subsolo de baixa permeabilidade, com uma formação geológica de complexo gnáissico, rochas vulcânicas, granitos, minigmaticos (EMBRAPA, 2018).

**Figura 2** – Mapa localização do município de Sumé – PB



Fonte: Google Earth 2016.

Em se tratando do ambiente escolar escolhido para a realização e desenvolvimento da pesquisa, a escola dispõe apenas do ensino médio, sendo composta por alunos que cursam entre o 1º e 3º ano em tempo integral. Possui 430 alunos matriculados e grande parte deles são oriundos da zona rural do município de Sumé, PB. A entrevista foi realizada no mês de dezembro de 2018 com o consentimento da direção da escola a 148 alunos, sendo 50% do

sexo masculino e 50% do sexo feminino.

### 3.2 COLETA DE DADOS PARA CÁLCULO DE PEGADA HÍDRICA

Para determinação e avaliação da pegada hídrica a escolha dos entrevistados foi aleatória com o objetivo de mesclar com alunos de todas as turmas de 1º, 2º e 3º ano, estilo de vida diferente, variadas faixas etárias de idade e poder aquisitivo.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho consistiu na aplicação de questionários, que incluem questões objetivas sobre o consumo e quantidade de alimentos, uso doméstico da água e consumo de produtos industrializados, que é consumido por cada aluno, com o propósito de avaliar o nível de conscientização dos mesmos em relação ao consumo e utilização da água (Anexo 1).

Antes da aplicação do questionário com as informações sobre pegada hídrica, os entrevistados receberam esclarecimentos sobre o tema, de que se tratava e qual seria a finalidade dos dados obtidos por parte dos alunos. Os entrevistados responderam ao questionário adaptado do formulário da “calculadora de pegada hídrica” disponível no site: <<https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>> (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2008).

Para facilitar os cálculos da pegada hídrica, os dados obtidos através dos questionários aplicados aos alunos foram calculados em planilha do *Microsoft Excel*, além do cálculo da pegada hídrica também foram gerados gráficos para comparação dos resultados.

A metodologia proposta por Hoekstra e Chapagain (2008), para o cálculo da quantidade de água consumida leva em consideração o consumo de vários tipos de alimentos e as quantidades consumidas por cada indivíduo. A partir dessas informações foi analisado o consumo para cada componente (alimento, doméstico e industrial) para os quais já existem estudos prévios de pegada hídrica associados ao seu processo produtivo, possibilitando que estes sejam ponderados na composição da pegada hídrica dos indivíduos.

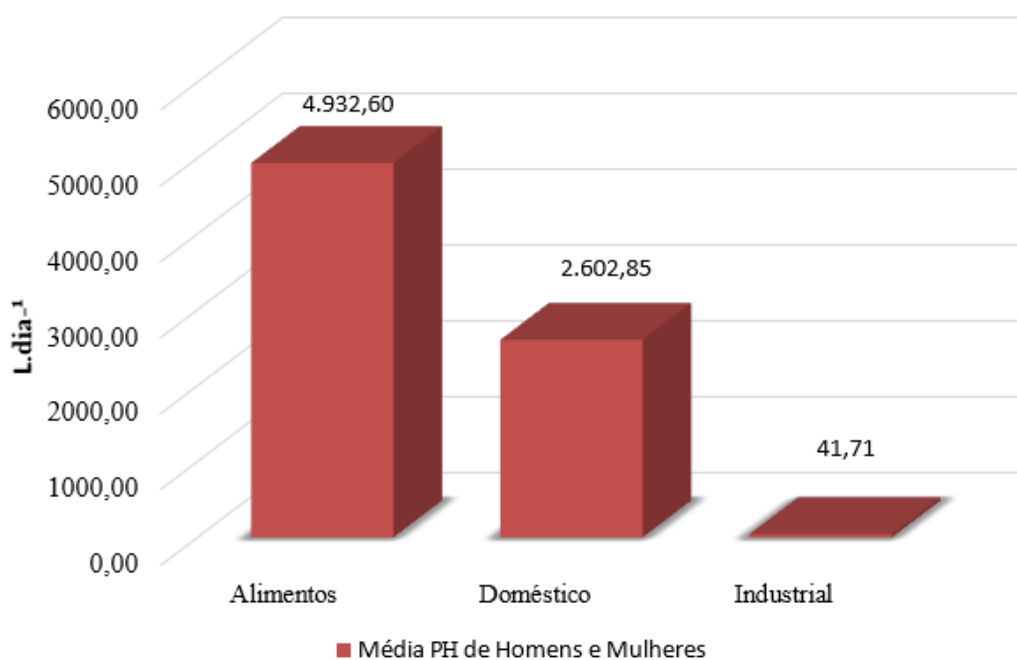
Também são questionados os hábitos de uso direto, que incluem o uso doméstico em geral que inclui higiene pessoal e limpeza da casa e de bens. Por fim, no cálculo da pegada hídrica também é levado em consideração a renda anual de cada entrevistado como inferência do potencial de acesso a bens industrializados. As respostas foram inseridas na calculadora *online* (<http://aquapath-project.eu/calculator-po/calculator.html>) para a obtenção dos valores da pegada hídrica de cada um dos alunos do ensino médio e dos componentes que mais contribuem para o consumo direto e indireto da água (alimentação, doméstico e industrial).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PEGADA HÍDRICA DOS ENTREVISTADOS

Observa-se no Gráfico 1, que o cálculo da pegada hídrica total é separado por três categorias distintas, são elas: de consumo doméstico (higiene pessoal, limpeza da casa e automóvel), dos alimentos (cereais, carnes, vegetais, frutas, laticínios, estimulantes, gordura, açúcar e ovos) e do consumo industrial que é calculado com base na renda média anual dos indivíduos. A renda média anual dos alunos em questão é cerca de R\$ 500, para o cálculo levou-se em consideração o valor do dólar como sendo \$ 3,69, isso porque a base dos dados é americano.

