



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

MÁRCIA MARIA DA SILVA

**ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA NAS MICRORREGIÕES DE GARANHUNS E DO
BREJO PERNAMBUCANO**

Caruaru
2018

MÁRCIA MARIA DA SILVA

**ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA NAS MICRORREGIÕES DE GARANHUNS E DO
BREJO PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Acadêmico do Agreste – CAA,
da Universidade Federal de Pernambuco
– UFPE, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.
Área de concentração: saneamento.
Orientadora: Dra. Elizabeth Amaral
Pastich Gonçalves

Caruaru

2018

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586e

Silva, Márcia Maria da.

Estudo da Pegada Hídrica nas Microrregiões de Garanhuns e do Brejo
Pernambucano. / Márcia Maria da Silva. - 2018.
53f. ; il.: 30 cm.

Orientadora: Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves.

Coorientador: Saulo de Tarso Marques Bezerra

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
Pernambuco, CAA, Engenharia Civil, 2018.

Inclui Referências.

1. Água - consumo. 2. Recursos hídricos. 3. Água - Análise. I. Gonçalves, Elizabeth
Amaral Pastich (Orientadora). II. Bezerra, Saulo de Tarso Marques (Coorientador). III.
Título.

620 CDD (23. ed.)

UFPE (CAA 2018-093)

MÁRCIA MARIA DA SILVA

**ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA NAS MICRORREGIÕES DE GARANHUNS E DO
BREJO PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
do Centro Acadêmico do Agreste – CAA,
da Universidade Federal de Pernambuco
– UFPE, como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração:
Engenharia/Engenharia
Civil/SANEAMENTO

Orientadora: Dra. Elizabeth Amaral
Pastich Gonçalves

Aprovado em: / / 2018.

Orientadora: Dra. Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves

Avaliador (a): Prof. Dra. Simone Machado

Avaliador (a): Prof. Dr. Saulo de Tarso

Caruaru

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por todas as oportunidades que me foram concedidas pela minha saúde e proteção, pois tudo acontece no tempo d'Ele e por mais que por vezes não compreenda seus propósitos, sei que ele jamais me abandona. Obrigado, meu Deus.

A minha querida irmã, Miriam, pelo apoio e amor incondicional que me faz crescer como pessoa e profissionalmente.

Aos meus pais, por todo apoio, compreensão, amor e incentivo que me deram desde criança e principalmente no período de graduação que me fizeram chegar e alcançar o que alcancei hoje.

Ao meu namorado, Douglas, pela ajuda, companheirismo e paciência durante a elaboração dessa pesquisa.

Aos amigos da faculdade que levarei para a vida: Danilo, Elaine, Priscyla, Katianny, Ane e Marcelo obrigada pelos momentos de alegria e companheirismo compartilhados ao longo destes anos de graduação, e também a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram com esta peleja.

A minha orientadora Elizabeth Pastich, pelos conhecimentos partilhados e todo apoio na elaboração deste trabalho.

Aos professores, por todo conhecimento compartilhado durante o período acadêmico.

**Até aqui nos ajudou o senhor.
Samuel 7:12**

RESUMO

Uma grande problemática ambiental atualmente diz respeito à escassez de água e sua disponibilidade em algumas regiões do planeta, onde várias pessoas sofrem com a ausência deste recurso indispensável à manutenção da vida. No nordeste brasileiro, especialmente na região do agreste pernambucano, devido à escassez de água e a má distribuição das chuvas a população sofre com a falta desse bem, isso implica a necessidade de uma gestão eficaz dos recursos hídricos disponíveis na região. A Pegada Hídrica é um indicador mundial importante que pode ser aplicado na gestão das águas para aferir o grau de sustentabilidade desse recurso a níveis regional e mundial. Neste contexto, este estudo busca mensurar a quantidade de água consumida nas microrregiões de Garanhuns e do Brejo Pernambucano, a partir do cálculo da Pegada Hídrica utilizando como instrumento à aplicação de um questionário contendo todas as perguntas necessárias a utilização da metodologia desenvolvida pela Water Footprint Network (WFN). A média da Pegada Hídrica encontrada para as microrregiões em estudo foi de 1.181,43 m³/ano, valor este abaixo da média nacional de 2.027 m³/ano. Os resultados indicam também que os hábitos alimentares e a renda influenciam de forma significativa no tamanho final da Pegada Hídrica de um indivíduo.

Palavras-chave: água, Pegada Hídrica, consumo.

ABSTRACT

A major environmental problem nowadays concerns water scarcity and its availability in some regions of the planet, where several people suffer from the absence of this indispensable resource for the maintenance of life. In Northeastern Brazil, especially in the Agreste region of Pernambuco, due to the scarcity of water and the poor distribution of rainfall, the population suffers from lack of this good, this implies the need for an effective management of available water resources in the region. The water footprint is an important global indicator that can be applied in water management to measure the sustainability of this resource at regional and global levels. In this context, this study seeks to measure the amount of water consumed in the Garanhuns and Brejo Pernambucano microregions, based on the calculation of the Water Footprint using as an instrument the application of a questionnaire containing all the necessary questions to use the methodology developed by the Water Footprint Network (WFN). The average water footprint found for the microregions under study was 1,181.43 m³ / year, which is below the national average of 2,027 m³ / year. The results also indicate that dietary habits and income influence significantly the final size of an individual's water footprint.

Palavras-chave: water, water footprint, consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Curva de Lorenz.....	19
Figura 2	As Pegadas Hídricas azul e verde em relação ao balanço hídrico de uma bacia hidrográfica.....	23
Figura 3	Mesorregião do Agreste Pernambucano.....	28
Figura 4	Correlação entre a (PH) relacionada a comida e a renda anual.....	37
Figura 5	Correlação entre a (PH) relacionada ao uso doméstico e a renda anual.	38
Figura 6	Correlação entre a (PH) relacionada aos bens industriais e a renda anual.....	39
Figura 7	Médias das componentes da Pegada Hídrica por cidade.....	40
Figura 8	PH comida X PH total.....	40
Figura 9	PH uso doméstico X PH totalFonte: Autor (2018).....	41
Figura 10	PH bens industriais X PH total.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados dos municípios da microrregião do Brejo Pernambucano	29
Tabela 2	Dados dos municípios da microrregião de Garanhuns.....	30
Tabela 3	População residente, por domicílio e sexo, segundo o estado de Pernambuco, e as microrregiões do Brejo Pernambucano e de Garanhuns (2000).....	31
Tabela 4	População residente, por domicílio e sexo, segundo o estado de Pernambuco, e as microrregiões do Brejo Pernambucano e de Garanhuns (2010).....	31
Tabela 5	Dados obtidos na pesquisa: número de questionários, renda anual, IDH e PH total.....	35
Tabela 6	Valores do teste ANOVA	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	12
1.2 Motivação	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivos Gerais	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Disponibilidade hídrica no Brasil e no mundo	14
2.2 Importância dos índices e indicadores para avaliação social e de sustentabilidade	17
2.2.1 Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.....	18
2.2.2 Índice de Gini	18
2.3 Tipos de Pegadas	20
2.3.1 Pegada Ecológica	20
2.3.2 Pegada Hídrica.....	21
2.3.2.1 Pegada Hídrica verde, azul e cinza	22
2.3.3 Contextualização global da Pegada Hídrica.....	24
2.3.4 Pegada Hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores	26
3. MATERIAL E MÉTODO	28
3.1 Área de estudo	28
3.2 Amostragem de estudo	32
3.3 Aplicação do questionário	33
3.4 Cálculo da Pegada Hídrica	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Análise da Pegada Hídrica estendida	35
4.2 Correlações entre a renda e as componentes da Pegada Hídrica	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PEGADA HÍDRICA	48

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são essenciais para o desenvolvimento humano, sobretudo para a economia urbana e o desenvolvimento social. Atualmente, a escassez de recursos hídricos vem emergindo como um dos problemas mais urgentes que as cidades precisam resolver. A consciência da necessidade de desenvolver cidades sustentáveis impulsionou o surgimento de novas técnicas de uso sustentável da água, como teto verde, reuso de água, equipamentos domiciliares poupadores, etc. (YinSu et al., 2018).

Dentro desta perspectiva, a fim de mensurar de forma precisa como a utilização sustentável dos recursos hídricos pode ser realizada, foi desenvolvido um indicador, denominado de Pegada Hídrica (PH). Criada pelo professor Arjen Hoekstra, esta é definida como o volume total de água doce que é utilizado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou comunidade (Hoekstra e Chapagain, 2008), ou seja, o total de água doce utilizada na fabricação de bens e serviços, ao longo de toda a cadeia produtiva.

Pesquisas recentes têm utilizado a ferramenta da Pegada Hídrica para avaliar e comparar o consumo de água de cadeias produtivas, como por exemplo a produção agrícola (Luan et al., 2018), produção de combustíveis e produtos químicos a partir da biomassa de algas (Nogueira et al. 2018), produtos lácteos (Owusu-Sekyere et al., 2017), estações de tratamento de esgoto (Morena et al., 2016), etc., quanto o uso da água em localidades, como por exemplo, a Pegada Hídrica na cidade de Dalian na China (Xu et al., 2018), em Taiwan (Lee, 2015), litoral de São Paulo no Brasil (Vieira e Junior, 2015), etc.

Dentro desta perspectiva, o presente estudo buscou avaliar as relações existentes entre a Pegada Hídrica e alguns índices de desenvolvimentos sociais, no Agreste Pernambucano, especificamente nas microrregiões de Garanhuns e do Brejo Pernambucano.

1.1 Justificativa

A escassez de água e a má distribuição das chuvas na região do Agreste Pernambucano requer uma gestão eficaz dos recursos hídricos disponíveis. Neste contexto, o estudo da Pegada Hídrica se faz de extrema importância, de forma que através dele podemos quantificar de forma mais precisa o consumo de água dos indivíduos desta região, proporcionando assim a obtenção de um conjunto de dados que possam ser utilizados como parâmetro para implantação de um sistema de abastecimento de água que satisfaça de forma eficiente a necessidade da população em estudo.

1.2 Motivação

Diante do crescente desequilíbrio ambiental vivenciada atualmente entre a humanidade e os recursos naturais, a escassez da água doce tem se destacado como um dos grandes dilemas das sociedades contemporâneas sendo uma questão ambiental cujos impactos tendem a ser cada vez mais graves, especialmente em regiões desprovidas de um abastecimento de água suficiente, sujeita a períodos cíclicos de estiagem, como é o caso do Agreste Pernambucano.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Gerais

Avaliar as relações existentes entre a Pegada Hídrica (PH) e os índices de desenvolvimento social nas microrregiões de Garanhuns e do Brejo Pernambucano.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar a Pegada Hídrica das microrregiões de Garanhuns e do Brejo Pernambucano;
- Analisar a correlação existente entre a renda, o IDH e as componentes da Pegada Hídrica das microrregiões em estudo;
- Analisar a correlação existente entre as componentes da Pegada Hídrica e a Pegada Hídrica total das microrregiões em estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Disponibilidade hídrica no Brasil e no mundo

A quantidade e a qualidade dos recursos hídricos, em condições naturais, dependem do clima e das características físicas e biológicas dos ecossistemas que a compõem. A relação contínua entre as partes constituintes da estrutura terrestre (litosfera, a biosfera e a atmosfera) determinam o equilíbrio dinâmico do ciclo da água. Esse equilíbrio está relacionado com as quantidades e distribuição das precipitações; da quantidade de água que volta à atmosfera através da evapotranspiração; da energia solar disponível, da natureza da vegetação e das características do solo que controlam o armazenamento da água no solo, no subsolo e determina o fluxo de base dos afluentes e do canal principal. Diante disso, qualquer modificação existente nos componentes do clima ou da paisagem alterará a disponibilidade, a qualidade e o tempo de permanência da água nos ecossistemas (BARROS; AMIM, 2008).

