



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

**THIAGO JOAQUIM DIAS NOGUEIRA**

**PEGADA HÍDRICAS DOS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA  
DE BIOSISTEMAS: UM ESTUDOD E CASO.**

**SUMÉ - PB  
2018**

**THIAGO JOAQUIM DIAS NOGUEIRA**

**PEGADA HÍDRICAS DOS DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA  
DE BIOSISTEMAS: UM ESTUDOD E CASO.**

**Monografia apresentada ao Curso 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.**

**Orientadora: Professora Dra. Joelma Sales dos Santos.**

**SUMÉ - PB  
2018**

N778p Nogueira, Thiago Joaquim Dias.

Pegada hídricas dos discentes do curso de Engenharia de Biosistemas : um estudo de caso. / Thiago Joaquim Dias Nogueira.  
- Sumé - PB: [s.n], 2018.

39 f. : il. Collor.

Orientadora: Professora Dra. Joelma Sales dos Santos.

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

1. Recursos hídricos. 2. Sustentabilidade. 3. Consumo de água.  
4. Pegada hídrica I. Título.

CDU: 556.18(043.1)

**THIAGO JOAQUIM DIAS NOGUEIRA**

**PEGADA HÍDRICAS DOS DISCENTES DO CURSO DE  
ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE: UM ESTUDO DE CASO.**

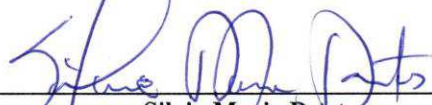
Monografia apresentada ao Curso de engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em engenharia de Biosistemas.

**BANCA EXAMINADORA:**



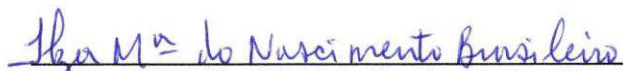
---

**Professora Dra. Joelma Sales dos Santos.**  
**Orientadora – UATEC/CDSA/UFCG**



---

**Silvia Maria Dantas**  
**Especialista e Bacharela em engenharia de Biosistemas.**  
**Examinadora Externa I**



---

**Professora Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro.**  
**Examinadora Interna I – UATEC/CDSA/UFCG**



---

**Maria Teresa Cristina Coelho do Nascimento.**  
**Mestra em engenharia Agrícola**  
**Examinadora Externa II**

Trabalho aprovado em: \_\_\_\_\_ de outubro de 2018.

**SUMÉ - PB**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois sem Ele eu não estaria e nem teria conseguido chegar até aqui.

A meus pais, Helenilda e Osmi, que são meu alicerce e fizeram de tudo para que eu chegasse até aqui, te amo muito, sempre agradecerei a Deus por ter os melhores pais do mundo.

A minha maninha, Ana Luiza, obrigado por ter acreditado em mim, te amo muito.

Ao meu primo advogado Giovanni Paulino e sua família, que me ajudaram durante esses anos de graduação.

A Arthur, obrigado pela paciência durante esses anos, pela sua ajuda nas horas que mais precisei e de permanecer ao meu lado.

Agradeço a Deus por ter colocado uma das melhores professoras do CDSA para me orientar, a Prof<sup>a</sup>. Dra. Joelma Sales dos Santos, o meu muito obrigado pelas suas orientações, ensinamentos, disposição e incentivo.

Aos meus amigos, Maria Rita e toda sua família que eu amo, a Silvia minha amiga e irmã de coração, obrigada pelos os anos que moramos juntos e a quem me deu a honra de fazer parte da banca de examinadores, a Luana a quem também tenho como uma irmã, obrigado pelos anos de convivência e obrigado pela sua grande ajuda no TCC, a minha grande amiga Nayara que também me ajudou bastante no meu TCC, serei sempre grato a você, a Gizele pelo anos que moramos juntos e aos demais amigos Euclides, Rita, Jaque, Kikea, Gaby, Sostenes, Renata, Suzana, Katia, Marilene (minha Rainha), Italo, aos primos, tias (os), que estiveram comigo durante esses anos.

A UFCG – CDSA, pela oportunidade de realização deste curso e aos professores da UATEC pelos ensinamentos.

A vocês o meu MUITO obrigado, serei sempre grato a todos.

## RESUMO

O objetivo desse estudo é avaliar a pegada hídrica dos discentes do curso de Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal de Campina Grande no município de Sumé, PB localizado no semiárido paraibano. A metodologia utilizada para a determinação da pegada hídrica foi a ferramenta de cálculo matemático proposta por Hoekstra, et. al (2011), disponível no site da Water Footprint Network, a partir de questionários individuais aplicados a 98 alunos. Os resultados indicaram que a soma da Pegada Hídrica total dos alunos foi de 1.715.010,20 litros de água consumidos por ano, com uma média de 4.689,66 litros/dia, valor inferior a média brasileira que é de 5.553,425 litros/dia, e superior à média do estado da Paraíba que é de 2.180,82 litros/dia. Conclui-se que embora resulte em um valor favorável abaixo da média nacional é necessário que se pense de forma sustentável para que esse valor seja reduzido de modo que se busquem ações para que se baixe ainda mais esse valor, uma vez que o grupo de alunos vive em uma das regiões que mais sofrem com problemas de escassez de água do Brasil.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos. Sustentabilidade. Consumo de água.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the water footprint of the students of the Biosystems Engineering course of the Federal University of Campina Grande in the city of Sumé, PB located in the semiarid region of Paraíba. The methodology used to determine the water footprint was the mathematical calculation tool proposed by Hoekstra et al. (2005) available on the Water Footprint Network website, from individual questionnaires applied to 98 students. The results indicated that the sum of the total water footprint of the students was 1,715,010.20 liters of water consumed per year, with an average of 4,689.66 liters/day, lower than the Brazilian average of 5,553.425 liters/day, and higher than the average of the state of Paraíba that is of 2,180.82 liters/day. It is concluded that although it results in a favorable value below the national average, it is necessary to think sustainably so that this value is reduced so that actions are sought so that this value is lowered even further, since the group of students lives in one of the regions that most suffer from water scarcity problems in Brazil.

**Keywords:** Water resources. Sustainability. Water consumption.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1 RECURSOS HÍDRICOS .....	11
<b>2.1.1 Demanda hídrica e semiárido.....</b>	<b>12</b>
2.2 PEGADA HÍDRICA .....	13
<b>2.2.1 Pegada Hídrica Verde .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 Pegada Hídrica Azul.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.3 Pegada Hídrica Cinza.....</b>	<b>15</b>
2.3 PEGADA HÍDRICA DE UM INDIVÍDUO OU DE UM GRUPO DE INDIVÍDUOS	16
2.4 SUSTENTABILIDADE .....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	20
3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA DOS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
4.1 PEGADA HÍDRICA DO CURSO DE ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE.....	23
4.2 PEGA HÍDRICA MASCULINA E FEMININA .....	24
4.3 PEGADA HÍDRICA POR CATEGORIA .....	26
<b>4.3.1 Alimentos .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.2 Pegada hídrica dos produtos industrializados .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.3 Pegada hídrica de uso doméstico .....</b>	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>38</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que a população mundial em 2050 chegará a 9,7 bilhões de pessoas, onde, a maior preocupação será a quantidade de água que será ofertada (ONU, 2013). A água é um dos recursos naturais mais abundantes no mundo e uma fonte necessária para que haja vida na terra, porém, nos últimos séculos este recurso está se tornando gradativamente mais escasso, onde o principal fator é o aumento da população, poluição das águas dos rios e lagos, como também as alterações provocadas pelo homem ao ciclo hidrológico e as mudanças climáticas (CARVALHO; BERENGER, 2016).