**Gáfico 1** – Média da Pegada Hídrica Total dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por categoria.



Fonte: Autoria própria (2019)

A soma da pegada hídrica total dos alunos entrevistados, do sexo feminino e masculino, foi calculada utilizando planilhas, onde se somaram as pegadas hídricas de cada aluno entrevistado, chegando à soma total de 2.765.837,07 litros de água consumidos por ano. Quando se leva em consideração as três categorias, alimentos, doméstico e industrial, tem uma média de consumo de 7.577,16 litros/dia, onde mostra-se superior à média brasileira que é de 5.553,425 litros/dia e também à média do estado da Paraíba que é de 2.180,82 litros/dia. Os alunos entrevistados de cada categoria nessas dimensões variaram, o que pode ser

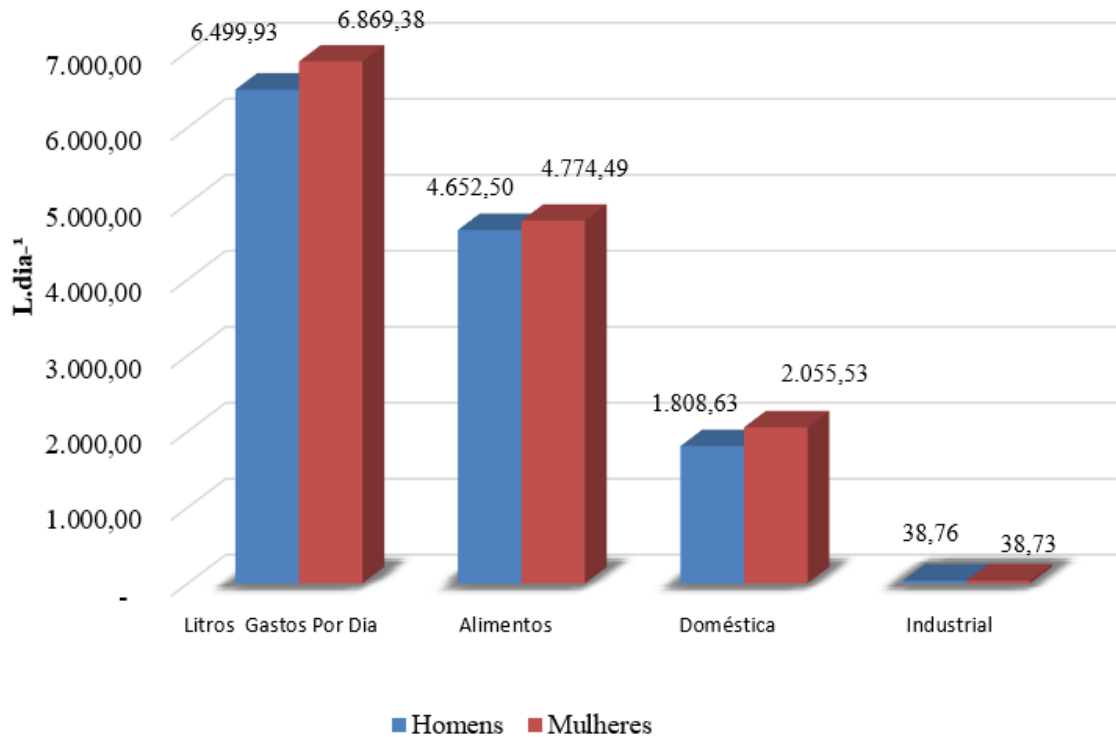
atribuído ao nível de conscientização, estilo de dieta e renda dos entrevistados, o que pode influenciar diretamente nos gastos hídricos o perfil de determinada categoria.

Verificou-se que o consumo de água referente aos alimentos foi o maior 4.932,60 seguido pelo uso doméstico 2.602,85 e na indústria 41,71 (litros/dias). No trabalho de Silva *et al.* (2017), que também estudou a pegada hídrica dos alunos da Escola Murilo Braga localizada na cidade de Campina Grande, PB, o estudo foi realizado no ano de 2016, no período da noite. A Escola Murilo Braga conta com 80 alunos no turno da noite, período em que foi realizada a aplicação dos questionários. A escolha desse turno se deveu ao fato de que nesse período os alunos apresentavam uma faixa etária mais elevada o que possibilitava responder aos questionamentos a respeito do consumo direto e indireto de água com maior precisão. Observou-se que o consumo gasto de água pelo os alunos com alimentação foi de 4.519,45, o consumo com uso doméstico de 1.188,70 e o consumo industrial é de 186,51 litros/dia respectivamente. Com relação ao volume gasto por todos os alunos entrevistados da Escola Murilo Braga, o valor total da pegada hídrica foi de 235.767,12 litros/dia.