Segundo a Agência Nacional de Águas, estima-se que cerca de 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios (ANA, 2018).

Dessa forma é necessário a conservação e preservação desse recurso existente no mundo, visto que do total apenas uma pequena parcela, cerca de 0,3%, é de água doce disponível em locais de fácil acesso, em rios e lagos, o restante é imprópria para consumo ou se encontra em locais de difícil acesso.

No entanto, mesmo estando disponível uma pequena parcela doce e de fácil acesso, se a água fosse racionalmente utilizada e seu ciclo natural fosse respeitado, de acordo com sua capacidade de regeneração e reposição, ela não perderia qualidade estaria disponível em quantidade suficiente para consumo, sem necessidade de preocupação (BARROS; AMIM, 2008).

Urban (2004) no seu exposto, ao referir-se sobre consumo da água, alerta que a humanidade ao realizar suas atividades, utilizam cerca 2,5 vezes mais água do que a capacidade natural existente em todos os recursos hídricos do planeta. Levando em consideração a relação existente entre a quantidade total de água doce

disponível, cerca de 126.200 Km³, e o volume anual utilizado, cerca de 2900 Km³, o tempo de demanda da circulação da água é de 44 anos, bastante inferior ao tempo de sua renovação natural em escala global, indicando uma clara tendência a escassez e forte pressão sobre reservatórios subterrâneos.

A respeito disso Camargo (2003) escreve que de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), em menos de 50 anos, mais de 4 bilhões de pessoas, cerca de 45% da população do mundo, padecerão com a falta de água. Esse alerta foi dado em um relatório apresentado na 7^a. Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, em 2001, em Marrocos. Este declara ainda, que antes mesmo de chegarmos à metade do século, em muitos países a população não terão acesso aos mínimos 50 litros de água por dia, necessários para atender às necessidades humanas.

Os países em desenvolvimento são os que correm maior risco, uma vez que grande parcela do crescimento populacional, previsto para os próximos cinquenta anos, acontecerá nessas regiões. A ONU aponta a poluição, o desperdício e os desmatamentos, que fragilizam o ecossistema nas regiões dos mananciais e impedem que a água fique retida nas bacias – principais motivos para a causa da escassez da água (BARROS; AMIM, 2008).

A carência de água pode ser, para muitos países, um dos fatores limitantes ao desenvolvimento, pois o modelo tecnológico até então elaborado com base na exploração indiscriminada dos recursos naturais, está esgotado.

Segundo Tundisi (2003, *apud* Barros; Amim, 2008) que o órgão responsável a Unesco em se o ritmo de crescimento atual for mantido, estima-se: que em 2025, o equivalente a 2/3 da população estarão vivendo em áreas com escassez de água; que em 2050, a população mundial será cerca de 9,3 bilhões habitantes, e que de 2 a 7 bilhões de habitantes não terão acesso à água de qualidade.

O Brasil dispõe de uma boa quantidade de água, o país possui aproximadamente 13,8% da água doce presente no mundo, com uma disponibilidade hídrica per capita variando de 1.835 m³/hab./ano na bacia hidrográfica do Atlântico Leste, a 628.938 m³/hab./ano, na bacia Amazônica, com um consumo total de 986,4 m³/s (BRITO *et al.*, 2007).

Entretanto, apesar da condição favorável, a distribuição dos recursos hídricos no país não ocorre de forma igualitária, enquanto que as regiões Norte e Centro-Oeste representam apenas 5% da população e detém cerca de 80% da quantidade

de água disponível no país a região Nordeste sofre com a insuficiência desse recurso, concentrando cerca de 45% da população e menos de 3% do total de água disponível (ANA, 2018).

No Semiárido nordestino, grandes centros urbanos como Fortaleza-CE, Campina Grande-PB, Recife e Caruaru-PE, sofrem com problemas de escassez dos recursos hídricos, o que ocasiona racionamento constante de água, tanto para as atividades industriais, como para consumo da população (BRITO *et al.*, 2007).

Segundo Maia Neto (1997, *apud* Paz *et al.*, 2000), o Brasil possui cerca de 111 trilhões de metros cúbicos de água subterrânea, a maior reserva subterrânea do planeta. Varias cidades já são abastecidas por águas subterrâneas, entretanto é necessário alto investimento para exploração, o que torna inviável, em algumas situações, a utilização dessa forma de obtenção de água.

Na região Nordeste, caracterizada por reduzidas precipitações, elevada evaporação e pouca disponibilidade de águas superficiais, as reservas hídricas subterrâneas constituem uma alternativa para abastecimento e produção agrícola.

Costa & Costa (1997, *apud* Paz *et al.*, 2000) em estudo sobre as disponibilidades hídricas subterrâneas da região do Nordeste mostram que apenas os estados do Maranhão e Piauí possuem reservas subterrâneas capazes de atender a demanda de suas populações.

No entanto, a desigualdade brasileira existente, no tocante a disponibilidade dos recursos hídricos, aliada com o desmatamento, o lançamento de esgotos em rios e córregos, a expansão desordenada dos centros urbanos e a gestão inadequada dos ecossistemas aquáticos, terminam por gerar problemas que conduzem a escassez do recurso (BARROS; AMIM, 2008).

De acordo com um estudo realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), o país já enfrenta problemas nas regiões hidrográficas costeiras do Sudeste e do Sul, nas bacias dos rios São Francisco e Uruguai, todos na Mata Atlântica, além de parte das bacias dos rios Tocantins (na Amazônia) e Paraguai (Cerrado e Pantanal). Além disso, há que se citar ainda que o desperdício, no Brasil, é grande, pois 40% de toda água tratada é desperdiçada, onde, em média, o consumo brasileiro é de 200 litros/dia, enquanto a UNESCO admite que uma pessoa necessita de 40 litros/dia (CAMPANILI, 2003).

Isso prova que o uso irracional da água, em todo o Brasil, influencia na sua qualidade e quantidade, situação que tende a se agravar, diante da falta de uma

gestão eficiente dos recursos hídricos no país, onde a inexistência de articulação entre os órgãos competentes perpetua esse comportamento, e, em consequência, segundo informações constantes do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), grande parte da população brasileira não recebe água tratada e a quase totalidade do esgoto produzido no país é lançado nos rios e no mar sem receber tratamento adequado. Esse comportamento faz com que 80% das doenças que afetam a população e 65% das internações hospitalares de crianças sejam decorrentes do precário saneamento básico (SANTOS, 2002).

2.2 Importância dos índices e indicadores para avaliação social e de sustentabilidade

Indicador é um instrumento que possibilita a obtenção de dados referentes a uma realidade estudada, podendo englobar uma ou mais informações. Já o índice é o valor final associado às variáveis que o constitui (SICHE *et al.*, 2007). Por exemplo, o IDH é um índice cujo valor resulta da associação de vários indicadores (renda, educação, dentre outros).

O nível de desenvolvimento de uma determinada sociedade é estimado pela análise da sua capacidade de produzir riqueza (aspecto econômico), pela forma como essa riqueza é dividida (aspecto social), simultaneamente com a preservação do meio ambiente (aspecto ambiental).

A ideia de desenvolvimento sustentável difundida na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em 1972 em Estocolmo, proporcionou mudanças positivas na relação existente entre o homem e o meio ambiente ao passo que conscientiza a sociedade sobre os impactos gerados pelo mau uso dos recursos naturais. Dentro desse contexto, os indicadores de sustentabilidade têm como função informar a sociedade sobre as consequências do desenvolvimento, constituindo parâmetros indispensáveis para o gerenciamento adequado de uma sociedade sustentável (FRANÇA, 2014).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desenvolveu cinquenta indicadores de desenvolvimento sustentável conforme as especificações da Agenda 21. Dentre eles 19 são sociais, 18 ambientais, 9 econômicos e 4 institucionais. Esses indicadores são direcionados a pesquisadores, funcionários públicos e

privados e demais pessoas que busquem analisar os desafios do desenvolvimento (IBGE, 2007).

Para o estudo das demandas dos recursos hídricos na região do Agreste Pernambucano, serão abordados os índices que mais se relacionam com o uso da água, são eles: Índice de desenvolvimento humano (IDH), Índice de Gini (IG), Pegada ecológica (PE) e Pegada hídrica (PH).

2.2.1 Índice de Desenvolvimento Humano – IDH

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi apresentado em 1990, no primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, idealizado pelo economista paquistanês Mahbub ul Haq com a participação e incentivo no pensamento do economista Amartya Sen (PNUD, 2013).

O IDH engloba três dos preceitos mais importantes para ampliação da liberdade das pessoas: o primeiro, a saúde, configura a oportunidade de se ter uma vida longa, é avaliada neste preceito a expectativa de vida ao nascer da população; o segundo, a educação, esta relacionado com as oportunidades de acesso ao conhecimento, são medidas a taxa de analfabetismo e o índice de matrículas nas escolas; o terceiro, a renda, representa a capacidade de poder usufruir de um estilo de vida digno (PNUD, 2013).

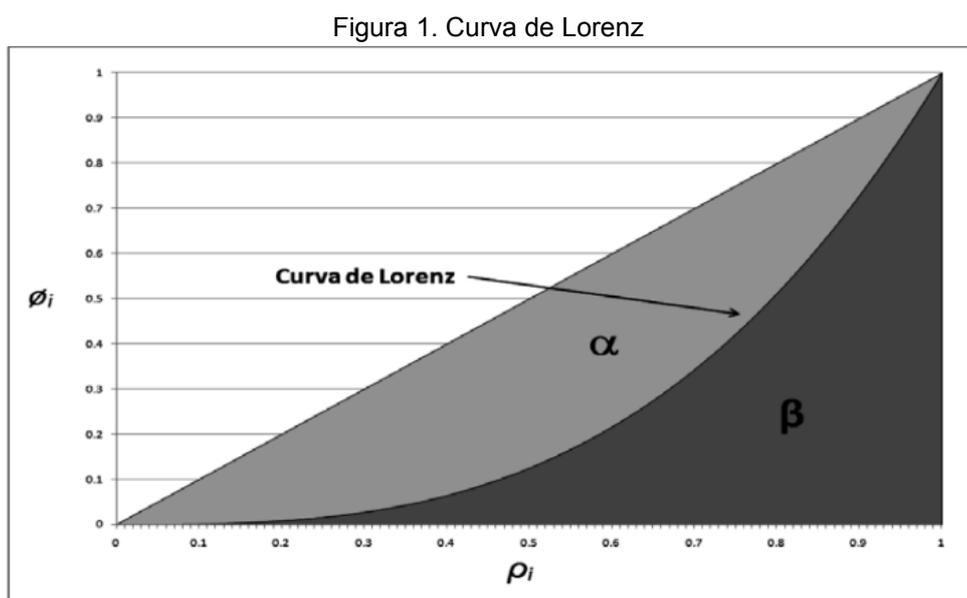
O IDH é calculado anualmente e divulgado pela ONU, através do relatório anual do IDH desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. As três variáveis envolvidas (saúde, educação e renda) possuem o mesmo peso e seu resultado consiste em um número que varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de um maior o desenvolvimento humano da região (PNUD, 2018).

2.2.2 Índice de Gini

O índice de Gini foi desenvolvido pelo matemático italiano Conrado Gini, consiste em uma ferramenta capaz de mensurar a concentração de renda em um determinado grupo, ou seja, é um instrumento que indica a diferença entre a renda da população dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente seu resultado varia

de zero a um, onde quanto mais próximo do valor um for o índice, mais desigualitária é a distribuição de renda, ao passo que, quanto mais próximo de zero mais uniforme será a distribuição de renda da população (WOLFFENBÜTTEL, 2004).

Segundo o IPECE (2015), o cálculo se baseia na curva de Lorenz que demonstra como a proporção acumulada da renda (Φ) varia em função da proporção acumulada da população (ρ), estando os indivíduos ordenados pelos valores da renda (Figura 1).