De acordo com Mekonnen et al., (2015), ultimamente o questionamento sobre a gestão e a utilização da água doce, vem sendo tratada em uma escala nacional ou local, na estratégia de elaborar o plano nacional de recursos hídricos, uma vez que os governos visam somente formas de abastecimento de água para sua população, para satisfazer suas necessidades de água.

Diante dessa situação, percebe-se que a minimização dos recursos naturais está associada ou ao uso excessivo dos bens de consumo onde se torna gradativamente perante o crescimento populacional ou ao uso desordenado da água pelas atividades antropicas (MARACAJÁ et al., 2012).

Perante esta situação Hoekstra e Hung (2002) sugeriu um novo tipo de indicador relacionado ao consumo da água, que de acordo com Hoekstra et al., 2011, é função principal deste indicativo calcular a quantidade de água consumida nos bens e serviços pelos habitantes de um país, essa definição foi baseada nas informações da água virtual, onde determina a real quantidade de água que é necessária para satisfazer e sustentar a sociedade.

Considerada um indicador de sustentabilidade a pegada hídrica estima o consumo de água doce que inclui o uso direto e indireto por um consumidor ou produtor. Estima a água necessária ( $m^3$ /ano) para manter um indivíduo, comunidade ou empresa, bem como para produzir bens e serviços, procurando mostrar as relações implícitas entre o consumo humano e o uso da água e ainda entre o comércio global e a gestão dos recursos hídricos (HOESKSTRA, 2008).

A pegada hídrica é uma ferramenta que ajuda na gestão da água onde por meios de cálculos que serve para quantificar o consumo da água, de acordo com Maia et al., (2012); Hoekstra & Chapagain (2008), a definição de Pegada Hídrica, mostra como os recursos hídricos vem sendo manipulado e qual a conexão que existe entre um indivíduo no seu uso

direto e indireto com a água, visualizando também o consumo da água que existe por trás dos produtos onde ajuda no auxílio do entendimento do caráter global da água doce e ajuda na qualificação dos efeitos do uso dos recursos hídricos. De acordo com WWF (2010), a pegada hídrica foi desenvolvida no pensamento de otimizar a gestão dos recursos hídricos, com o objetivo de indicar o uso da água doce com base no seu uso direto e indireto. Em concordância Hoekstra e Chapagain (2008), afirmam que a pegada hídrica pode ser calculada para qualquer pessoa ou grupo de consumidores, e está será expressa em termos de volume de água doce consumida por ano.

A pegada hídrica é principalmente utilizada no consumo dos recursos hídricos onde corresponde a quantidade total de água em que foi empregado em uma produção de um bem ou serviço, assim como no consumo direto e indireto em um processo de produção. A pegada hídrica opera como um indicador bem mais completo que a ideia tradicional e registro de captação da água (CARVALHO, BERENGER, 2016).

De acordo com Hoekstra; Chapagain, (2011), os estudos da pegada hídrica têm diversos objetivos, em que podem ser empregados em diferentes ambientes, onde cada um deles exige uma análise específica em que mostrará várias alternativas em relação as hipóteses utilizadas.

Ainda de acordo com Hoekstra; Chapagain, (2011) a pegada hídrica ajuda a entender a ligação entre o quanto as pessoas consomem 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.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a pegada hídrica de estudantes do curso de Engenharia de Biossistemas da Universidade Federal de Campina Grande no município de Sumé localizado no semiárido paraibano.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), o Brasil dispõe de, aproximadamente, 12% de água doce do planeta, porém a divisão deste recurso não é proporcional dentro do país. Como por exemplo, a região norte dispõe aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, onde corresponde a 5% da população brasileira, nas regiões próximas ao oceano atlântico dispõem de 3% de água doce, porém, é a região onde vive mais de 45% da população.

No entanto, de acordo com Maia et al, (2012), o rápido crescimento da população e conseqüentemente o aumento das atividades humana, a água doce vem sendo utilizada de forma inadequada sem a conscientização do que está ocasionando a escassez do recurso. Portanto, devemos agir de forma sustentável, para que futuramente não venha acontecer situações de desabastecimento.

A água é um dos recursos naturais fundamentais e de extrema importância para a vida humana, onde sua escassez gerada pelo mau uso pode ocasionar graves danos na terra. Este recurso é essencial para o desenvolvimento, utilizada para irrigação agrícola, uso doméstico, industrial e principalmente na economia (GRAÇA, 2011).

Por ser um dos recursos renováveis, ao decorrer dos últimos anos a água está se tornando um recurso limitado, e com o intuito de inibir o uso desordenado vem sendo criadas leis a fim de regularizar de forma adequada seus usos (MARACAJÁ et al, 2014).

De acordo com a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Ainda segundo a lei de Recursos Hídricos, 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; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso

inadequado dos recursos naturais; incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

O Art. 7º da Lei 9433 mostra que os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo como, diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

### **2.1.1 Demanda hídrica e semiárido**

A região semiárida é definida pelo clima árido, quente e seco, tal como carência hídrica e imprevisíveis precipitações, com concentração no outono e principalmente no verão, onde, tem como outra colaboração a linha do equador, na qual, as latitudes baixas proporcionam altas temperaturas, em isolações durante altas horas por ano (PIRES, FERREIRA, 2011).

De acordo com Cirilo et al, (2010), o clima da região semiárido 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.

De acordo com informações do Instituto Nacional do Semiárido (2012), 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.

A razão da escassez de água no Nordeste é originada do baixo índice de chuva e pluviosidade baixa, e outra razão é a estrutura geológica em que não possibilita a acumulação

água no solo de forma satisfatória, interferindo principalmente na quantidade do volume de água nos corpos de água (HOEKSTRA, 2009).

Como na agricultura, o uso da irrigação 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 a 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), vários países áridos e semiáridos, a administração dos recursos hídricos vem sendo tratado por vários especialistas, 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.

## 2.2 PEGADA HÍDRICA

Nos últimos anos a sustentabilidade vem sendo um dos assuntos mais abordados e discutidos no mundo, principalmente quando se leva em consideração a água, por ser um dos recursos naturais mais importantes para vida na terra, no entanto, com o grande crescimento populacional, a água está cada vez mais escassa em decorrência da falta de conscientização e o mau uso deste recurso (COSTA, 2014).

É importante mencionar que dos 12% de água doce do Brasil, grande parte está direcionada ao uso agrícola e outra parte para o consumo humano, no entanto, muitos dos mananciais vêm sendo poluído por ações antrópica, alterando consequentemente a qualidade da água e principalmente afetando a saúde humana (MARACAJÁ et al, 2014).

Com base em estudo direcionado a utilização da água, surgiu um novo conceito de medida para sustentabilidade ambiental, chamada de pegada hídrica (PH), na qual ajuda, por

meios de cálculos, a determinar a quantidade de água que é consumida em uma produção de bens e serviços (GRAÇA, 2011).