#### 4.2 PEGADA HÍDRICA FEMININA E MASCULINA

Pode ser observada, no Gráfico 2, a pegada hídrica dos alunos da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz dividida por gênero em masculino e feminino, quando comparados os valores obtidos, observou-se uma diferença de 2,76% entre as médias de pegada hídrica, em que 6.499,93 litros/dia para os homens e 6.869,38 litros/dia para as mulheres. Observou-se também que a contribuição dos homens na categoria de alimentos foi menor que das mulheres com 49,35%, já no consumo doméstico uma redução de 46,81% e um aumento no consumo industrial de 50,02%.

**Gráfico 2** – Média da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sume, PB, por gênero masculino e feminino em todas as categorias.



Fonte: Autoria própria (2019)

No trabalho de Nogueira (2018), que estudou a pegada hídrica dos discentes do curso de Engenharia de Biosistemas, mediante os valores obtidos foi observado uma diferença de 6,02% entre as médias de pegada hídrica, em que 4.836,01 litros/dia para os homens e 4.561,31 litros/dia para as mulheres. Observou-se também que a contribuição dos homens na categoria de alimentos foi maior que das mulheres com 12,15%, já no consumo doméstico e industrial obteve uma diminuição de 14,14% e 48,54%, respectivamente.

### 4.3 PEGADA HÍDRICA POR CATEGORIA

#### 4.3.1 Alimentos

A pegada hídrica alimentícia de um indivíduo é analisada pelas seguintes categorias: cereais, carne, vegetais, frutas, laticínios e outros (óleo vegetal, raízes, tubérculos, bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes, etc.).

Os itens alimentícios analisados com os alunos do ensino médio para determinar a quantidade de pegada hídrica foram os alimentos que compoem cereais, carnes, vegetais,



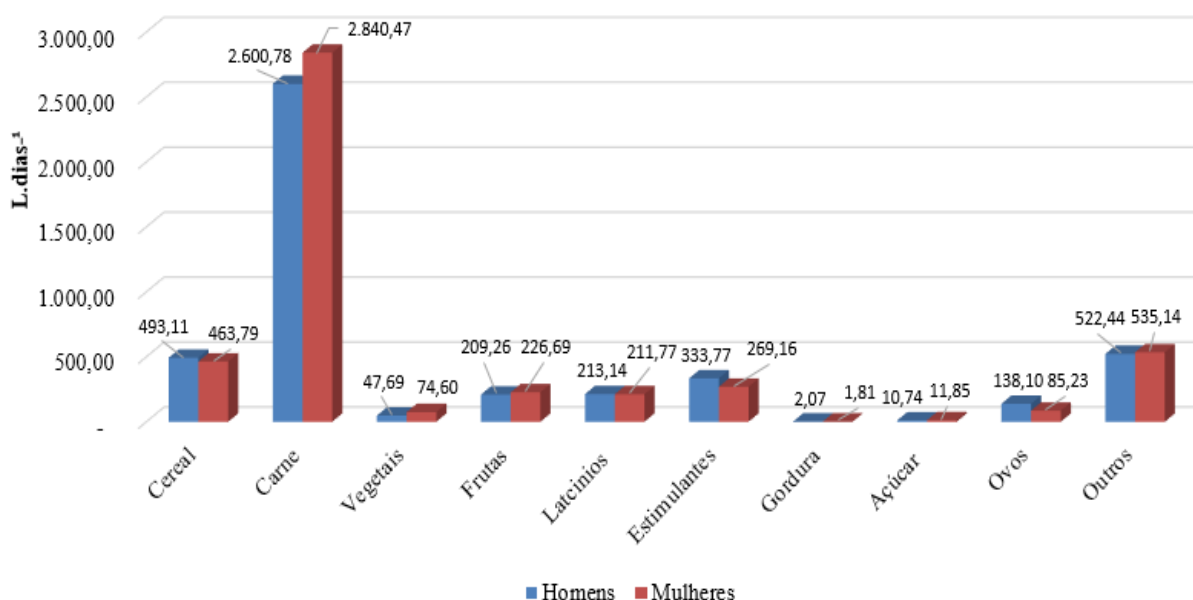
frutas, laticínios, gorduras, açúcares, ovos e outros (leite, grãos e bebidas). Pois esses são os produtos mais consumidos pelos brasileiros. O consumo de alimentos remete à quantidade de água empregada e, portanto, o tipo de dieta alimentar pode diminuir/aumentar a pegada hídrica, tornando-se mais sustentável, especificamente, com a redução do consumo de carne que é um dos maiores consumidores de água. Dessa maneira, um prato com batata e frango exige menos água do que um prato de arroz com bife bovino (HOEKSTRA; HUNG, 2005).

É possível estabelecer os pratos da região com os itens, alimentícios que mais existem naquela localidade; assim o consumo de água será bem menor (GIACOMIN; OHNUMA, 2012). Portanto a análise dos produtos alimentícios, merece destaque a diferença dos produtos naturais e industrializados, haja vista que a industrialização precisa de um maior volume de água para todo o processo da cadeia produtiva.