Fonte: IPCE (2015)

Quando a distribuição é perfeita, a Curva de Lorenz assume a forma de uma reta de 45°, nesse caso a proporção da renda apropriada é sempre igual à proporção acumulada da população. Isso significa que cada percentual de renda é detido por igual percentual da população. Não há pessoas mais ricas, nem mais pobres nessa situação. Por outro lado, se toda a renda ficasse retida nas mãos de uma única pessoa, a área de concentração seria igual ao triângulo retângulo situado abaixo da reta de total igualdade.

O cálculo do índice de Gini é feito da seguinte forma: divide-se a área de concentração (α) pela área de perfeita desigualdade ($\alpha + \beta$).

$$IG = \text{Área de Concentração} / \text{Área de Perfeita Desigualdade}.$$

Se não há concentração, o numerador é zero, e o índice de Gini resulta também em zero. Se a concentração é máxima, teremos o numerador igual ao

denominador, e o coeficiente assume valor um o que conclusivamente define a variação do IG, ou seja: $0 \leq IG \leq 1$.

2.3 Tipos de Pegadas

2.3.1 Pegada Ecológica

Cada indivíduo, no seu cotidiano, provoca um determinado impacto no planeta; as suas opções enquanto consumidores, a forma de deslocamento, a quantidade de resíduos que se produz e até o tipo de alimentação que se consome, implicam o uso de uma determinada porção de recursos naturais. Quanto maior o consumo de recursos e a geração de resíduos, maior o tamanho da pegada para sustentar o sistema. Isto é, maior a demanda por áreas de terra para garantir a manutenção das atividades (FIRMINO, 2009).

O conceito Pegada Ecológica foi desenvolvido pelos cientistas Wackernagel e William Rees, em 1990, e hoje é mundialmente utilizado como instrumento de contabilidade ambiental que permite avaliar a demanda humana por recursos naturais renováveis, com a capacidade regenerativa do planeta (WWF, 2013).

“A Pegada Ecológica de uma pessoa, cidade, país ou região corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar necessárias para gerar produtos, bens e serviços que utilizamos no nosso dia a dia. É uma forma de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade utiliza, em média, para sustentar seu consumo. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano.” (WWF, 2013 p. 8).

Dessa forma, conforme foi exposto, para alcançar a sustentabilidade é preciso que a carga humana esteja em equilíbrio com a capacidade de regeneração do planeta. Assim, o estilo de vida da população que caracteriza os níveis de consumo, utilização dos recursos hídricos e produção de resíduos, deve estar ecologicamente adequado à biocapacidade, a fim de que não se consumam os produtos e os utilize, mais rapidamente do que possam ser absorvidos pelo planeta.

A Pegada Ecológica é uma ferramenta importante para trabalhar as questões ambientais, por meio da análise do consumo e seus consequentes impactos sobre os recursos ambientais (WWF, 2016). Além disso, o referido índice assume um

caráter comunicador, pois traz informações importantes que possibilitam a criação de políticas públicas e ampliação do debate sobre o tema, sinaliza tendências ao longo do tempo e permite comparações entre regiões e países.

2.3.2 Pegada Hídrica

O termo Pegada Hídrica (PH) foi apresentado na reunião de peritos internacionais a respeito da comercialização virtual da água por Arjen Hoekstra, em 2002 na Holanda. A Pegada Hídrica foi inserida no cenário ambiental com o intuito de demonstrar as correlações existentes entre o consumo humano e o uso direto e indireto da água, bem como as relações entre o comércio de água virtual e o gerenciamento dos recursos hídricos. Para Hoekstra (2003) o motivo principal para início da pesquisa se deu pelo fato de que o gerenciamento dos recursos hídricos é realizado, geralmente, a nível local ou no máximo ocorre no domínio de uma bacia hidrográfica (SILVA *et al.*, 2013).

A Pegada Hídrica das nações foi analisada primeiramente pelos pesquisadores Hoekstra & Huang em 2002 e, em seguida, de maneira mais detalhada, por Hoekstra & Chapagain em 2007 onde atestaram que a quantificação do consumo indireto da água é capaz de ajudar na compreensão da comercialização mundial dos recursos hídricos (SILVA *et al.*, 2013).

A produção agrícola é o setor que mais consome água no mundo devido à grande demanda de água nas atividades de irrigação. A indústria é outro setor responsável por grandes volumes de poluição e consumo de água (WWAP, 2009).

A busca por água, bem como a poluição produzida está intimamente ligada aos hábitos, estilo de vida e ao sistema econômico global que oferece os inúmeros serviços e produtos às populações. Para Hoekstra *et al.* (2011), a Pegada Hídrica é um índice geográfico que varia ao longo do tempo e evidencia a quantidade de água consumida nas suas diversas formas (hábitos alimentares, uso doméstico e bens industriais), ou seja, é um parâmetro que associa de forma direta e indireta o uso da água por um produtor ou consumidor.

A Pegada Hídrica individual é determinada pela soma do volume de água requerida na produção de bens e serviços utilizados por este. Para um país leva-se em consideração o consumo interno referente aos seus recursos hídricos e a

demanda externa quando são a fonte hídrica provem de outros países. Em menor proporção, para um produto, é quantificado a demanda total de água, nas diferentes etapas de produção.

O consumo e uso da água pode ocorrer de forma direta, quando alguém abre a torneira para realizar uma ação, por exemplo, ou indireta via aquisição de objetos de consumo, como roupas, calçados, produtos alimentícios, dentre outros. Como a maior parcela de água consumida por uma pessoa esta ligada aos bens e serviços e não ao uso doméstico, a PH indireta de modo geral se torna superior a direta. Vale salientar que, como não fica claro a quantidade de água necessária a produção de determinados produtos, esse consumo indireto de água acaba passando despercebido.

Toda água envolvida na produção de uma mercadoria ou serviço é denominada água virtual, é um conceito que permite relacionar água, alimentos e comércio internacional. Esse conceito foi desenvolvido em 1993, pelo cientista britânico John Anthony, para descrever o volume total de água que está incorporada em determinados produtos, especialmente nos produtos agrícolas, com o objetivo de estimar os fluxos existentes no comércio indireto de água entre os países. Este fluxo é relevante quando se aborda a problemática da escassez de água e da segurança alimentar, pois dependendo das relações estabelecidas, o fluxo existente pode reduzir a necessidade de água para a produção nacional de alimentos ao importar os mesmos de países com relativa abundância de água (SEIXAS, 2011).

2.3.2.1 Pegada Hídrica verde, azul e cinza

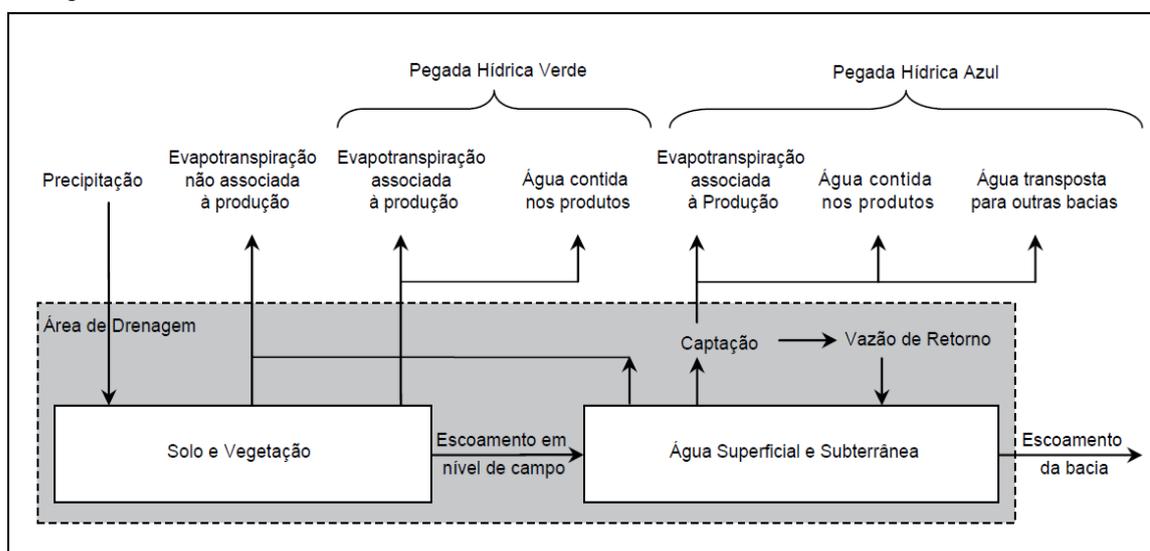
A Pegada Hídrica de um indivíduo ou comunidade é composta por três componentes: a Pegada Hídrica azul, verde e cinza. De acordo com Hoekstra et al. (2011) a Pegada Hídrica azul é um indicador do uso consuntivo da água doce superficial ou subterrânea, isto é, a captação do escoamento da bacia, na medida em que este fluxo não retorna à bacia na forma de vazão de retorno. O termo “uso consuntivo da água” refere-se a um dos quatro casos seguintes: (i) evaporação da água; (ii) água incorporada ao produto; (iii) não retorno da água para a área de captação (a água é retornada para outra área ou para o mar) e (iv) não retorno da

água no mesmo período (a água é retirada no período escasso e é retornada no período chuvoso).

A Pegada Hídrica verde é um indicador do uso da “água verde” por parte do homem, a mesma é definida como sendo a água oriunda de precipitações, que não é retirada nem armazenada pelos mananciais e, sim, armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou vegetação (Figura 2). Ela representa o volume de água proveniente da chuva consumida durante o processo de produção. O cálculo da Pegada Hídrica verde é particularmente relevante para produtos baseados em culturas agrícolas, devido à evapotranspiração.

A diferenciação entre as Pegadas Hídricas azul e verde é importante, visto que os impactos hidrológicos, ambientais e sociais, assim como os custos de oportunidade referentes ao uso de águas superficiais para a produção divergem dos impactos do uso da água superficial e do subsolo.

Figura 2. As Pegadas Hídricas azul e verde em relação ao balanço hídrico de uma bacia hidrográfica.



Fonte: Hoekstra et al., 2011.

A Pegada Hídrica cinza indica o grau de poluição de água doce associada ao processo de produção. Hoekstra *et al.* (2011) define essa componente como sendo o volume de água doce necessário para assimilar efluentes, ou seja, refere-se ao volume de água necessário para diluir os poluentes de modo que a qualidade da água em seu estado natural seja mantida acima dos padrões mínimos de qualidade

da água aceitáveis baseado nas concentrações em condições naturais e nos padrões existentes. É calculada dividindo-se a carga de poluentes pela diferença entre a máxima concentração aceitável para aquele poluente específico e sua concentração natural naquele corpo de água que assimila o poluente.

Em termos gerais, o objetivo de quantificar as Pegadas Hídricas é analisar como atividades humanas ou produtos específicos se relacionam com questões de escassez e poluição da água e verificar como atividades e produtos podem se tornar mais sustentáveis sob o ponto de vista hídrico.

2.3.3 Contextualização global da Pegada Hídrica

A consequência da escassez hídrica em alguns locais do mundo é a comercialização mundial da água, por meio de bens e produtos. Os países que possuem uma satisfatória disponibilidade de água em seu território passam a produzir bens e produtos agrícolas para atender aqueles onde esse recurso é escasso. Esse procedimento passa a refletir de forma negativa, nos países produtores, quando estes não possuem procedimentos adequados de administração de seus recursos hídricos (CHAPAGAIN *et al.*, 2004).

Mundialmente, os recursos hídricos são poupados se os bens produzidos, especialmente produtos agrícolas, são comercializados de locais que apresentem grande produtividade com um baixo consumo de água. Neste contexto, se os países importadores produzissem dentro de suas fronteiras todos os produtos que necessitam isto exigiria 1600×10^9 m³/ano, entretanto os produtos são produzidos com apenas 1200×10^9 m³/ano nos países exportadores, poupando cerca de 400 bilhões m³/ano de água (WWF, 2010).