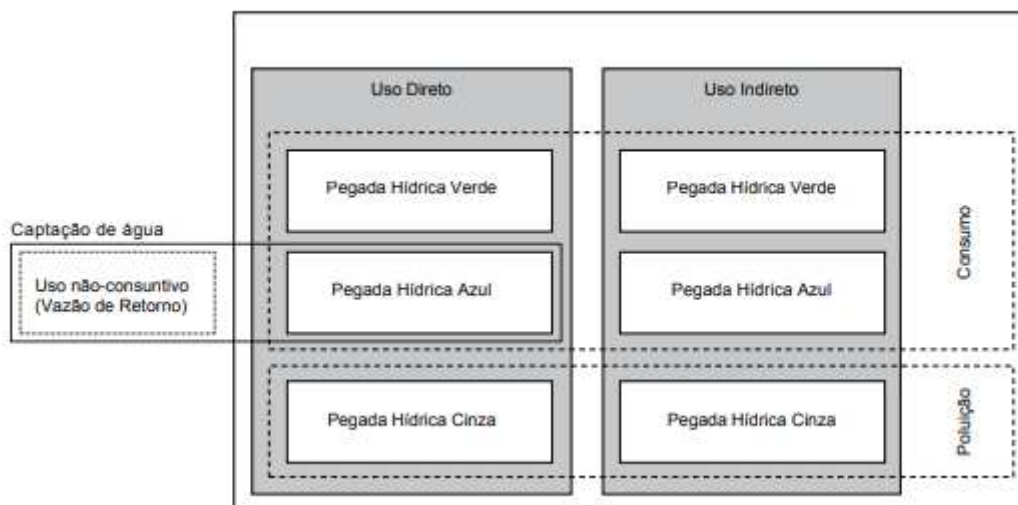
De acordo com (WWF, 2011), a pegada hídrica foi desenvolvida no pensamento de otimizar a gestão dos recursos hídricos, com o objetivo de indicar o uso da água doce com base no seu uso direto e indireto. Em concordância Hoekstra e Chapagain, 2008, a PH pode ser calculada para qualquer pessoa ou grupo de consumidores e é expressa em termos de volume de água doce consumida por ano.

Criada pelo professor Arjen Hoekstra da UNESCO-IHE em 2002, a PH mostra o volume total de água doce que é aplicado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou comunidade como finalidade de administrar com conscientização o consumo da água, seja ele com uso direto, por exemplo, banho, lavar, cozinhar, beber, etc.. Ou indiretamente como por exemplo nas fabricações de roupas, veículos, etc... (HOEKSTRA E CHAPAGAIN, 2008).

Para avaliação de uma 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 hídrica (GRAÇA, 2011).

Para o conceito de pegada hídrica é importante informar que existem 3 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, 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 escoar, a água é armazenada no solo ou se represa temporariamente na vegetação ou no solo, 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).

### **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 refere-se a evaporação da chuva, a incorporação da água no produto, 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).

### **2.2.3 Pegada Hídrica Cinza**

A pegada hídrica cinza é representada pelo grau de poluição da água doce, onde, é determinado pelo o volume de água em que preciso absorver a quantidade de poluentes de acordo com a concentração de condições naturais e nos padrões ambientais existentes. A pegada hídrica cinza é indicada pelo volume de água que é preciso para assimilar a carga dos poluentes, de acordo com as condições e concentração das condições naturais e padrões ambientais (HOEKSTRA et al., 2011).

Para avaliação de uma 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 hídrica (GRAÇA, 2011).

### 2.3 PEGADA HÍDRICA DE UM INDIVÍDUO OU DE UM GRUPO DE INDIVÍDUOS

O uso da água está associado ao estilo de vida de cada indivíduo, repensar nos costumes e ações, para que os desperdícios sejam minimizados, pode contribuir na redução da falta de água, e uma das escolhas para uma forma de vida sustentável e reduzir esse problema é optar pela alimentação mais saudável (MAIA et al., 2012).

Atualmente a utilização da água está insustentável, devido ao grande crescimento da população, os movimentos migratórios, rápido crescimento populacional, urbanização, industrialização e o elevado nível de consumo e produção, contribuindo assim para poluição da água, onde, compromete o ecossistema e reduz a qualidade do recurso (UNWATER, 2015).

Diante disto, podem-se fazer cálculos para determinar a pegada hídrica de um indivíduo, verificando o padrão de uso de produtos e seu estilo de vida, através de questionários sobre hábitos alimentares, domésticos e o consumo direto da água em diversas atividades domésticas (MAIA et al., 2012).

Determina-se como a pegada da água de um indivíduo, de uma indústria ou de um país como sendo o volume total de água que é utilizado para produzir os bens e serviços consumidos. Esse uso de água é quantificado em termos dos volumes de água consumidos (evaporados) e/ou contaminados por unidade de tempo e ainda pode igualmente ser considerado um indicador geofigura uma vez que não se refere apenas a volumes de água consumidos e/ou poluídos, mas também à sua localização espacial (HOEKSTRA e HUNG, 2002).

O padrão de vida que cada indivíduo ostenta, está diretamente relacionado a quantidade de água consumida nas diversas atividades, assim Maia et al, (2012) completam que evitar o desperdício e reavaliar as próprias ações e costumes pode minimizar o conjunto de problemas relativos à falta e uso d'água. Fazer a opção por uma alimentação mais saudável e um estilo de vida mais sustentável pode ser uma alternativa para minimizar a problemática relacionada ao consumo.

A pegada hídrica de um indivíduo ou de um grupo de indivíduo é baseada em três categorias: verde, azul e cinza, cada cor significa diferentes uso da água. Sendo a verde referente a águas de chuvas que escoam ou se armazenam nos lençóis freáticos, as que são armazenadas no solo ou se encontra por algum tempo na parte superior da vegetação e consumida no processo de produção. A pegada hídrica azul se referente a quantidade de água que é captada de fontes superficiais, durante sua cadeia, já a cinza se referente a quantidade de



água que é preciso para dissolver os poluentes nos processos produtivos (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2008)

Para minimizar a PH de um indivíduo ou de um grupo de indivíduo, precisa-se de atitudes em que minimizem ou equilibrem a pegada hídrica como: reformulação das dietas alimentares, pesquisando produtos que consumam água durante a cadeia produtiva, onde supram as necessidades nutricionais, repensar os costumes de consumo, procurando sempre serviços e produtos que causem menor dano ambiental, em projetos de paisagismo e jardinagem escolher plantas nativas, implantar o uso da reutilização da água em atividades domésticas, se envolver em comissões locais no que se refere a gestão da água, com o intuito de introduzir estratégias para a proteção do recursos hídricos e do meio ambiente (MAIA et al., 2012).

Entretanto, um indivíduo que tenha conhecimento da World Wildlife Fund/WWF, por exemplo, poderá aderi uma dieta vegetariana, sendo assim o indivíduo terá uma PH de 30% menor que de um indivíduo que não é vegetariano. No Brasil, o indivíduo tem aproximadamente 5% de sua pegada na sua própria residência, no uso de água no banheiro e cozinha, e 95% é referente a compras no supermercado, em particular com produtos de origens agrícolas (WWF, 2010).

## 2.4 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que se garanta no futuro (ANTÔNIO, 2016). O pilar social trata de ações que buscam melhorar a qualidade de vida da população, diminuindo a desigualdade social, ampliando direitos e garantindo o acesso a serviços básicos como saúde e educação. É preciso que as pessoas que habitam o local tenham uma vida satisfatória, com boas condições de trabalho, saúde, educação, alimentação e saneamento (FRAGMAQ, 2018).