É possível observar no Gráfico 3 as médias da pegada hídrica dos homens e das mulheres nos itens da categoria alimento nos quais foram classificados em dez tipos de alimentos distintos em que as mulheres tiveram maior consumo em 50% dos alimentos. Já os homens obtiveram também maior porcentagem de consumo nos outros 50% dos alimentos classificados na pesquisa.

Em relação aos alimentos mais consumidos pelas mulheres destacam-se: carnes, vegetais, frutas, açúcar e outros (leite, grãos e bebidas), os índices de consumos estão descritos respectivamente a seguir: 4,42%, 14,8%, 3,1%, 4,92%, 1,2%. Vale resaltar no item vegetal que a diferença foi considerável no consumo se comparados aos demais alimentos, com porcentagem de 14,8%. Já no item outros (leite, grãos e bebidas) a diferença foi a menor, de 1,2%. No que se refere aos índices de consumo dos homens nos item cereal, laticínios, estimulantes, gorduras e ovos obtiveram os índices descritos respectivamente 3,08%, 0,4%, 10,72%, 61,84%.

**Gráfico 3** – Média da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino na categoria alimentos.



Fonte: Autoria própria (2019)

Analisando ainda os dados o Gráfico 3, pode-se constatar que a maior contribuição do consumo de água por parte dos entrevistados, tanto dos homens quanto da mulheres se refere ao item carne com 5.440 litros/dia, em seguida destaca-se o item outros (leite, grãos e bebidas) com 1.057,5 litros/dia. Os itens que apresentam o menor consumo foram gordura e açúcar verificados pelos valores 3,88 e 22,59 litros/dia, respectivamente. Tal fato pode ser explicado e relacionado à dieta balanceada mediante cardápio elaborado por nutricionista uma vez que a maioria das refeições dos alunos são feitas no ambiente escolar.

Geralmente a pegada hídrica estar ligada ao poder econômico da população, portanto as pessoas com maior poder aquisitivo consomem mais água por darem preferência aos produtos com elevados valores aumentando o valor da pegada hídrica, porém pode ser diminuído com a prática de novos hábitos alimentares. Assim sendo, a renda familiar anual também interfere na pegada hídrica, em face da água virtual acumulada nos bens e serviços, que é diretamente ligada aos hábitos de consumo da população (MARACAJÁ, 2013)

Em comparação com o trabalho de Silva *et al.* (2017), realizado na Escola Murilo Braga localizada no município de Campina Grande, PB, foi possível observar que os alunos entrevistados, tanto homem como mulher, tiveram um consumo maior no item de carne, com

um valor de 2.197,67 litros/dia e o item de menor consumo foi a gordura com 1,30 litros/dia.

Em equiparação com valores obtidos no presente trabalho foi possível observar que o consumo das categorias dos alunos da escola estadual do município de Sumé, PB, foi bem maior que os alunos da escola municipal da cidade de Campina Grande, PB, principalmente no item de maior consumo em ambas as partes que foi a carne, o valor do consumo dos alunos entrevistados no presente trabalho é 59,6% (litros/dia) se comparado aos alunos da Escola Murilo Braga. E o de menor consumo foi o item gordura que mostrou uma diferença de 66,5% (litros/dia) tal diferença pode se explicar talvez pelo número maior de alunos entrevistados na escola e, além de estudarem no período da noite fazendo apenas uma refeição no âmbito escolar diferentemente dos alunos da escola estadual deste estudo que possuem educação integral fazendo, portanto, as três principais refeições na escola.

A variação desses valores pode ter ocorrido devido ainda aos fatores de faixa etárias, níveis de escolaridades, frequência escolar como também renda bruta anual dos indivíduos.

De acordo com Silva (2012), a pegada hídrica de produtos de origem animal é bem maior comparada a pegada hídrica de um produto agrícola. Como por exemplo, a 1 kg de carne vermelha, em que é utilizada uma média de 15.500 litros de água, e que esse valor pode variar dependendo da região e do sistema de criação do animal, isto esclarece o porquê da pegada hídrica da carne ter o valor mais alto entre as categorias de alimentação.