Os grandes exportadores de água virtual estão localizados: na Austrália; no continente americano (EUA, Canadá, Brasil e Argentina); e no sul da Ásia (Índia, Paquistão, Indonésia e Tailândia). Já os grandes importadores estão situados no norte da África, Oriente Médio, México, Europa, Japão e Coreia do Sul.

A China, a Índia e os EUA são os países que apresentam as maiores PH dentro de suas fronteiras, com 1207, 1182 e 1053 Mm³/ano, respectivamente. Estes três países juntos detêm aproximadamente 38% da PH global referente a produção

de produtos agrícolas. O quarto país no ranking é o Brasil, com cerca de 482 Mm³/ano de PH total dentro de suas fronteiras.

A produção agrícola é o ramo que demanda o maior consumo de água, calcula-se que para o período de 1996 a 2005, o setor compreendeu cerca de 92% do consumo de água do mundo, ultrapassando o consumo de água do setor industrial, com cerca de 4,4%, e consumo doméstico 3,6% (HOEKSTRA e MEKONNEN, 2012).

São quatro os importantes aspectos que influenciam na definição da Pegada Hídrica de um país, são eles: a capacidade de aquisição da população, relacionado ao PIB; os hábitos alimentares, relacionados ao nível de consumo de carne (baixo, médio ou alto); as condições climáticas e métodos utilização na produção de produtos agrícolas. A influência desses indicadores faz com que a PH varie de país para país.

Segundo o WWF (2011), a PH média mundial referente ao consumo é de 1385 m³/ano por habitante entre os anos de 1996 a 2005. Aproximadamente 92% da Pegada Hídrica é relativa ao consumo de produtos agrícolas, 5% a compra de bens industriais, e 4% ao consumo doméstico. Nos Estados Unidos a Pegada Hídrica de um cidadão classificado como consumidor médio é de 2.842 m³/ano, enquanto que pessoas na Índia e na China apresentam uma PH de 1071 m³/ano e 1089 m³/ano, respectivamente.

Ainda de acordo com o WWF (2011), no Brasil apenas 5% da Pegada Hídrica dos cidadãos é referente ao uso doméstico com o consumo de água na cozinha e no banheiro, a maior parcela, cerca de 95%, é referente a aquisição de bens e serviços, principalmente com compra de carnes e produtos agrícolas. Isto significa que se as pessoas quiserem reduzir sua PH, elas devem olhar criteriosamente para sua dieta alimentar, com a adoção de hábitos saudáveis em vez de seu uso de água na cozinha, banheiro e jardim, por exemplo.

Em seu estudo sobre a Pegada Hídrica no Brasil, Maracajá (2013) obteve um PH média de 1.107 m³/ano, onde a maior PH foi encontrada no Distrito Federal (2.588 m³/ano) e a menor no Estado do Bahia (751 m³/ano). A região Nordeste apresentou uma PH média de 805 m³/ano. Segundo o autor, cerca de 56% dos estados brasileiros possuem PH inferior a 1.000 m³/ano, indicando que o Brasil ainda é um país com PH abaixo da média mundial que é de 1.385 m³/ano.

2.3.4 Pegada Hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores

A Pegada Hídrica de um consumidor é definida por Hoekstra *et al.* (2011), como sendo o volume total de água doce consumida e poluída na produção de bens e serviços por ele utilizados. Por consequência a Pegada Hídrica de um grupo de consumidores é igual à soma das Pegadas Hídricas de cada consumidor.

Ela é calculada pelo somatório das pegadas direta e indireta do indivíduo e é expressa pelo o volume de água por unidade de tempo. Em termos de tempo, dependendo do nível de detalhe desejado, pode ser expressa em dia, mês ou ano.

$$PH_{cons} = PH_{cons,dir} + PH_{cons,ind} \quad \text{Equação 1}$$

[volume/tempo]

A PH direta se refere ao consumo e à poluição relacionados ao uso da água em casa ou no jardim. A PH indireta se refere ao consumo e à poluição da água que podem estar associados à produção dos bens e serviços utilizados pelo consumidor. O uso indireto da água é calculado multiplicando todos os produtos consumidos por suas respectivas pegadas hídricas de produto, como mostra a equação a seguir.

$$PH_{cons,ind} = \sum C [p] * PH_{prod} [p] \quad \text{Equação 2}$$

[volume/tempo]

Onde $C [p]$ é o consumo do produto “p” (unidades de produto/tempo) e $PH_{prod} [p]$ representa a PH desse produto (volume de água/unidade de produto). O conjunto de produtos considerados se refere ao somatório completo de bens e serviços utilizados pelo consumidor final.

Geralmente, o volume total de “p” consumido terá sua origem em diversos lugares “x”. A PH média de um produto “p” consumido é calculada conforme segue:

$$PH_{prod} [p] = \frac{\sum_x C [x,p] * PH_{prod}[x,p]}{\sum_x C [x,p]} \quad \text{Equação 3}$$

[volume/unidade de produto]

Onde $C [x,p]$ é o consumo do produto “p” da origem “x” (unidades de produto/tempo) e $PH_{prod} [x, p]$ é a PH de um produto “p” da origem “x” (volume de água/ unidade de produto).

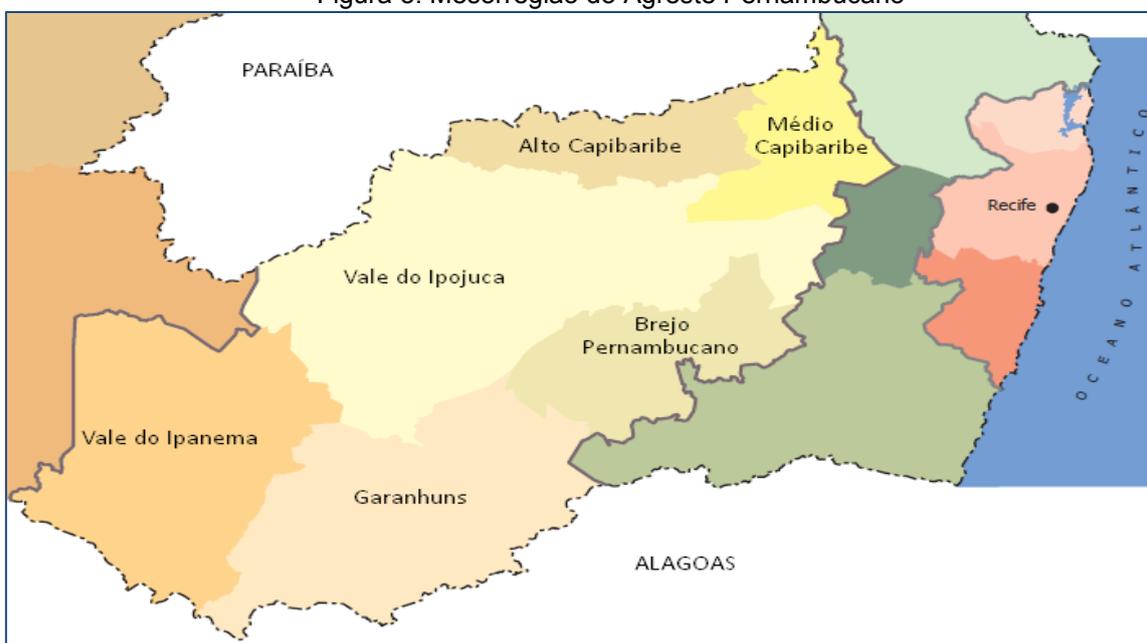
Dependendo do nível desejado de detalhe da análise, é possível rastrear a origem dos produtos consumidos com maior ou menor precisão. Caso não seja possível traçar as origens dos produtos consumidos, a solução é utilizar as estimativas das médias globais ou nacionais para as Pegadas Hídricas dos produtos em análise.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Área de estudo

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), a mesorregião do Agreste Pernambucano (Figura 4) é composta por seis microrregiões: Vale do Ipanema, Garanhuns, Brejo Pernambucano, Vale do Ipojuca, Alto Capibaribe e Médio Capibaribe, abrangendo 71 municípios e ocupando uma área total de 24.480 Km², correspondente a 24,94% do território do estado. Seu perfil produtivo é baseado na agricultura e pecuária, onde se destacam as atividades de criação de gado, cultivo de hortaliças, de frutas e algodão. Além disso, outras atividades que se destacam por movimentar a economia da região estão relacionadas ao comércio, confecção, artesanato e turismo.

Figura 3. Mesorregião do Agreste Pernambucano



Fonte: ATLAS, 2006 (Adaptado)

De acordo com o INMPE – Instituto Nacional de Meteorologia, a região apresenta uma média pluviométrica e de evapotranspiração por ano de aproximadamente, 890 e 1700 milímetros, respectivamente, e uma umidade média de 72%.

No presente estudo, foram analisadas duas, microrregiões do Agreste Pernambucano: a microrregião do Brejo Pernambucano e a microrregião de Garanhuns.

A microrregião do Brejo Pernambucano é composta por 11 municípios, como mostrado na Tabela 1. Estende-se por uma área de 2.550,44 km² e conta com uma população de 216.390 mil habitantes. Os municípios mais populosos são Bonito, Panelas e Cupira, respectivamente (IBGE, 2010).

Tabela 1. Dados dos municípios da microrregião do Brejo Pernambucano

Município	Área (Km ²)	População	Densidade Demográfica	IDH*	IG**
Agrestina	201,82	22679	112,36	0,592	0,48
Altinho	456,49	22353	48,99	0,598	0,51
Barra de Guabiraba	115,12	12776	110,88	0,577	0,51
Bonito	401,82	37566	93,5	0,561	0,55
Camocim de São Felix	53,92	17104	317,21	0,588	0,53
Cupira	106,24	23390	220,18	0,592	0,49
Ibirajuba	190,13	7534	39,63	0,58	0,47
Lagoa dos Gatos	234,32	15615	66,64	0,551	0,5
Panelas	372,81	25645	68,81	0,569	0,56
Sairé	196,52	11240	57,21	0,585	0,45
São Joaquin do Monte	242,94	20488	84,34	0,537	0,53

Fonte: IBGE (2010, adaptado pelo autor).

Nota:

*Índice de desenvolvimento Humano

** Índice de Gini

Localizada na região do estado onde predomina o clima semiárido e vegetação de caatinga, a microrregião apresenta espaços que, devido à altitude e exposição aos ventos alísios do Sudeste, têm temperaturas mais amenas, maior pluviosidade e vegetação mais densa, em relação a outras regiões do Agreste Pernambucano, (APAC, 2018).

Segundo dados da CPRH (2018), dos 11 municípios pertencentes à microrregião, apenas Sairé não faz parte da bacia hidrográfica do Rio Una, com área de drenagem equivalente a 6.292,89 Km². A bacia do Rio Una é uma das principais bacias hidrográficas do estado, suas águas são utilizadas para abastecimento doméstico e irrigação nas áreas rurais da microrregião.

De acordo com o IBGE (2010), a microrregião de Garanhuns possui uma área de 5.179,31 km², e é constituída por 19 municípios, como mostrado na Tabela 2. Os municípios mais populosos são Garanhuns, Bom Conselho e Lajedo.