O consumo é necessário para a vida humana, entretanto, faz surgir oportunidades da quantidade de possibilidade para entender as necessidades de cada pessoa na habitação, alimentação e o próprio desenvolvimento, porém, precisa-se fazer uma análise constante do quanto o planeta suporta em sua capacidade, em compensação, ao consumo contemporâneo (COSTA, 2018).

A sustentabilidade de uma pegada hídrica depende inteiramente de fatores locais, como as características hídricas da região. Por exemplo, uma PH grande se torna sustentável em áreas ricas em água, enquanto uma PH 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 e sim que uma PH 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 na disponibilidade de água (VAN OEL e HOEKSTRA, 2012).

O cuidado com o equilíbrio da sustentabilidade ambiental e socioeconômica procura não somente a compreensão dos fluxos econômicos assim como o conhecimento da quantidade da capacidade biológica é preciso para ingerir os impactos ambientais causado pelo homem (MARACAJÁ et al.,2012).

O título dado ao consumo sustentável possui um sentido de prevenção, em que assegura a garantia de consumo, porém, com alterações importantes nos padrões, com objetivo de reduzir os impactos ambientais e de descartes do consumo excessivo dos recursos naturais (SILVA, 2013).

Para Bezerra; Bursztyn, 2000, o desenvolvimento sustentável é um processo de conhecimento social que dura muito tempo, visto que é orientado por políticas públicas direcionado por planos de desenvolvimento nacional. Já Canepa, (2007), afirma que o desenvolvimento sustentável é caracterizado não como um estado fixo de harmonia, e sim um método de mudanças, em que concilia a exploração de recursos, a administração do investimento tecnológico e as modificações institucionais com o presente e futuro.

De acordo com Jacobi (2003), o desenvolvimento sustentável só pode ser compreendido como um processo em que de um lado as limitações relevantes estão associadas a explorações dos recursos, ao interesse do marco industrial e do desenvolvimento tecnológico. Do outro, o crescimento tem que destacar os aspectos qualitativos, especificamente o que está relacionado com a equidade, a utilização dos recursos, em particular a geração de resíduos, contaminantes e a energia, e também dá destaque ao desenvolvimento onde deve-se fixar na superação das deficiências sociais, necessidades básicas e nas modificações de padrões de consumo, essencialmente nos países desenvolvidos, para manter permanecer e aumentar os recursos base, acima de tudo os agrícolas, bióticos, água, ar, minerais e energéticos.

Segundo Nascimento, 2012, o meio ambiente, atividades econômicas e o bem-estar da sociedade formam um tripé, onde se apoia a ideia de desenvolvimento sustentável. Já Crespo,

2000, afirma que as sociedades sustentáveis lutam contra o desperdício, em que levam em consideração o processo coletivo e o bem comum sem infringir os direitos individuais dos seus membros.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), Campus Sumé – PB. Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 7° 40' 13" latitude sul, 36° 52' 58" longitude oeste, área de 864 km<sup>2</sup>, população de 16.872 habitantes, com localização na microrregião dos cariri velhos, com altitude média de 533 m.

Sumé encontra-se localizado na região do cariri paraibano, Figura 2, onde o clima é do tipo BSh (clima semiárido, quente e seco), segundo a classificação de Koopen, com precipitação pluviométrica média anual de 750 mm 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 2b subdesertico quente com tendência tropical, com o solo e subsolo de baixa permeabilidade, com uma formação geológica de complexo gnáissico, rochas vulcânicas, granitos, minigmaticos (EMBRAPA, 2018).

Mapa 1 - Mapa localização do município de Sumé, PB



Fonte: Google Earth 2016.

O CDSA possui 7 cursos de graduação (Superior de Tecnologia em Agroecologia, Engenharia de Biossistemas, Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, Engenharia de Produção, Gestão Pública, Ciências Sociais e Licenciatura em Educação do Campo) formados por estudantes de várias partes do Brasil, sendo na sua maioria da região Nordeste. Além de quatro pós-graduações, sendo um mestrado e três especializações (Mestrado Interinstitucional em Farmacoquímica, Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática para a Convivência com o Semiárido, Especialização em Gestão das Políticas Públicas e Especialização em Educação de Jovens e Adultos). Para a realização dessa pesquisa o curso escolhido para determinação da Pegada Hídrica foi o de Engenharia de Biossistemas que possui 113 discentes ativos.

A maior parte dos estudantes do curso é oriunda de outras cidades que dividem apartamento e uma grande quantidade mora na residência universitária que fica localizada nas dependências do Campus.

### 3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES PARA CÁLCULO DA PEGADA HÍDRICA DOS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA DE BIOCISTEMAS

Para determinar e avaliar a Pegada Hídrica do curso de Engenharia de Biossistemas da Universidade Federal de Campina Grande foram entrevistados 98 estudantes de ambos os sexos, em proporção igual. A escolha dos entrevistados foi aleatória com o objetivo de mesclar com alunos de todos os semestres e das mais variadas faixas etárias.

Antes de serem aplicados os questionários com as informações, os entrevistados receberam esclarecimentos sobre o que se tratava e qual seria a finalidade dos dados obtidos dos alunos. Os entrevistados responderam a questionários adaptados do formulário da “calculadora de Pegada Hídrica” disponível no site: <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personal-calculator-extended/> (HOEKSTRA E CHAPAGAIN, 2008).

As informações necessárias incluem questões sobre o consumo e quantidade de alimentos, uso doméstico da água e consumo de produtos industrializados. Para facilitar os cálculos da Pegada Hídrica, os dados obtidos, dos questionários aplicados aos estudantes foram calculados em planilha do Microsoft Excel, além do cálculo da PH também foram geradas figuras para comparação dos resultados.

A metodologia proposta por Hoekstra e Chapagain (2008), 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 PH associados ao seu processo produtivo, possibilitando que estes sejam ponderados na composição da PH dos indivíduos.

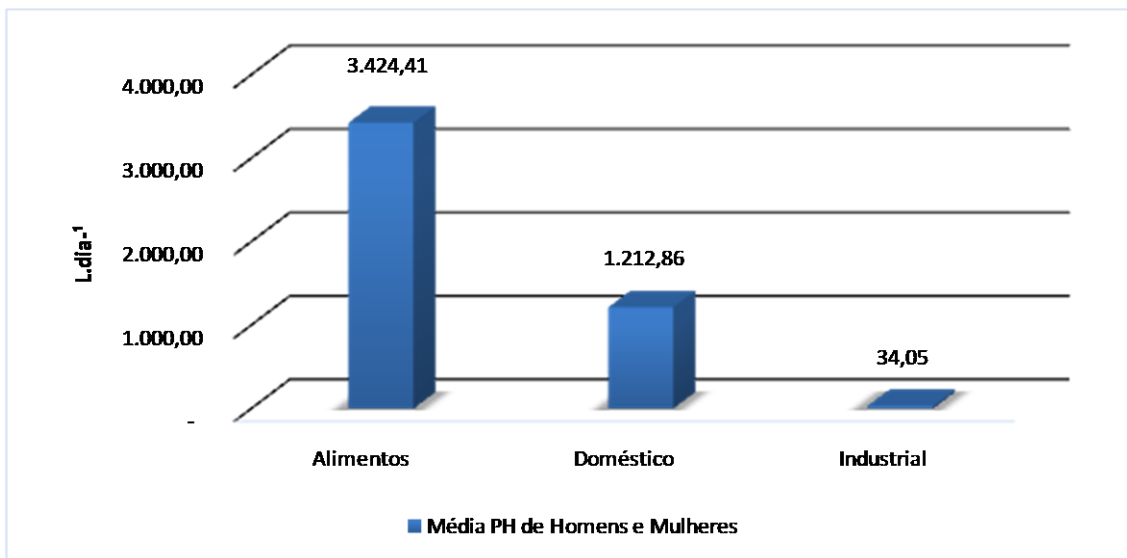
Também são questionados os hábitos de uso direto, que incluem o uso doméstico em geral com higiene pessoal e limpeza da casa e de bens. Por fim, no cálculo da Pegada hídrica também é levado em consideração a renda anual de cada entrevistado como inferência do potencial de acesso a bens industrializados. As respostas foram inseridas na calculadora *online* para a obtenção dos valores da pegada hídrica de cada indivíduo do curso de Engenharia de Biosistemas 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 DO CURSO DE ENGENHARIA DE BIOCISTEMAS