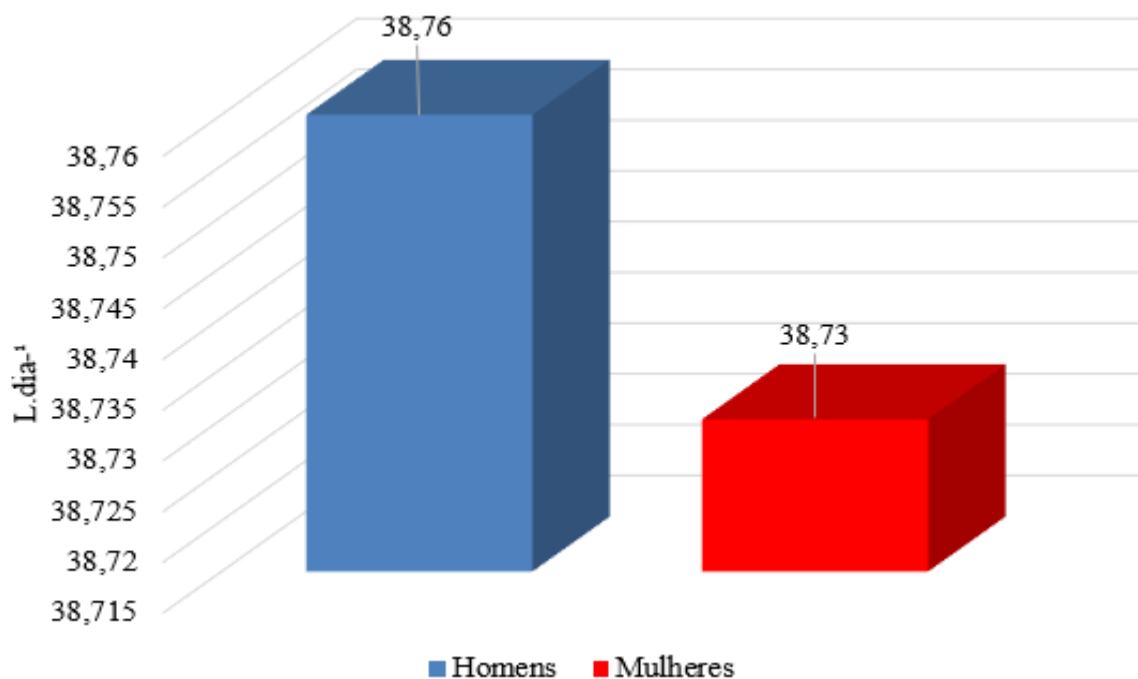
#### **4.3.2 Produtos Industrializados**

É possível observar no Gráfico 4 as médias da pegada hídrica dos homens e das mulheres nos itens da categoria industrial, o valor estimado para os homens foi de 38,76 litros/dia e o valor estimado das mulheres 38,73 litros/dia representando uma pequena diferença de 0,04%.

Nogueira (2018) ao analisar a pegada hídrica de alunos do curso de Engenharia de Biossistemas da Universidade Federal de Campina Grande para as categorias homens e mulheres, obteve valores de 27,4 litros/dias para os homens e 40,7 litros/dia para as mulheres, representa uma diferença 48,54%.

Comparando os dados com esse trabalho, pode-se notar que os alunos do curso de Engenharia de Biossistemas apresentaram uma diferença em relação a média do consumo industrial, em que as mulheres obtiveram valor maior de 1,94 se comparado os alunos da Escola Estadual do município de Sumé em estudo, já os homens obtiveram menor consumo, de 11,36 em relação ao alunos da escola estadual.

**Gráfico 4** – Médias da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, do município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino na categoria industrial.



Fonte: Autoria própria (2019)

Nogueira (2018) ao analisar a pegada hídrica de alunos do curso de Engenharia de Biossistemas da Universidade Federal de Campina Grande para as categorias homens e mulheres, obteve valores de 27,4 litros/dias para os homens e 40,7 litros/dia para as mulheres, representa uma diferença 48,54%.

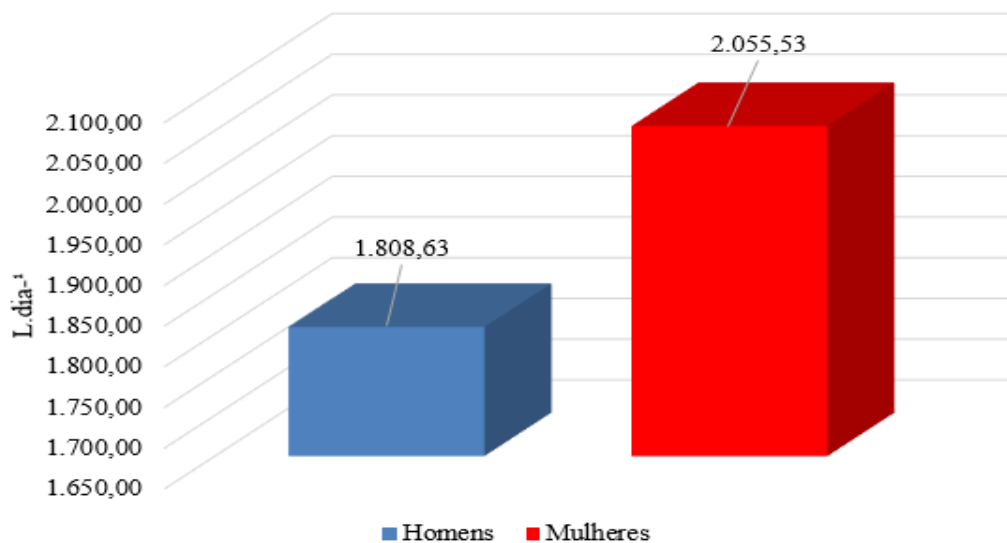
Comparando os dados com esse trabalho, pode-se notar que os alunos do curso de Engenharia de Biossistemas apresentaram uma diferença em relação à média do consumo industrial, em que as mulheres obtiveram valor maior de 1,94 se comparado os alunos da Escola Estadual do município de Sumé em estudo, já os homens obtiveram menor consumo, de 11,36 em relação ao alunos da escola estadual. Um dos fatores que contribui para a diferença com relação ao consumo industrial é a renda média anual, sendo cerca R\$ 1,500 para os alunos do curso de Engenharia de Biossistemas e cerca de R\$ 500 para os alunos da escola estadual, ou seja, a renda média dos alunos do curso de engenharia é maior do que os alunos da escola estadual. Deste modo, é possível constatar que a pegada hídrica é diretamente proporcional a renda do indivíduo, provavelmente porque possibilita maior acesso a compra de mais produtos e serviços.