Tabela 2. Dados dos municípios da microrregião de Garanhuns

Município	Área (Km²)	População	Densidade Demográfica	IDH*	IG**
Angelim	118,0	10.202	86,43	0,572	0,58
Bom Conselho	792,2	45.503	57,44	0,563	0,62
Brejão	159,8	8.844	55,35	0,547	0,49
Caetés	329,5	26.577	80,66	0,522	0,60
Calçado	121,9	11.125	91,23	0,566	0,53
Canhotinho	423,1	24.521	57,96	0,541	0,52
Correntes	328,7	17.419	53,00	0,536	0,52
Garanhuns	458,6	129.408	282,21	0,664	0,59
Iati	635,1	18.360	28,91	0,528	0,55
Jucati	120,6	10.604	87,92	0,550	0,50
Jupi	105,0	13.705	130,54	0,575	0,50
Jurema	148,3	14.541	98,08	0,509	0,51
Lajedo	189,1	36.628	193,70	0,611	0,50
Palmeirina	158,0	8.189	51,82	0,549	0,51
Paranatama	230,9	11.001	47,65	0,537	0,55
Saloá	252,1	15.309	60,73	0,559	0,55
São João	258,3	21.312	82,50	0,570	0,56
Terezinha	151,4	6.737	44,48	0,545	0,53

Fonte: IBGE (2010, adaptado pelo autor)

Nota:

*Índice de desenvolvimento Humano

** Índice de Gini

A principal atividade econômica da microrregião é a criação de gado de leite e de corte, o comércio também é significativo, sobretudo nos municípios de Lajedo e Garanhuns, que desenvolve atividades ligadas ao turismo e lazer em função do seu clima de baixas temperaturas.

Segundo dados do CPRH (2018), fazem parte dessa microrregião três grandes bacias hidrográficas do estado: Bacia do rio Ipanema, Bacia do rio Una, e a Bacia do rio Mundaí a qual possui 8 municípios inseridos, dos 19 constituintes da microrregião.

Os dados referentes às populações das microrregiões em estudo, estão apresentados por sexo e por situação de domicílio urbano e rural para as microrregiões e o estado de Pernambuco como um todo. Segundo o IBGE, os censos realizados nos anos de 2000 e 2010, apresentam os seguintes dados para as microrregiões, como mostrados na Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3. População residente, por domicílio e sexo, segundo o estado de Pernambuco, e as microrregiões do Brejo Pernambucano e de Garanhuns (2000).

Unidade Geográfica	Total	Sexo		Situação do domicílio		Área total (km ²)	Densidade demográfica (hab./km ²)
		Homens	Mulheres	Urbana	Rural		
Pernambuco	7.911.937	3.821.868	4.090.069	6.052.930	1.859.007	98.526,60	80,30
Brejo Pernambucano	210.708	104.231	106.477	122.373	88.335	2.512,30	83,87
Garanhuns	412.852	200.163	212.689	235.883	176.969	5.174	79,79

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000, adaptado pelo autor.

Tabela 4. População residente, por domicílio e sexo, segundo o estado de Pernambuco, e as microrregiões do Brejo Pernambucano e de Garanhuns (2010).

Unidade Geográfica	Total	Sexo		Situação do domicílio		Área total (km ²)	Densidade demográfica (hab./km ²)
		Homens	Mulheres	Urbana	Rural		
Pernambuco	8.796.448	4.230.681	4.565.767	7.052.210	1.744.238	98.146,32	89,63
Brejo Pernambucano	216.390	106.438	109.952	148.617	67.773	2.550,44	84,84
Garanhuns	442.117	214.300	227.817	278.233	163.884	5.179,31	85,36

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010, adaptado pelo autor.

De acordo com o IBGE para os anos de 2000 e 2010, as microrregiões do Brejo Pernambuco e Garanhuns possuem uma área média de 2531,35 Km² e 5176,85 Km², respectivamente, o que equivale a cerca de 8% da área total do estado de Pernambuco. Os dados apontam que em dez anos as populações das microrregiões em estudo tiveram um aumento populacional de 34.947 habitantes, totalizando em 2010 o montante de 658.507 pessoas, equivalendo neste ano a 7,49% da população pernambucana. Nota-se que nesse período o número de homens e mulheres praticamente não se alterou, sendo de aproximadamente 49% e

52% para a microrregião do Brejo Pernambucano, de 48,5% e 51,5% para a microrregião de Garanhuns, e 48% e 52% para todo o estado de Pernambuco, respectivamente.

Observa-se ainda que, nos últimos dez anos, houve um decréscimo na população residente em áreas rurais das microrregiões em estudo e de modo geral para o estado. A predominância da população urbana é de aproximadamente 69% para a microrregião do Brejo Pernambucano, de 63% para a microrregião de Garanhuns e de 81% para Pernambuco.

3.2 Amostragem de estudo

Em alternativa a impossibilidade de se obter dados de todos os indivíduos das microrregiões, foi definido um número amostral mínimo de questionários representativos a fim de se caracterizar a população em estudo. Portanto, para determinação de uma amostra representativa, foi realizado o procedimento de amostragem aleatória.

Como o objetivo de uma amostragem é representar seus resultados de forma generalizada para a população em estudo, para que as inferências realizadas sejam válidas, deve-se utilizar um procedimento de amostragem aleatória. Permitindo dessa forma, que cada elemento da população possua a mesma probabilidade de fazer parte da amostra Callgari-Jacques (2003).

De acordo com Triola (1999) para a análise de populações finitas o tamanho da amostra é determinado pela equação 4.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Equação 4

Onde:

n = o tamanho da amostra.

N = tamanho da população.

Z = é o desvio padrão para alcançar o nível de confiança desejado.

e = é a margem de erro máxima de estimativa.

p = é a proporção populacional de indivíduos que pertence a categoria que estamos interessados em estudar.

Para o cálculo da amostragem da Microrregião do Brejo Pernambucano foi adotado um intervalo de confiança de 99% ($Z = 2.575$), erro amostral de 10%, e proporção de ocorrência ou não das variáveis de 50%. Foi obtido para essas variáveis um número mínimo de 167 amostras.

Para o cálculo da amostragem da Microrregião de Garanhuns foi adotado um intervalo de confiança de 95% ($Z = 1.96$), erro amostral de 12%, e proporção de ocorrência ou não das variáveis de 50%, obtendo assim um número mínimo de 67 questionários respondidos para a microrregião em análise.

3.3 Aplicação do questionário

Para a coleta de dados deste estudo, foi aplicado um questionário virtual (Apêndice A), contendo perguntas abertas e de múltipla escolha abrangendo todas as informações necessárias para o cálculo da Pegada Hídrica. O questionário foi formulado com base nas perguntas contidas na calculadora desenvolvida pela Rede da Pegada Hídrica (*Water Footprint Network – WFN*).

A pesquisa contou com um total de 30 questões relacionadas ao consumo de alimentos, ao uso doméstico da água, ao consumo de bens industriais e renda bruta mensal. A contribuição da Pegada Hídrica individual referente aos alimentos possui algumas categorias, como: cereais, carne, vegetais, frutas, laticínios, açúcar, estimulantes dentre outros, ver apêndice.

O questionário foi elaborado através do Formulário Google (Google Forms), uma ferramenta versátil voltada para elaboração de pesquisas virtuais. A pesquisa foi enviada por e-mail para alunos e professores da Universidade Federal de Pernambuco – Campus do Agreste, divulgada em redes sociais e compartilhada entre amigos e familiares com o intuito de atingir o maior número de pessoas possíveis. A coleta de dados durou aproximadamente 8 meses e foi finalizada quando foi atingido um total de 290 questionários respondidos.

3.4 Cálculo da Pegada Hídrica

Os dados obtidos através dos questionários foram analisados e organizados em uma planilha do Excel e em seguida foi calculada a Pegada Hídrica de cada um dos indivíduos pertencentes à amostragem de cada microrregião em estudo.

Para o cálculo da Pegada Hídrica de cada um dos indivíduos foi utilizada a calculadora online desenvolvida pela Rede da Pegada Hídrica (*Water Footprint Network* – WFN), a qual está disponível no site: <http://waterfootprint.org>. Os valores obtidos pela calculadora apresentam seus respectivos quantitativos relacionados aos seus componentes de alimentos, uso doméstico e bens industrializados.

Ainda de acordo com a metodologia utilizada foi realizada a conversão dos dados de renda bruta mensal obtida em reais (R\$) para renda anual em dólar (US\$), cuja cotação do dia 03/06/2018 foi de R\$ 3,767 para cada US\$ 1,00.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados foi efetuada em três etapas, sendo estas: análise da Pegada Hídrica média das microrregiões; a correlação existente entre a renda e os componentes da Pegada Hídrica (comida, uso doméstico e bens industriais); correlação existente entre os componentes da PH e a PH total.

4.1 Análise da Pegada Hídrica estendida

Dos 238 questionários respondidos as cidades mais representadas nas respostas dos mesmos foram: Agrestina (65), Altinho (16), Bonito (20), Cupira (19), Garanhuns (27), Jurema (12), Lagoa dos Gatos (11), Lajedo (12) e São Joaquim do Monte (11). Os principais dados obtidos estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5. Dados obtidos na pesquisa: número de questionários, renda anual, IDH e PH total

Cidade	Número de questionários	Média da renda anual (R\$)	Média da renda anual (US\$)	IDH*	PH** total (m ³ /ano)
Agrestina	65	27972,49	7480,85	0,592	1174
Altinho	16	14790,25	3926,27	0,598	1298
Barra de Guabiraba	3	13400,00	3557,21	0,577	1030
Bom Conselho	2	25200,00	6689,67	0,563	1164
Bonito	20	18666,60	4955,30	0,561	1398
Cachoeirinha	9	6575,11	174,45	0,579	892
Camocim de S. Félix	12	33192,89	8811,49	0,588	1169
Canhotinho	1	6000,00	1592,78	0,541	1417
Cupira	19	55848,00	14825,59	0,592	1262
Garanhuns	27	83155,33	22074,68	0,664	1258
Jupi	4	13770,00	3655,43	0,575	1471
Jurema	12	12356,00	3280,06	0,509	967
Lagoa dos Gatos	11	15488,01	4111,50	0,551	1184
Lajedo	12	23373,33	6204,76	0,611	1034
Limoeiro	1	42000,00	11149,46	0,663	989
Panelas	9	19667,56	5221,01	0,569	1073
Sairé	2	8117,04	2154,78	0,585	1052
São João	2	27000,00	7167,51	0,57	1222
São J. do Monte	11	21163,64	5618,17	0,537	1115
MÉDIA GLOBAL	238	24617,70	6538,00	0,58	1181,43

Fonte: Autor (2018)

Nota:

*Índice de desenvolvimento Humano

** Pegada Hídrica

Após o cálculo da Pegada Hídrica para cada amostra das microrregiões em estudo, foi realizada uma análise estatística através do teste ANOVA para comparar os valores médios e a variância existentes entre os resultados de cada indivíduo, assumindo um nível de significância de 5%. Como o p-valor obtido foi superior ao nível de significância estabelecido, p-valor igual a 0,8964 como mostrado na Tabela 6, conclui-se que não existe diferença significativa entre as Pegadas Hídricas das duas microrregiões em estudo, podendo dessa forma serem analisadas como uma única região.

Tabela 6. Valores do teste ANOVA

Microrregião	Contagem	Média	Variância	F	P-valor
Brejo Pernambucano	168	1136.970	151438.6279	0.0017	0.8964
Garanhuns	70	1129.686	161039.09	-	-

Fonte: Autor (2018)

De acordo com a Tabela 5, analisando os valores médios da PH total para Agrestina e Garanhuns, duas das cidades com maior número de questionários respondidos, 1.173 m³/ano e 1.258 m³/ano, respectivamente, observa-se uma diferença de 83 m³/ano, o que representa cerca de 7% da PH total da região em estudo.

Ainda de acordo com a Tabela 5 o valor médio da Pegada Hídrica obtido para a região estudada foi de 1.181,43 m³/ano, menor que o valor da PH média do Brasil encontrada por Hoekstra (2011) que foi de 2.027 m³/ano. Essa diferença pode ser justificada pelo grau de desenvolvido humano das regiões em análise (IDH), onde de acordo com Maracajá (2013), quanto mais desenvolvida a região maior será sua Pegada Hídrica, que neste caso o IDH médio foi de 0,58 para a região estudada, enquanto que para o Brasil este mesmo índice é de 0,73, fato esse que também ocorre entre as cidades de Agrestina e Garanhuns, onde os valores de IDH são de 0,592 e 0,664, respectivamente.