Os dados obtidos a partir dos questionários aplicados a 98 discentes do curso de Engenharia de Biossistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido localizado no município de Sumé, PB onde foram 50% do sexo feminino e 50% do sexo masculino. Verifica-se, Gráfico 1, que o cálculo da pegada hídrica total é separado por três categorias distintas, que são: dos alimentos (cereais, carnes, vegetais, frutas, laticínios, estimulantes, gordura, açúcar e ovos), do consumo doméstico (higiene pessoal, limpeza da casa e automóvel) e industrial que é calculado com base na renda média anual dos indivíduos. A renda média anual dos alunos em questão é de 1.500 R\$, sendo que para o cálculo o valor convertido para dólar, sendo esse 3,72 \$.

**Gráfico 1** - Média da Pegada Hídrica total das categorias alimento, doméstico e industrial dos alunos do Curso de Engenharia de Biossistemas



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

De acordo com o Gráfico 1, pode-se constatar que soma da Pegada Hídrica total dos alunos foi de 1.715.010,20 litros de água consumidos por ano, levando em consideração as três categorias, com uma média de 4.689,66 litros/dia, onde se mostra inferior à média brasileira que é de 5.553,425 litros/dia e superior à média do estado da Paraíba que é de

2.180,82 litros/dia. Seixas (2011), diz que a média global da pegada hídrica é de aproximadamente  $1.385\text{m}^3/\text{ano}$  per capita 3.794,52 litros/ano, esse valor pode variar substancialmente de país para país.

Provavelmente em virtude de ser um município do semiárido brasileiro que sofre desabastecimento em algumas épocas do ano, sendo assim as pessoas têm aprendido a conviver com tal realidade diminuindo o uso efetivo de água. Outro fator é o fato de boa parte dos entrevistados morarem na residência universitária e muitas das atividades serem realizadas de forma conjunta.

Verificou-se que o consumo com alimentos foi o maior 3.424,41 seguido pelo uso doméstico 1.212,86 e na indústria 34,5. No trabalho de Moreira e Barros (2015), que também estudou a pegada hídrica de alunos, professores e os funcionários da Escola Antônio Landim de Macedo em Aurora, CE, observaram que o consumo gasto de água pelo os alunos com alimentos, uso doméstico e na indústria é de 3.375,34, 1.449,31 e 2,73 litros por dia respectivamente. E em relação ao volume gasto por todos os alunos é de 4.827,30 litros por dia. Comparando, os dados de Moreira e Barros (2015), com os dados deste trabalho, observa-se um aumento de 1,45% no consumo dos alimentos, no doméstico foi mais de 100% e uma redução de 19,4% no industrial.

O valor da PH aumenta de acordo com a renda anual em que se torna proporcional os costumes de consumo da população, onde podemos ver que a renda anual dos alunos universitários é maior que as dos alunos da Escola do estado do CE, mostrando que as categorias que teve maiores contribuição foi nos costumes alimentares e no industrial.

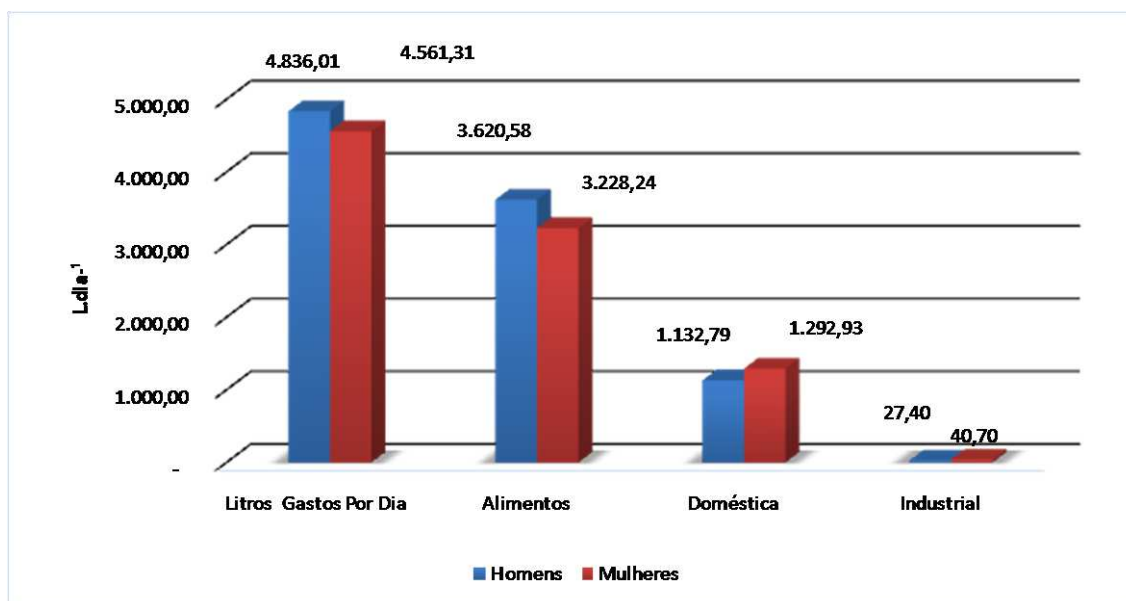
#### 4.2 PEGA HÍDRICA MASCULINA E FEMININA

No Gráfico 2 pode ser visto a Pegada Hídrica dos discentes do curso de Engenharia de Biosistemas dividida em homens e mulheres, em que, comparando os valores obtidos, observou-se uma diferença de 6,02% entre as médias de PH, em que 4.836,01 litros/dia para os homens e 4.561,31 litros/dia para as mulheres. A PH do sexo masculino no Brasil foi sempre superior à do sexo feminino em todas as classes e grupos de consumidores.

Constatou-se que a contribuição dos homens na categoria de alimentos foi maior que das mulheres com 12,15%, já no consumo doméstico e industrial observou-se uma diminuição de 14,14% e 48,54%, respectivamente.



**Gráfico 2** – Média da Pegada Hídrica de homens e mulheres do curso de Engenharia de Biosistemas



Fonte: construído com os dados da pesquisa.

O resultado seguiu a mesma tendência observada por Campos et al. (2017), que também realizaram um estudo de pegada hídrica com alunos universitários da Cidade de Grajaú, Maranhão, mediante os valores obtidos no trabalho foi observado uma média de pegada hídrica de 4.340,49 litros/dia, com diferença de PH de 17,6% entre homens e mulheres, em que, os homens apresentaram maior consumo na categoria dos alimentos com 84% e no consumo doméstico de 13%, e as mulheres observou-se 70% na categoria dos alimentos e 27% no consumo doméstico e valor igual para a categoria industrial que foi de 3%.