### 4.3.3 Pegada Hídrica de uso Doméstico

Analisando o Gráfico 5, percebe-se que as médias de consumo da pegada hídrica dos homens e das mulheres na categoria doméstica, apresentam para os homens o valor de 1.808,63 litros/dia e o valor das mulheres 2.055,53 litros/dia representando uma diferença considerada de 6,38%. A média mundial da pegada hídrica no setor doméstico é de 344 (109 m<sup>3</sup>/ano) de acordo com dados obtidos por Hoekstra et al., (2009). Já a pegada hídrica média brasileira, relacionada à produção agrícola e industrial, bem como de abastecimento doméstico de água doce durante o período de 1996-2005, foi de 9.087 m<sup>3</sup>/ano de acordo com dados de HOEKSTRA e MEKONNEN (2012).

Observou-se o maior consumo por partes das mulheres relacionado às médias, tal fato se explica possivelmente pela frequência da participação nas tarefas doméstica que precisa de uma quantidade considerável de água para a realização das mesmas. Já Silva *et al.* (2017) em estudo desenvolvido na escola Murilo Braga em Campina Grande, PB onde avaliou a hídrica dos alunos, observou que na categoria doméstica a pegada hídrica das mulheres foi maior do que a dos homens, com uma diferença de 4%, em que a média do consumo dos homens foi de 1.216,99 litros/dia..

**Gráfico 5** – Média da pegada hídrica dos estudantes da Escola Estadual Professor José Gonçalves de Queiroz, no município de Sumé, PB, por gênero masculino e feminino na categoria doméstica.



Fonte: Autoria própria (2019)

## 5 RECOMENDAÇÕES

Considerando-se a relevância dos dados aqui expostos e tomando como base os valores calculados vê-se a necessidade de propor políticas de sustentabilidade do uso da água para reduzir o consumo e evitar a escassez de água adotando práticas sensatas. Tais como: aproveitamento da água da chuva, evitar desperdícios, a mudança de hábitos, especialmente os da alimentação o qual apresentou maior índice do valor calculado para a pegada hídrica dos alunos, no uso doméstico, onde pode ser adotadas práticas, como o reuso da água, além de usar da consciência no momento da realização das atividades domésticas, consumo de alimentos e práticas indústrias. Desse modo, é imprescindível que toda sociedade e governo façam uma reflexão acerca das várias medidas que podem ser tomadas na busca da redução dos gastos de água com a criação de políticas públicas que incentivem o uso racional desde a educação base. Pois nota-se nos resultados discutidos no presente trabalho, os alunos quando estão cursando o nível superior tem um índice de consumo menor, tal situação pode ser explicada pelos conteúdos estudados que engloba o tema em questão, o que prova a importância da adoção de projetos e metodologias abordando a sustentabilidade do uso da água desde a educação base, como forma de educar e conscientizar sobre a importância e responsabilidade de seus atos a respeito do uso desse recurso essencial a existência humana.

## 6 CONCLUSÃO

Em razão dos grandes impactos ambientais e da importância da água para a vida humana, se faz necessário que seu uso e consumo aconteçam de forma equilibrada. Este estudo mostrou que a Pegada Hídrica (PH) pode ser utilizada como indicador de impacto ambiental, podendo incentivar o uso sustentável do recurso natural mais importante do planeta, a água, e trouxe contribuições para a utilização responsável e gestão correta dos recursos hídricos. Neste sentido, observou-se o índice médio de 7.577,64 litros de água consumidos por dia, valor superior à média nacional 5.553,425 litros/dia e à média estadual 2.180,82 litros/dia.

A categoria alimentos apresentou um alto consumo em relação às outras categorias (industrial e doméstica), em especial os componentes: carne e outros (leite, grãos e bebidas), se destacando, portanto, entre os principais fatores que mais atuam na pegada hídrica.

Na categoria doméstica as mulheres apresentam o valor mais alto em porcentagem em relação aos homens entrevistados com 53,19%, tal fato se explica devido às mulheres realizarem mais atividades domésticas que os homens.

A pegada hídrica média das mulheres foi inferior à dos homens na categoria industrial e superior na categoria alimentos resultando em maior valor de média total de pegada hídrica do gênero.