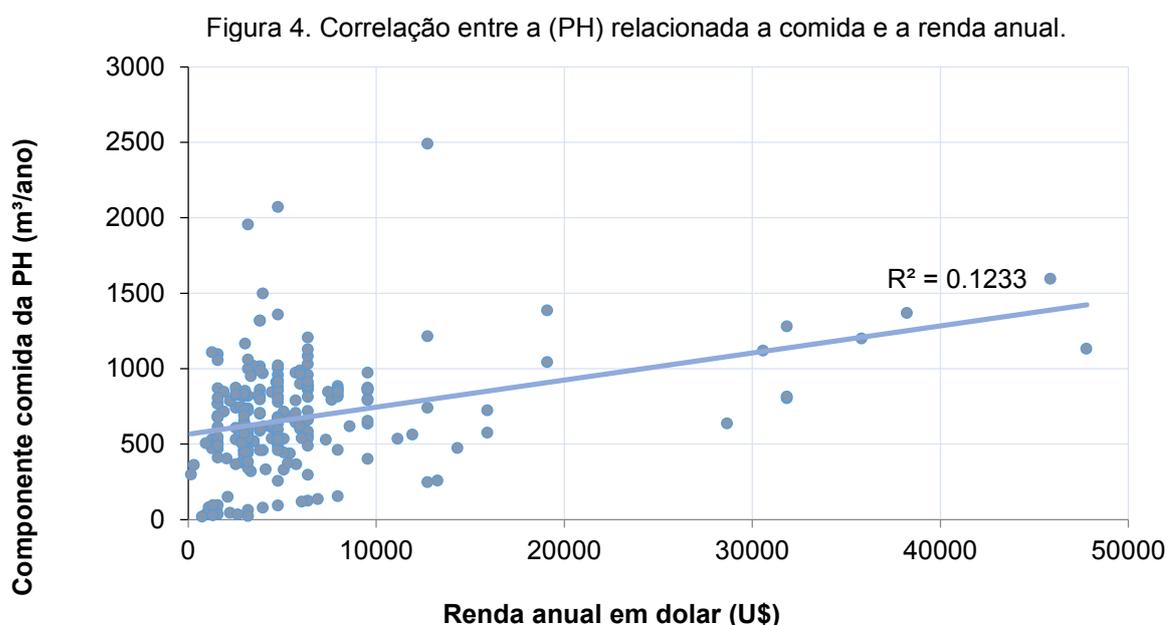
4.2 Correlações entre a renda e as componentes da Pegada Hídrica

Como no cálculo da Pegada Hídrica estendida é considerada a renda de cada indivíduo, foi avaliada uma possível relação entre a mesma e as componentes da

PH: hábitos alimentares (comida), uso doméstico e bens industriais. As Figuras 1, 2 e 3 mostram os gráficos de dispersão, com os resultados de cada indivíduo e suas respectivas correlações.

De acordo com Figueiredo *et al.* (2009) o coeficiente de correlação pode ser classificado da seguinte forma: fraco (valor de R entre de 0,1 a 0,3); moderada (R entre 0,4 e 0,6); forte (valor de R entre 0,7 e 1).

A componente da PH comida indica a quantidade de água consumida por uma pessoa de acordo com seus hábitos alimentares, ou seja, é quantificada levando em consideração a utilização dos recursos hídricos para produção de cada tipo de alimento. A Figura 4 mostra o gráfico que correlaciona PH comida com a renda de cada indivíduo da amostra.



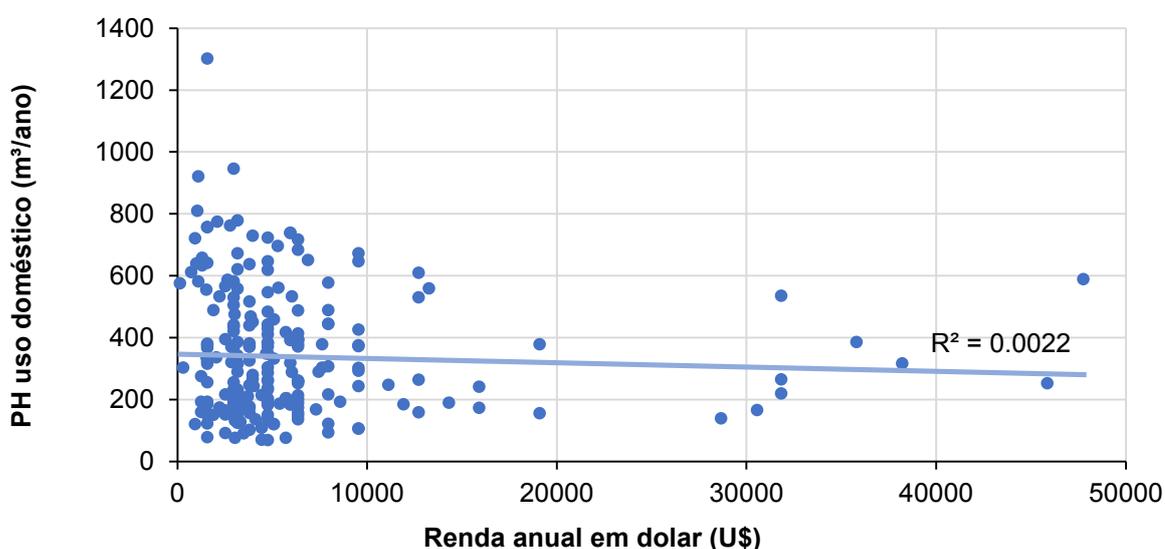
Fonte: Autor (2018)

Como a amostra foi direcionada à classe média, a renda média não teve muita alteração, então ao analisar a Figura 4, percebe-se que a renda anual da maioria dos indivíduos está na faixa de até 10 mil dólares, onde para essa renda a PH comida se concentra entre a faixa de aproximadamente 300 a 1000 m³/ano. Contudo, ao analisar o coeficiente de determinação para todos os indivíduos da amostra, nota-se que a renda pouco influencia na PH da comida, onde

aproximadamente 12% da variabilidade da renda influencia nessa componente, apresentando uma correlação fraca ($R = 0,35$) (FIGUEIREDO *et al.*, 2009).

A Figura 5 mostra o gráfico que relaciona a renda com a PH uso doméstico. Esta componente da Pegada Hídrica demonstra a quantidade de água consumida por uma pessoa relacionada ao seu consumo direto, ou seja, indica a quantidade de água consumida nas atividades diárias (tomar banho, lavar as mãos, e fazer a barba, por exemplo).

Figura 5. Correlação entre a (PH) relacionada ao uso doméstico e a renda anual.



Fonte: Autor (2018)

O gráfico de dispersão da Figura 5 demonstra uma correlação fraca entre a PH uso doméstico e a renda, apresentando um coeficiente de correlação ($R = 0,046$), diante disso, conclui-se que apenas 0,2% da renda influencia na PH de uso doméstico.

De acordo com Feijão Neto (2016), o consumo doméstico de água não depende exclusivamente da renda, sendo assim, também deve-se levar em consideração outros fatores, como a localização geográfica, o clima, e a cultura da região.

A componente da PH relacionada aos bens industriais quantifica o consumo indireto dos recursos hídricos por um indivíduo relativo a fabricação de produtos e seu padrão de consumo. A Figura 6 demonstra a correlação existente entre a renda e a PH bens industriais.

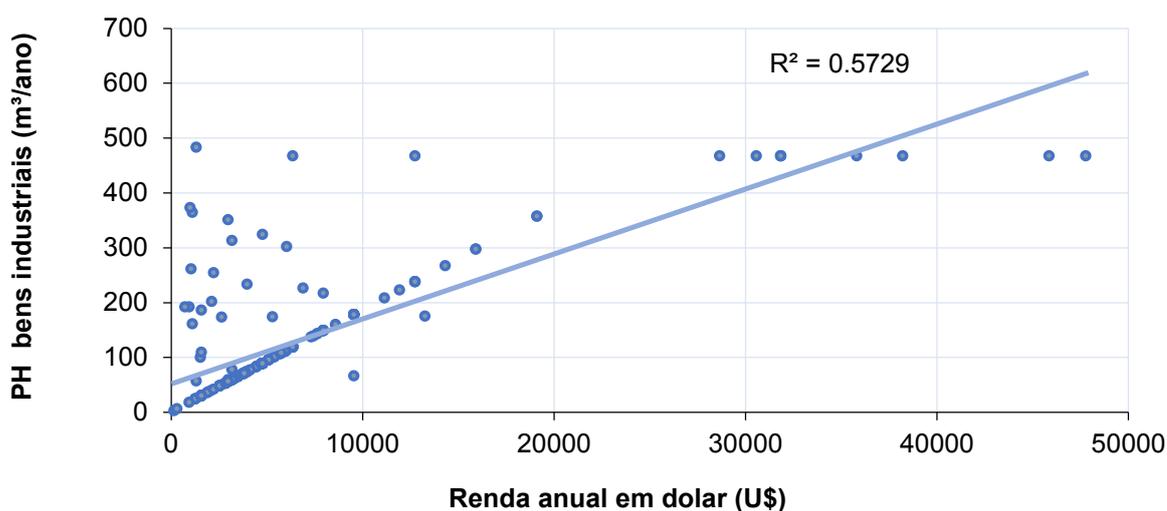


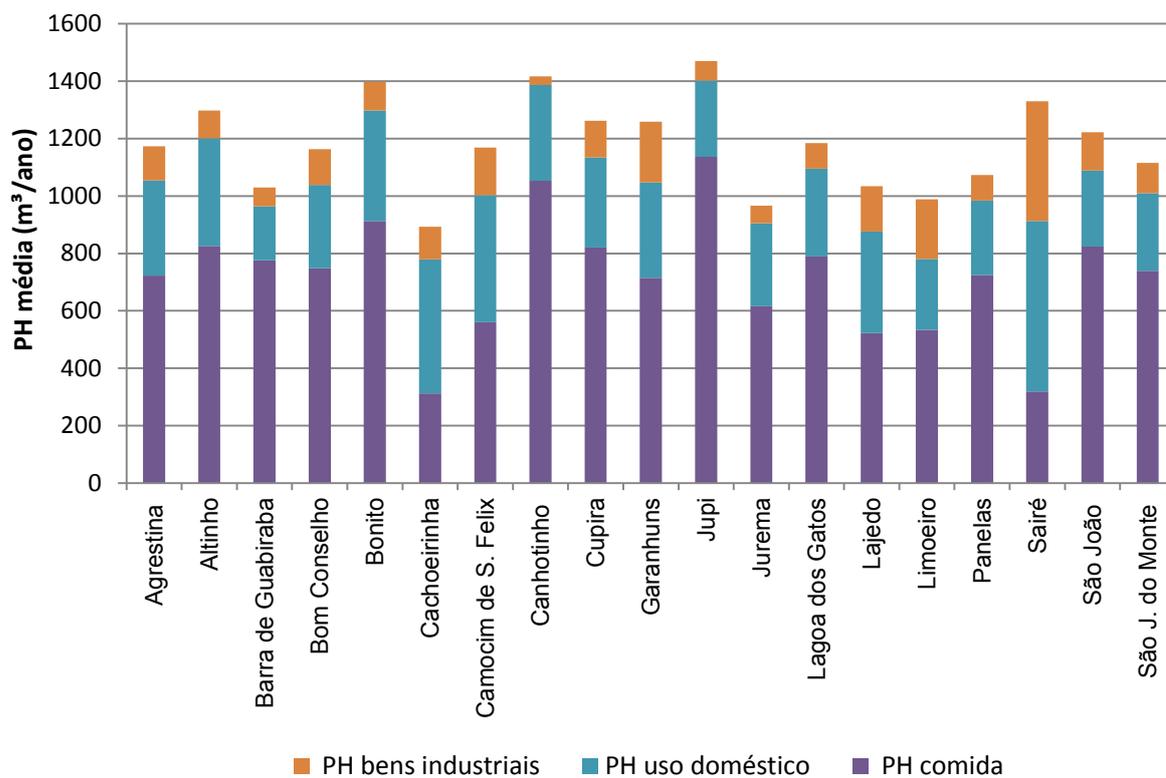
Figura 6. Correlação entre a (PH) relacionada aos bens industriais e a renda anual.