Na categoria industrial a PH para as mulheres foi de 45,54% litros/dia maior, entretanto, na categoria dos alimentos houve uma diminuição de 71,85% litros/dia. Um dos fatores que podem ajudar a entender esses valores são as diferenças de renda anual, a localidade das regiões e moradia, em que muitos dos alunos residem em residências universitárias com alimentação diferenciada.

De acordo com Maracajá et al., (2014), a renda tem ligação direta com o valor da pegada hídrica, pois proporciona oportunidade de aquisição a itens com maior quantidade de água, como por exemplo, os alimentos que são processados industrialmente em que dispõe de maior pegada hídrica, outro fator é a mudança nos costumes de alimentação e uso doméstico.

## 4.3 PEGADA HÍDRICA POR CATEGORIA

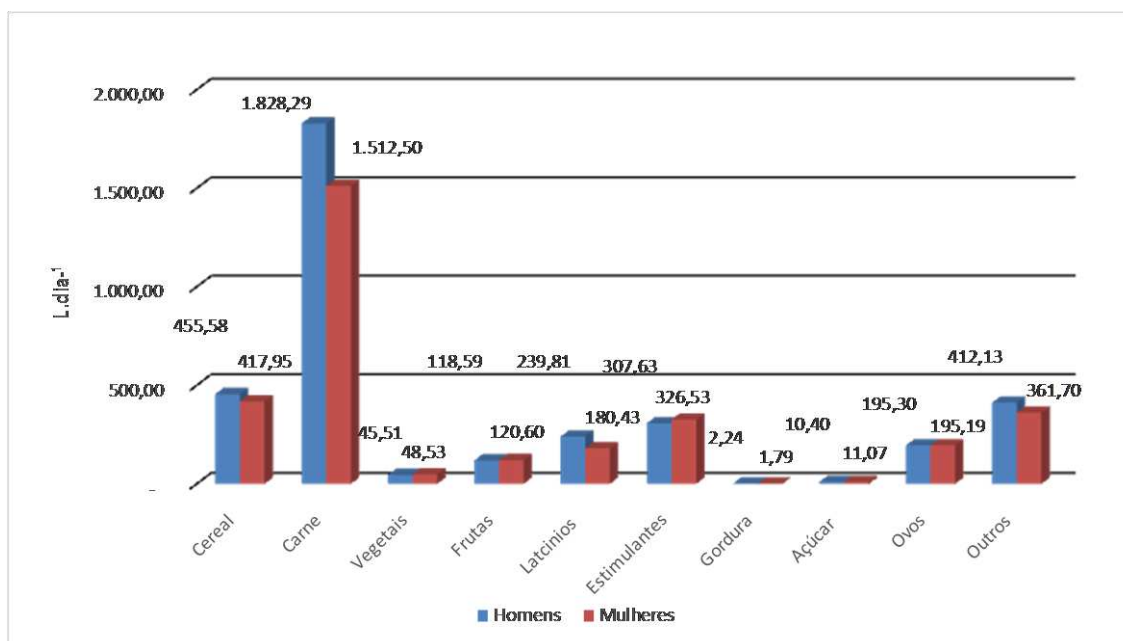
### 4.3.1 Alimentos

A análise da PH de um consumidor é composta pelas seguintes categorias alimentícias como: cereais, carne, vegetais, frutas, laticínios e outros (óleo vegetal, raízes, tubérculos, bulbo, açúcar e adoçantes, leguminosas, gorduras animais, estimulantes, etc.).

O consumo de alimentos remete à quantidade de água empregada durante sua cadeia, que inclui a preparação, e, portanto, o tipo de dieta alimentar pode diminuir e/ou aumentar o valor da pegada hídrica, tornando-se mais sustentável, especificamente, com a redução do consumo de carne que é um dos itens de maior consumo de água. Assim, um prato com batata e frango exige menos água do que um prato de arroz com bife bovino (HOEKSTRA e HUNG, 2005).

No Gráfico 3 é possível observar as médias da pegada hídrica dos homens e das mulheres nos itens da categoria alimento (cereal, carne, vegetais, frutas, estimulantes, laticínios, gordura, açúcar, ovos e outros), onde, observou-se que os homens tiveram uma diferença significativa nos itens, cereal, carne, laticínios, gordura e outros com 9,02%, 20,88%, 32,91%, 25,14% e 13,94%, respectivamente, porém no item ovos a diferença foi bastante pequena com 0,06% em relação ao das mulheres. Foi observado também que as médias em que as mulheres tiveram aumento, não mostrou muita diferença quando comparado com os homens, onde nos itens vegetais teve uma variação de 6,64%; para frutas de 1,69%, para estimulantes de 6,14% e açúcar de 6,44%.

**Gráfico 3** – Média da Pegada Hídrica de homens e mulheres do curso de Engenharia de Biosistemas dos itens da categoria alimentos



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

Analisando o Gráfico 3, pode-se constatar que a maior contribuição do consumo de água dos homens se refere ao item carne com 1.828,29 litros de água/dia, em seguida vem cereal com 455,28 litros de água/dia. O item menos consumido foram gordura e açúcar verificado pelos valores de 2,24 e 10,40 litros de água/dia, respectivamente. Os valores calculados representam uma diferença de 20,88% no item carne, em seguida vem o item dos cereais com 9,02%, e o que apresentou a menor diferença foi no item ovos com 0,06%. Os vegetais se destacam por possuir PH bastante reduzida em relação às carnes. Tal fato pode estar relacionado a dieta balanceada adotada pela maioria dos alunos uma vez que suas refeições são feitas no restaurante universitário.

De acordo com Maracajá et al., (2014), geralmente a população com grande poder econômico consome mais água, de preferência os produtos com elevado valores de PH. No estado da Paraíba a Pegada Hídrica dos homens é de 8,6%, bem acima da PH das mulheres, essa diferença está associada ao acontecimento de que a população masculina consome mais água do que a população feminina, em especial aos produtos alimentícios que tem maior quantidade de água virtual.

Tomando como análise o trabalho de Silva et al., (2017), realizado em uma escola do município de Campina Grande, PB, foi possível observar que os alunos (mulheres e homens),

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 de água.

Em comparação aos valores obtidos foi possível observar que o consumo das categorias dos alunos da universidade foi bem maior que os alunos da escola, principalmente no item de maior consumo em ambas as partes que foi a carne, com uma diferença de 52,02% litros/dia e a de menor consumo foi o item gordura que mostrou uma diferença com mais de 100% litros/ dia de água.