Dessa forma, podemos concluir que a pegada hídrica é um dos tipos de indicador de sustentabilidade que é apropriado para avaliar a quantidade de água é consumida de um indivíduo que serve como base para criar estratégias na gestão dos recursos hídricos independente da esfera geográfica.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Água no mundo**: Situação da água no mundo. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acesso em: 8 de junho de 2019.
- ANTÔNIO, A. **Sustentabilidade, consumismo e ecologia**. 2016. Disponível em: <<https://aantonio95.jusbrasil.com.br/artigos/337051681/sustentabilidade-consumismo-e-ecologia>>. Acesso em: abr de 2019.
- ARRUDA, L.G.C. **Valorização das Pegadas ambientais: a pegada ecológica, a pegada de carbono e a pegada d'água como indicadores de consumo na perda de valor do ecossistema modificado pelo homem**. Monografia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Política Nacional de Recursos Hídricos. **Lei no 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, 1997.
- CHAPAGAIN, A. K.; ORR, S. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. **Journal of environmental management**, v. 90, n. 2, p. 1219-1228, 2009.
- CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. **Águas do Brasil: análises estratégicas**, v. 1, p. 81-91, 2010.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Caatinga 2018**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 13 de mai 2019
- ERCIN, A. ERTUG; HOEKSTRA, ARJEN Y. Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. **Environment international**, v. 64, p. 71-82, 2014.
- FENG, K.; SIU, Y. L.; GUAN, D.; HUBACEK, K. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. **Applied Geography**, v.32, p.691-701, 2011.
- GIACOMIN, G. S., OHNUMA JR, A. A. Estimativa da Pegada Hídrica de um Grupo de Alunos de uma Instituição de Ensino Superior. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p. 49-63, 2017
- GIACOMIN, GEORGE SCARPAT; JÚNIOR, ALFREDO AKIRA OHNUMA. A pegada hídrica como instrumento de conscientização ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 7, n. 7, p. 1517-1526, 2012.
- GLIECK, P. H. The Changing Water Paradigm, A Look at Twenty-First Century Water Resource Development. **Water International**, v. 25, n. 1, p. 127-138, 2000.
- GRAÇA, C. A. L. **Pegada Hídrica**: um estudo de caso de água cinzenta de um produto agrícola. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.
- HANASAKI, N.; FUJIMORI, S.; YAMAMOTO, T.; YOSHIKAWA, S.; MASAKI, Y.; HIJIOKA, Y.; KAINUMA, M.; KANAMORI, Y.; MASUI, T.; TAKAHASHI, K.; KANAE,



S. 2012. A global water scarcity assessment under shared socioeconomic pathways – Part 2: Water availability and scarcity. **Hydrol. and Earth Syst. Sci. Disc.**, 9: 13933–13994, doi:10.5194/hess-17-2393-2013.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **The water footprint assessment manual**. 1.ed. London: Water Footprint Network, p. 224, 2011.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **The water footprint manual: State of the art**. 1.ed. Enschede: Water Footprint Network, p. 127, 2009.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. **Globalization of water: sharing the Planet's freshwater resources**. 1. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 232p., 2008.

\_\_\_\_\_. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. In: **Integrated assessment of water resources and global change**. Springer, Dordrecht, 2006. p. 35-48.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALDAYA, M. M., MEKONNEN, M. M. *Water Footprint Manual: State of the Art*. **Water Footprint Network, Enschede, The Netherlands**, 2009.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 45-56, 2005.

\_\_\_\_\_. **Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade**. Value of Water Research Report Series, Netherland: UNESCO/IHE, n. 11, p. 25-47, Sept. 2002.

HOEKSTRA, Arjen Y.; MEKONNEN, Mesfin M. The water footprint of humanity. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 109, n. 9, p. 3232-3237, 2012.

HOEKSTRA, ARJEN YSBERT. Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis. **Ecological Economics**, v. 68, n. 7, p. 1963-1974, 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades 2018**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acessado em: 01 de maio de 2019.

INSA (Instituto Nacional do Semiárido). **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA. 2012.

MAIA, H. J. L.; HORA, S. C. DA; FREITAS, J. P. DE; VIEIRA, A. A. P.; FREITAS, F. E. A Pegada Hídrica e Sua Relação Com os Hábitos Domésticos, Alimentares e Consumistas dos Indivíduos. **POLÊM! CA**, v. 11, n. 4, 2012.

MARACAJÁ, K. F. B. et al., Pegada Hídrica como Indicador de Sustentabilidade Ambiental. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Campina Grande, v.2, n.2, p.113-125, 2012

MARACAJÁ, K.F.B. **Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica no Brasil**. (tese de Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E.; SILVA, V. P. R. Regionalização da Pegada Hídrica do Estado da Paraíba. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, 2014.

MARZULLO, R. C. M.; e MATAI, P.H.L.S. ; FRANCKE, I.C.M. Pegada Hídrica da água tratada: necessidade de água para a obtenção de água. **2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida de Produtos e Serviços**: Colaborando com decisões sustentáveis. Florianópolis, 2010.

PIRES, A. N.; FERREIRA, I. M. **A água no semiárido nordestino**: aspectos e desafios na gestão hídrica na Bahia. 2011. Disponível em: <<http://gege.fct.unesp.br/semanas/geografia/2011/2011-ambienteasaude/Ana%20Paula%20Novais%20Pires.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

RÊGO, T. C. C. C. **Proposta metodológica para gestão de secas: o caso da Bacia do Alto Jaguaribe**, Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 193 f. Ceará. 2008.