Na Figura 6, observa-se que a linha de tendência se apresenta de forma crescente, apresentando um coeficiente de correlação igual a 0,757, o que implica numa correlação forte. Pode-se dizer que cerca de 57% da renda influencia na PH de bens industriais de cada indivíduo.

4.3 Correlação existente entre as componentes da PH e a PH total

A Figura 7 demonstra os valores médios das componentes da PH (PH comida, PH uso doméstico e PH de bens industriais), para as 19 cidades da região em estudo. Observa-se ao analisar a Figura 7, que dentre as três componentes da PH representadas a que mais influência na PH total é a componente relacionada ao consumo de alimentos. Diante disso, buscou-se verificar a correlação existente entre as componentes da PH e suas respectivas PH total.

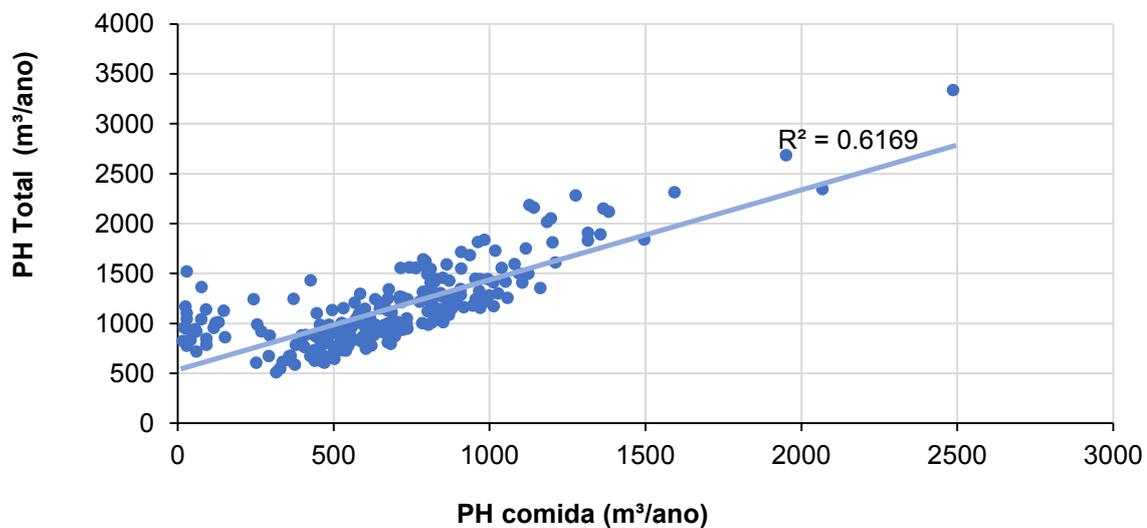
Figura 7. Médias das componentes da Pegada Hídrica por cidade



Fonte: Autor (2018)

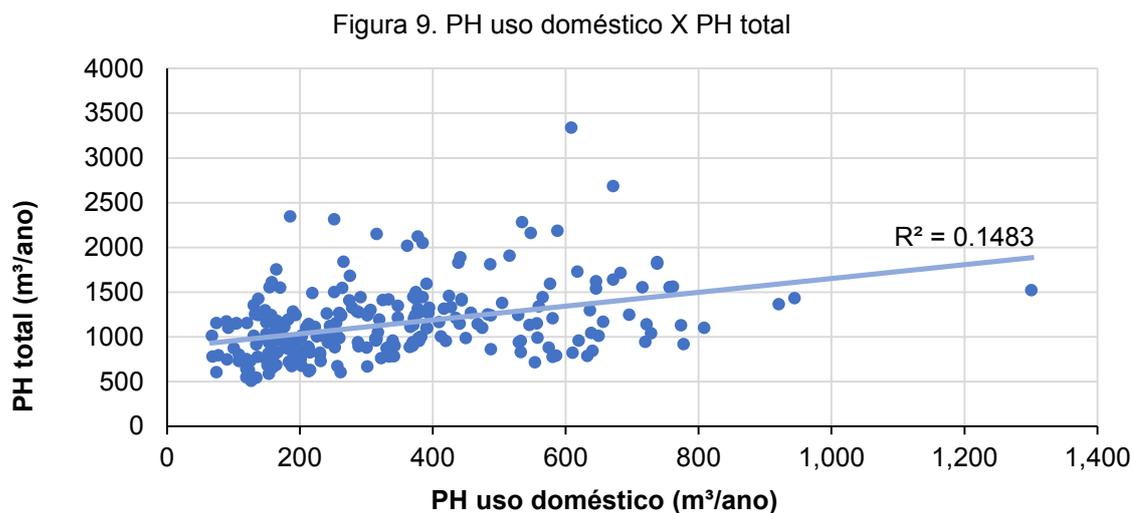
As Figuras 8, 9 e 10 apresentam graficamente o nível das correlações entre as componentes de PH supracitadas.

Figura 8. PH comida X PH total



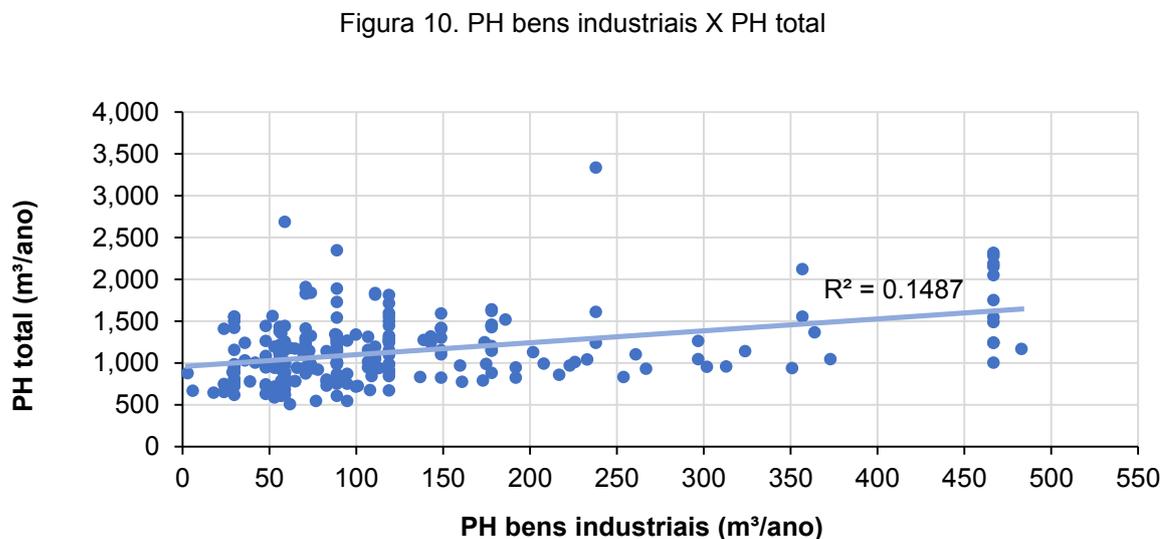
Fonte: Autor (2018)

Na Figura 8, observa-se que os pontos plotados no gráfico alinham-se segundo uma reta crescente, e que a linha de tendência apresenta correlação igual a 0,785, o que demonstra uma forte correlação linear, ou seja, de acordo com o teste estatístico da regressão linear, existe uma significância de aproximadamente 62% entre a componente da PH relacionada aos hábitos alimentares (PH comida) e a PH total.



Fonte: Autor (2018)

No entanto, de acordo com a Figuras 9, a relação entre a PH total e seu componente relacionado ao uso doméstico apresenta uma fraca correlação ($R = 0,38$), o que implica dizer que apenas aproximadamente 15% da componente analisada influencia no valor final da Pegada Hídrica.



Fonte: Autor (2018)

Uma correlação fraca também foi encontrada ao analisar PH total e sua componente referente aos bens industriais ($R = 0,38$).

Segundo Hoekstra (2011) a Pegada Hídrica indireta de um consumidor é geralmente maior que a direta, tendo em vista que a maior parte do consumo de água de um indivíduo está associada aos produtos e serviços que ele consome e não à quantidade de água para uso doméstico, o que justifica os resultados de correlação encontrados anteriormente. Em uma escala global, a maior parte do uso da água ocorre na produção agrícola e nas atividades de irrigação, por exemplo, para produção de 1 kg de carne são necessários em média 15 mil litros de água.

De acordo com o presente estudo, fica claro que, em relação a quantidade de água, as políticas de conservação dos recursos hídricos devem ser direcionadas principalmente aos hábitos alimentares e a produção agrícola, muito mais do que os esforços relacionados as demandas para o consumo doméstico e industrial. No entanto, vale ressaltar que quando se pensa em conservação dos recursos hídricos, há de se pensar também na qualidade da água, e nesta questão algumas atividades industriais podem representar um impacto mais pronunciado, ou a depender da situação local a atividade agrícola ou uso doméstico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme ao que foi exposto, através do cálculo da Pegada Hídrica Foi encontrada uma Pegada Hídrica média de 1181,43 m³/ano para cada indivíduo das microrregiões analisadas, valor este menor que a média nacional de 2027 m³/ano. O que pôde ser explicado pelo convívio histórico tanto da população quanto dos setores produtivos locais com estações de seca.

Ao analisar a correlação existente entre a renda e as componentes da Pegada Hídrica foi observado que a renda influencia cerca de 57% na componente de bens industriais e nas componentes de uso doméstico e hábitos alimentares apenas 2% e 12%, respectivamente.

Ao avaliar as componentes da PH (comida, uso doméstico e bens industriais) com a PH total, foi observado que a maior quantidade de água utilizada por um indivíduo está relacionada aos seus hábitos alimentares, onde cerca de 62% da Pegada Hídrica total é influenciada por essa componente. No entanto, as componentes relacionadas ao uso doméstico e bens industriais apresentaram uma correlação fraca, influenciando apenas 15%, cada uma, no valor final da PH total.

Diante disto, a pesquisa mostra que a Pegada Hídrica possuiu duas correlações significativas, aumentando em função dos hábitos alimentares e da renda. Dessa forma, é possível diminuir a Pegada Hídrica de um indivíduo a partir da modificação dos seus hábitos alimentares.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CPRH. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br>. Acesso em 29 de abril de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/>. Acesso em 29 de junho de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Fatos e tendências da água. Brasília, setembro de 2009.

BARROS, FERANDA NUNES; AMIM, MÁRIO M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. Taubaté, São Paulo, abril de 2008)

BRITO, LUIZA T. L.; SILVA, ADERALDO S.; PORTO, EVERALDO R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. Embrapa semiárido, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/159648/disponibilidade-de-agua-e-a-gestao-dos-recursos-hidricos>. Acesso em 30 de junho de 2018.

CALLEGARI-JACQUES, SÍDIA M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2003.

CAMARGO, R. A possível futura escassez de água doce que existe na Terra. São Paulo: Revista Sinergia, vl.3, n.1, 2003. Disponível em: <http://www.cefetsp.com.br>. Acesso em 10 junho de 2017.

CAMPANILI, M. No Brasil, há déficit em meio à abundância. São Paulo: Agência Estado, Caderno Ciência, 2003. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/agianobrasil>. Acesso em 23 maio 2017.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. Water footprint of nations. Value of water research report, Netherlands, UNESCO-IHE, n ° 16, 2004.

COSTA, W.D.; COSTA, W.D. Disponibilidades hídricas subterrâneas na Região Nordeste. A Água em Revista, Belo Horizonte, 1997.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). Revista Política Hoje, Vol. 18, n.1, Recife, 2009.