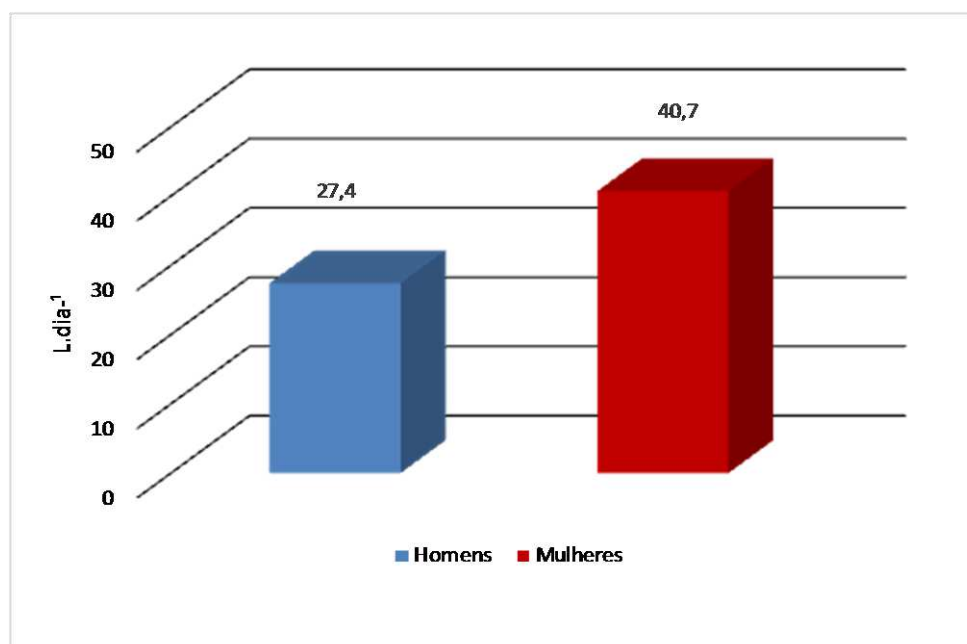
A variação desses valores pode ter sido em virtude da renda bruta anual, que também é associado aos níveis de escolaridade, faixa etária, entre outros fatores.

Silva (2012), afirma que a PH de produtos de origem animal é bem maior comparada a PH 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 PH da carne ter o valor mais alto entre as categorias de alimentação.

#### **4.3.2 Pegada hídrica dos produtos industrializados**

No Gráfico 4, percebe-se as médias da pegada hídrica dos homens e das mulheres da categoria industrial, em que o valor calculado para os homens foi de 27,4 litros/dias e o valor das mulheres foi de 40,7 litros/dia, o que representa uma diferença significativa de 48,54% da contribuição feminina no consumo de água. Esse componente se mostra muito abaixo dos dados apresentados por Hoekstra e Mekonnen (2012), em que a maior PH *per capita* da indústria do Brasil varia entre 120-160 m<sup>3</sup>/ano. Resultado que também fica abaixo da média mundial da PH do setor industrial que é de 716.109 m<sup>3</sup>/ano, de acordo com HOEKSTRA et al. (2009).

**Gráfico 4** - Médias da Pegada Hídrica dos homens e das mulheres do curso de Engenharia de Biosistemas da categoria industrial.



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

Analisando o trabalho de Silva, et al. (2017) feito com os alunos da Universidade de Grajaú, foi possível analisar que, os estudantes mesmo apresentando uma renda com médias de R\$ 944,10, menor que as dos funcionários e professores, não foi o suficiente para afetar a pegada hídrica de forma significativa na categoria industrial com um valor de 3% de consumo, embora que o cálculo da pegada hídrica da categoria industrial é feito com base na renda média dos alunos.

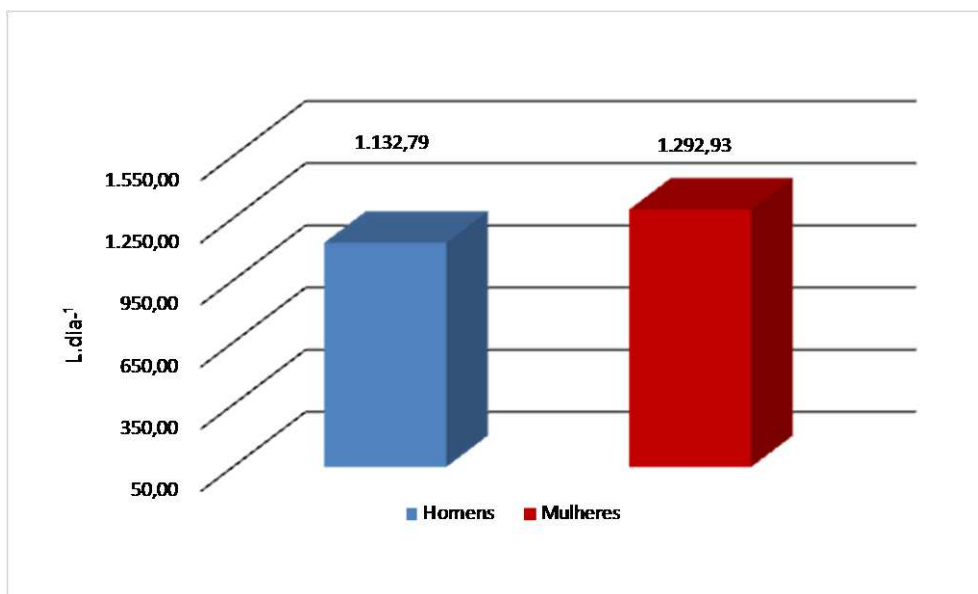
Em comparação, podemos analisar um dos fatores que mais contribui para o consumo de água na categoria industrial é a renda anual. Os alunos do curso de Engenharia de Biosistemas do município de Sumé apresentaram uma média na renda anual de R\$ 1.500,00 cerca de R\$ 555,00 maior do a renda dos alunos da Universidade de Grajaú, na qual apresentou um valor médio de R\$ 944,10. Assim, é possível constatar que a pegada hídrica é diretamente proporcional a renda do indivíduo, provavelmente porque possibilita maior acesso a produtos e serviços.

### 4.3.3 Pegada hídrica de uso doméstico

Analisando a Gráfico 5, observamos que as médias da pegada hídrica dos homens e das mulheres não mostraram muito distante uma vez que o consumo de água dos homens foram 1.132,79 litros/dia e das mulheres com 1.292,93 litros/dias, contribuindo para uma diferença de 14,14%, essa diferença pode estar relacionada ao fato de que a maioria dos entrevistados reside em residência universitária, onde, os hábitos alimentares costumam serem os mesmos.

De acordo com Hoekstra et al., (2009), a média mundial da PH no setor doméstico é de 344 (109 m<sup>3</sup>/ano). A PH 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 (HOEKSTRA e MEKONNEN, 2012).

**Gráfico 5** - Média da Pegada Hídrica dos homens e das mulheres do curso de Engenharia de Biosistemas da categoria doméstico.



Analisando o trabalho de Silva et al., (2017), onde calcularam a pegada hídrica dos alunos da Escola Murilo Braga em Campina Grande – Paraíba, foi possível constatar que na categoria doméstico a pegada hídrica das mulheres foi maior que a dos homens, com uma diferença de 4%, em que a média do consumo dos homens foi de 1.216,99 litros/dia.

Quando se compara esse resultado com os dados desta pesquisa percebe-se que em ambos os trabalhos as mulheres foram as que mais contribuíram com consumo na categoria

doméstico, acrescenta-se que o consumo dos homens na universidade foi menor que o calculado para os alunos de ensino médio, apresentando uma diferença de 7,4%. Esse fato pode estar relacionado às condições de moradia bem como com o nível de escolaridade e a conscientização do uso de água dos entrevistados.

O valor da porcentagem da contribuição de uso doméstica da água na pegada hídrica entre os homens e as mulheres, as mulheres apresentaram uma diferença, isso se explica pela maior participação delas nos afazeres domésticos no que precisa de uma boa quantidade de água para realizar suas atividades.