ROMAGUERA, M.; HOEKSTRA, A. Y.; SU, Z.; KROL, M. S.; SALAMA, M. S. Potencial of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. **Journal Remote Sensing**, v.2, p.1177-1196, 2010.

ROSEGRANT, MARK W.; RINGLER, CLAUDIA; ZHU, TINGJU. Water for agriculture: maintaining food security under growing scarcity. **Annual review of Environment and resources**, v. 34, p. 205-222, 2009.

SEIXAS, V. S. C. **Análises da Pegada Hídrica de um Conjunto de Produtos Agrícolas**. Originalmente apresentada como (Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente), perfil de Gestão e Sistemas Ambientais. Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, 2011.

SILVA, L.; BARROS, M. K. V.; BARROS, H. M. M.; MATOS, R. M.; MACHADO, S. N. A.; LIMA, V. L. A.; LIMA, A. F. A. Estudo de caso da Pegada Hídrica dos Alunos da Escola Murilo Braga em Campina Grande – Paraíba (Brasil). **Revista Espacios**, v. 38, p. 22, 2017.

SILVA, V. P. R.; ALEIXO, D. O.; DANTAS NETO, J.; MARACUJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.1, p.100–105, 2013.

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, vol. 10, núm. 4, p. 903-914, 2015.

YU, Y.; HUBACEK, K.; FENG, K. GUAN, D. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecological Economics**, v.69, p.1140-1147, 2010.

VAN OEL, P. R.; HOEKSTRA, ARJEN YSBERT. Towards quantification of the water footprint of paper: a first estimate of its consumptive component. **Water resources management**, v. 26, n. 3, p. 733-749, 2012.

VANHAM, DAVY; BIDOGLIO, Giovanni. A review on the indicator water footprint for the EU28. **Ecological indicators**, v. 26, p. 61-75, 2013.

WATER FOOTPRINT NETWORK. **Personal calculator - extended**. Disponível em: <<https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

WICHELNS, D. *Virtual Water: A Helpful Perspective but not a Sufficient Policy Criterion*. **Water Resource Management**, v. 24, p. 2203-2219, 2010.

WU, PEILIN; TAN, MINGHONG. Challenges for sustainable urbanization: a case study of water shortage and water environment changes in Shandong, China. **Procedia Environmental Sciences**, v. 13, p. 919-927, 2012.

ZHAO, XU; CHEN, BIN; YANG, Z. F. National water footprint in an input–output framework—a case study of China 2002. **Ecological Modelling**, v. 220, n. 2, p. 245-253, 2009.

**APÊNDICES**

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO (CALCULADORA DA PEGADA)

### Consumo de alimento

- Produtos de cereais (trigo, arroz, milho, etc.) ( ) kg por semana  
 Produtos de carne ( ) kg por semana  
 Os produtos lácteos ( ) kg por semana  
 Ovos ( ) número por semana

### Como você prefere comprar sua comida?

- Teor de gordura 0  
 Teor de gordura Médio  
 Teor de gordura Baixo  
 Teor de gordura Alto

### Como é o seu consumo de açúcares e doces?

- Consumo de açúcar 0  
 Consumo de açúcar médio  
 Consumo de açúcar baixo  
 Consumo de açúcar alto

- Legumes ( ) kg por semana  
 Frutas ( ) kg por semana  
 Raízes em amido (batata, mandioca) ( ) kg por semana  
 Quantas xícaras de café você toma por dia? ( ) copo por dia  
 Quantas xícaras de chá você toma por dia? ( ) copo por dia

### Uso doméstico da água

- Dentro de casa  
 Quantos banhos você toma por dia? ( ) número por dia  
 Qual é o comprimento médio de cada banho? ( ) minuto por banho  
 Seus chuveiros têm duchas padrão ou baixo fluxo? ( ) chuveiro padrão  
 ( ) chuveiro de fluxo baixo
- Quantos banhos você toma a cada semana? ( ) número por semana  
 Quantas vezes por dia você escova os dentes, fazer a barba ou lavar sua mão? ( ) número por dia  
 Você deixa a torneira aberta ao escovar os dentes e barbear? ( ) sim ( ) não  
 Quantas vezes você lava roupa em uma semana? vezes por semana
- Você tem um sanitário com descarga dupla? ( ) sim ( ). Não  
 ( ) Uso eco-higiênico
- Se você lavar a louça à mão quantos pratos são lavados a cada dia? ( ) número por dia

Quanto tempo demora a água correr durante cada lavagem? ( ) minutos por lavagem

Máquina de lavar louça, quantas vezes é usada a cada semana? ( ) vezes por semana

**Ao ar livre**

Quantas vezes por semana você lava um carro? ( ) número por semana

Quantas vezes você rega o seu jardim a cada semana? ( ) número por semana

Quanto tempo você rega seu jardim cada vez? ( ) minutos por rega

Quanto tempo você gasta lavando calçada por semana ( ) número por semana

Se você tem uma piscina qual é a sua capacidade? ( ) metro cúbico

Quantas vezes por ano você esvazia sua piscina? ( ) número por ano

**Consumo de bens industriais**

Qual é a sua renda anual bruta? (Apenas a parte da renda que é consumido por você)

\_\_\_\_\_R\$ por ano