## 5 CONCLUSÃO

O cálculo da pegada hídrica dos discentes do curso de Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé – PB, foi 4.689,66 litros/dia que é maior que a média do estado da Paraíba que são 2.180,82 litros/dia.

O consumo de alimentos, principalmente a carne e o uso doméstico são os principais fatores que mais atuam na pegada hídrica. Ficou constatado que nas categorias dos alimentos os homens apresentaram uma média no consumo de água bem superior aos das mulheres, em compensação a média das mulheres foi superior aos dos homens nas categorias doméstico e industrial resultando em um maior valor de pegada hídrica.

Diante deste cenário, tomando como base os valores calculados é possível sim reduzir o consumo e evitar a escassez de água adotando práticas sustentáveis, como por exemplo, a mudança de hábitos, especialmente os da alimentação na qual foi representado como a maior parte do valor calculado para a pegada hídrica dos alunos, no uso doméstico, onde pode ser adotadas práticas, como o reuso da água e/ou a captação da água das chuvas, além de usar da consciência de cada um na hora das suas atividades seja ela doméstico, alimentares e indústrias.

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 : 15 de julho de 2018.

ANTÔNIO, A. **Sustentabilidade, consumismo e ecologia.** Disponível em: <<https://aantonio95.jusbrasil.com.br/artigos/337051681/sustentabilidade-consumismo-e-ecologia>>. Acesso em: 01 de julho de 2018.

CAMPOS, D. S. L.; SILVA, C. R.; CAMPOS, D. S.; COSTA, L. F. C. **Avaliação da pegada hídrica de estudantes universitários da cidade de Grajaú (Maranhão, Brasil).** Boletim do laboratório de hidrobiologia. Bol. Lab. Hidrobiol. Vol. 27: 25-32, 2017.

CARVALHO, D. M.; BERENQUER, M. E. **Pegada hídrica e análise de sustentabilidade do tratamento de água no Brasil- Um estudo de caso da ETA Laranjal.** Projeto de Graduação – UFRJ/POLI/Engenharia Ambiental, p. 112 – 120. 2016.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. **Questão da água no semiárido brasileiro.** 2010, Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/318778262>> Acesso em 17 de julho de 2018.

COSTA, L. **Contribuições para um modelo de gestão da água para a produção de bens e serviços a partir do conceito de pegada hídrica.** Dissertação (Mestre em ciências) – Universidade de São Paulo, 180p. 2014.

EMBRAPA: **Caatinga.** Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 18 de julho de 2018.

FRAGMAQ. **O que é sustentabilidade social?** Disponível em: <<https://www.fragmaq.com.br/blog/sustentabilidade-social/>>. Acesso em: 20 de julho de 2018.

GRAÇA, A. L. **Pegada Hídrica: um estudo de caso de água cinzenta de um produto agrícola, Lisboa.** Dissertação (Mestre em Engenharia Química e Bioquímica) – Universidade Nova de Lisboa, 2011.

HOEKSTRA, A. Y. (2008). ‘**Water neutral: Reducing and offsetting the impacts of water footprints**, Value of Water Research Report Series No 28, UNESCO-IHE, Delft,

HOEKSTRA, A. Y. Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. **Ecological Economics** doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.

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

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. **Globalization of water: sharing the Planet’s freshwater resources.** 1. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 232p., 2008.

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.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **The Water Footprint Assessment Manual.** Publisher: Earthscan, 2011, ISBN: 978-1-84971-279-8. Hardcover, 224 pages. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/WaterFootprintAssessmentManual>> Acesso em: 15 jun. 2018.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. **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, A. Y., MEKONNEN, M. M. **The water footprint of humanity, Proceedings of the National Academy of Sciences**, doi/10.1073/pnas.1109936109, 2012.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALADAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global**, 2011

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania E Sustentabilidade, **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p.189-205, março/ 2003.

LAMARCA, G.; VETTORE, M. **Desigualdades relacionadas à distribuição de água no NE**. 2013. Disponível em: <<http://dssbr.org/site/2013/05/desigualdades-relacionadas-a-distribuicao-de-agua-no-nordeste/>> . acesso em: 17 de julho de 2018.

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. **Polêmica**, v. 11, n. 4, 2012.

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** – Vol.4, nº 1, p. 105-122, 2014.

MARACAJÁ, K. F. B.; ARAÚJO, L. E.; SILVA, V. P. R. Pegada Hídrica como Indicador de Sustentabilidade Ambiental. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade** – Vol. 2, nº 2 – Edição Especial Rio +20, jun., p.113-125, 2012.

MEKONNEN, M.M., PAHLOW, M., ALDAYA, M.M., ZARATE, E., HOEKSTRA, A.Y., 2015. “Sustainability, Efficiency and Equitability of Water Consumption and Pollution in Latin America and the Caribbean”. **Sustainability**, v. 7, p. 2086-2112. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/7/2/2086/html>>. 21 de julho de 2018.

MOREIRA, R. S.; BARROS, J. S. Pegada Hídrica de classes consumidoras que compõem a Escola Antônio Landim de Macêdo em Aurora-Ce. **Revista e-publicacoes.uerj**, Capa, v. 15, n. 1 2015.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Departamento de Ciências da Administração. UFSC, [Brasília]. CAPES - UAB, 2012. 148p. : il.

Netherlands. Disponível em: <[www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf](http://www.waterfootprint.org/Reports/Report28-WaterNeutral.pdf)>. 20 de julho de 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). 2013. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 20 de julho de 2018.

PIRES, A. N.; FERREIRA, I. M. **A água no semiárido nordestino: aspectos e desafios na gestão hídrica na Bahia**. Geografia ambiental e da saúde, 2011.

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.

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. L. V.; BARROS, H. M. M.; et al. Estudo de caso da Pegada Hídrica dos Alunos da Escola Murilo Braga em Campina Grande – Paraíba (Brasil). **Revista ESPACIOS**. Vol. 38 (Nº 46), 2017.

SILVA, T. B.; ROCHA, W. de J. S. dá F.; DIAS, A. B. **Indicadores socioeconômicos associados ao processo de desertificação na região norte e nordeste do Estado da Bahia**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. p. 2341-2348. Natal, 2009.

SILVA, V. P. R; et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.1, p.100–105, 2013.

SOARES, R. B.; CAMPOS, K. C. Uso e disponibilidade hídrica no Semiárido do Brasil. **Revista político Agrícola**. Ano XXII, No 3. 2013.

UNITED NATIONS INTER-AGENCY COORDINATION MECHANISM FOR ALL FRESHWATER ISSUES (UNWATER), 2015, **Water for a sustainable world: The United Nations World Water Development Report 2015**. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>> Acesso em : 15 de julho de 2018.

WWAP (2009) **World Water Assessment Programme**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/water/wwap/wwdr/>> Acesso em: 15 jun. 2018.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF), **Planeta Vivo Relatório 2010: Biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento**. Disponível em: [http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/08out10\\_planetavivo\\_relatorio2010\\_completo\\_n9.pdf](http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/08out10_planetavivo_relatorio2010_completo_n9.pdf). Acesso em: 15 jun. 2018.

VAN OEL, P. R., HOEKSTRA, A. Y. Towards quantification of the water footprint of paper: a first estimate of its consumptive component. **Water Resour Manage**, v. 11, p. 9942- 9949, 2012.

## **APÊNDICE A**

## 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