FIRMINO, ANAISA M.. A Relação Da Pegada Ecológica Com O Desenvolvimento Sustentável / Cálculo Da Pegada Ecológica De Toribaté. Uberlândia 2009.

GUIMARÃES, ROBERTO P.; FEICHAS, SUSANA A. Q. DESAFIOS NA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE. *Ambiente & Sociedade*. Campinas v. XII, n. 2. p. 307-323. Julho de 2009.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALDAYA, M. M., MEKONNEN, M. M. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global. Publicado originalmente em 2011 pela Earthscan.

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

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro: Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Contagem da população 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Contagem da população 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro - Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013.

JORRAT, MARÍA DEL MILAGRO; ARAUJO, PAULA Z.; MELE, FERNANDO D. Sugarcane water footprint in the province of Tucuman, Argentina. Comparison between different management practices. *Journal of Cleaner Production* 188, 2018. p. 521-529.

LEE, YUNG-JAAN. Land, carbon and water footprints in Taiwan. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 54. September 2015. p. 1-8.

LUAN, XIAOBO; WU, PUTE; SUN SHIKUN; WANG, YUBAO; GAO, XUERUI. Quantitative study of the crop production water footprint using the SWAT model. *Ecological Indicators* Volume 89, 2018, p. 1-10.

MAIA NETO, R.F. Água para o desenvolvimento sustentável. *A Água em Revista*, Belo Horizonte, 1997.

MARACAJÁ, K. F. B. Nacionalização dos Recursos Hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica no Brasil. Campina Grande - PB, 2013.

MEKONNEN, M.M. AND HOEKSTRA, A.Y. (2011) National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. *Value of Water Research Report Series No. 50*, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

MORERA, S; COROMINAS, Li; POCH, M.; ALDAYA, M. M.; COMAS, J. Water footprint assessment in wastewater treatment plants. *Journal of Cleaner Production*. Volume 112, Part 5. 20 January 2016, p. 4741-4748.

NOGUEIRA JR, EDSON; KUMAR, MAYANK; PANKRATZ, STAN; OYEDUN, ADDETOYESE O.; KUMAR, AMIT. Development of life cycle water footprints for the production of fuels and chemicals from algae biomass. *Water Research*, Volume 140, 2018. p. 311-322.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA - UNESCO. Relatório sobre o desenvolvimento da água no mundo. Disponível em: <<http://www.unesco.org.br>>. Acesso em 15 maio 2017.

OWUSU-SEKYERE, ENOCH; JORDAAN, HENRY; CHOUCANE, HATEM. Evaluation of water footprint and economic water productivities of dairy products of South Africa. *Ecological Indicators*. Volume 83. December 2017. p. 32-40.

PAZ, VITAL P. S.; TEODORO, REGES E. F.; MENDONÇA, FERNANDO C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental* vol.4 no.3 Campina Grande Set./Dez. 2000.

PEREIRA, L. G. Síntese dos Métodos de Pegada Ecológica e Análise Emergética para Diagnóstico da Sustentabilidade de Países: O Brasil como Estudo de Caso. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Departamento de Engenharia de Alimentos, 2008.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. O que é o IDH. PNUD Brasil 2018. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idh.html>. Acesso em: 20 de abril de 2018.

SANTOS, M. P. A água no Brasil. Curitiba: Ambiente Brasil S/C, 2002. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em 17 maio 2017.

SANTOS, MÁRCIA F. R. F. Sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável: um estudo do modelo suíço. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 4, nº 3, Jul-Set/2009*, p. 11-23.

SEIXAS, V. S. de C., Análise da pegada hídrica de um conjunto de produtos agrícolas. 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do meio ambiente). Faculdade de ciências e tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

SICHE, RAÚL; AGOSTINHO, FENI; ORTEGA, ENRIQUE; ROMEIRO, ADEMAR. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de um país. *Ambiente & Sociedade* v.X, n. 2. Campinas, 2007. p. 137-148.

SILVA, E. A.; FREIRE, O. B. L.; SILVA, Q. P. O. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE COMO INSTRUMENTOS DE GESTÃO: UMA ANÁLISE DA GRI, ETHOS E ISE. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*, Vol. 3, N. 1. Jan./ Abr. 2014.

SU, YIN; GAO, WEIJUN; GUAN, DONGJIE; SU, WEICI. Dynamic assessment and forecast of urban water ecological footprint based on exponential smoothing analysis. *Journal of Cleaner Production*. Volume 195, 2018, p. 354-364.

TRIOLA, MÁRIO F. *Introdução à Estatística*. 7a. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

TUNDISI, J. G.. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, 2003, 248p.

URBAN, T. Quem vai falar pela terra? In: NEUTZLING, Inácio (org.). *Água: bem público universal*. São Leopoldo: UNISINOS, 2004, 143p.

VIEIRA, BRUNA; SOUSA JUNIOR, WILSON. CONTRIBUIÇÕES PARA ABORDAGEM MUNICIPAL DA PEGADA HÍDRICA: ESTUDO DE CASO NO LITORAL DE SÃO PAULO. *Ambiente & Sociedade*, Set 2015, Volume 18 N° 3 p. 231 – 252.

WATER FOOTPRINT NETWORK (WFN). The water footprint calculators. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/YourWaterFootprin>>. Acesso em: 08 de junho de 2018.

WOLFFENBÜTTEL, ANDRÉA. INDICADORES. In: IPEA, PNUD. *Desafios do desenvolvimento*. Ano 1, nº 4, p 80, novembro de 2004.

WWF - World Wide Fund For Nature, *A Pegada Hídrica do Consumo, Relatório Planeta Vivo 2010*. Brasil, agosto 2010.

WWF-BRASIL. *Pegada ecológica nosso estilo de vida deixa marcas no planeta*. Brasília, junho de 2013.

WWF-INTERNATIONAL. *Planeta Vivo Relatório 2016. Risco e resiliência em uma nova era*. Gland, Suíça, 2016.

XU, MENG; LI, CHUNHUI; WANG, XUAN; CAI, YANPENG; YUE, WENCONG. Optimal water utilization and allocation in industrial sectors based on water footprint accounting in Dalian City, China. *Journal of Cleaner Production*, Volume 176, 1 March 2018, p. 1283-1291.

ZHANG, FAN; ZHAN, JINYAN; LI, ZHIHUILI; JIA, SIQI; CHEN, SIJIN. Impacts of urban transformation on water footprint and sustainable energy in Shanghai, China. *Journal of Cleaner Production*. Volume 190, 2018, p. 847-853.

APENDICE A - QUESTIONÁRIO PEGADA HÍDRICA

1. Em qual cidade você mora?
2. Qual sua faixa etária?
 - **Hábitos alimentares**
3. Quantos gramas por dia você consome de cereais? (Trigo, arroz, milho, etc. 4 colheres de sopa de arroz = 120 gramas)
 - a) Menos de 80 gramas
 - b) Cerca de 80 gramas
 - c) Cerca de 100 gramas
 - d) Cerca de 120 gramas
 - e) Cerca de 150 gramas
4. Quantos gramas de carne vermelha você consome por dia? (Carne bovina e caprina. Um bife médio tem 80 gramas)
 - a) Menos de 80 gramas
 - b) Cerca de 80 gramas (um bife)
 - c) Cerca de 120 gramas (um bife e meio)
 - d) Cerca de 160 gramas (dois bifos)
 - e) Cerca de 200 gramas (dois bifos e meio)
 - f) Mais de 200 gramas
 - g) Não consumo carne vermelha
5. Quantos gramas de laticínios você consome por dia? (Leite e seus derivados. Um copo de leite = 200 gramas. Uma fatia média de queijo = 30 gramas. Potinho de iogurte = 90 gramas)
 - a) Cerca de 60 gramas
 - b) Cerca de 90 gramas
 - c) Cerca de 120 gramas
 - d) Cerca de 200 gramas
 - e) Cerca de 320 gramas

- f) Mais de 320 gramas
 - g) Não consumo laticínios
6. Quantos ovos você consome por semana?
7. Como você prefere sua comida?
- a) Pouco gordurosa
 - b) Com médio teor de gordura
 - c) Muito gordurosa
8. Como é o seu consumo de açúcar e doces por semana?
- a) Baixo
 - b) Médio
 - c) Alto
 - d) Não consumo açúcar
9. Quantos gramas de vegetais você consome por dia? (Um tomate = 120 gramas. Uma cebola = 95 gramas. Uma folha de alface = 5 gramas)
- a) Menos de 60 gramas
 - b) Cerca de 60 gramas
 - c) Cerca de 115 gramas (meio tomate, meia cebola e uma folha de alface)
 - d) Mais de 115 gramas
 - e) Não consumo vegetais
10. Quantos gramas de frutas você consome por dia? (1 banana = 45 gramas. 1 maçã = 80 gramas. 1 manga = 125 gramas. 8 uvas = 100 gramas. 1 laranja = 130 gramas)
- a) Cerca de 50 gramas (uma banana)
 - b) Cerca de 80 gramas (uma maçã)
 - c) Cerca de 150 gramas
 - d) Cerca de 200 gramas
 - e) Mais de 200 gramas
 - f) Não consumo frutas

11. Quantos quilos de raízes você consome por semana? (1 batata doce = 165 gramas, 1 macaxeira = 160 gramas)

- a) Menos de 320 gramas
- b) Cerca de 320 gramas (2 batatas)
- c) Cerca de 480 gramas (4 batatas)
- d) Mais de 640 gramas
- e) Não consumo raízes

12. Quantas xícaras de café você toma por dia?

- a) 1 xícara
- b) 2 xícaras
- c) 3 xícaras
- d) 4 xícaras
- e) Mais de 4 xícaras
- f) Não consumo café

13. Quantas xícaras de chá você toma durante a semana?

- a) 1 xícara por dia
- b) 2 xícaras por dia
- c) 1 xícara por semana
- d) 2 xícaras por semana
- e) 3 xícaras por semana
- f) Não consumo chá

▪ **Uso de água doméstica**

14. Quantos banhos você toma por dia?

- a) 1 banho
- b) 2 banhos
- c) 3 banhos
- d) 4 banhos ou mais

15. Qual o tempo médio você passa no banho?

- a) Menos de 5 minutos

- b) 5 minutos
- c) 10 minutos
- d) 15 minutos
- e) 20 minutos
- f) 30 minutos ou mais

16. Seu chuveiro é padrão, elétrico ou não tem chuveiro?

- a) Padrão
- b) Elétrico
- c) Não tem chuveiro

17. Quantas vezes por dia você escova os dentes, faz a barba ou lava as mãos?

- a) 2 vezes (escova os dentes uma vez, e lava as mãos uma vez, por exemplo)
- b) 3 vezes
- c) 4 vezes
- d) 5 vezes
- e) 6 vezes ou mais

18. Você deixa a torneira aberta ao escovar os dentes ou quando faz a barba?

- a) Sim
- b) Não

19. Quantas vezes por semana você lava roupas?

- a) 1 vez
- b) 2 vezes
- c) 3 vezes
- d) 4 vezes
- e) 5 vezes ou mais
- f) Não lavo roupas

20. Quantas vezes você lava louças por dia?

- a) 1 vez

- b) 2 vezes
- c) 3 vezes
- d) 4 vezes
- e) 5 vezes ou mais
- f) Não lavo louças

21. Quantos minutos você passa lavando a louça?

- a) Menos de 5 minutos
- b) 5 minutos
- c) 10 minutos
- d) 15 minutos
- e) 20 minutos
- f) 30 minutos ou mais
- g) Não lavo louças

22. Se você tem uma máquina de lavar louça, quantas vezes ela é usada por semana?

- a) Menos de 3 vezes
- b) 3 vezes
- c) 4 vezes
- d) 5 vezes ou mais
- e) Não tenho máquina de lavar louças

23. Você tem um banheiro de descarga dupla?

- a) Sim
- b) Não

24. Quantas vezes por semana você lava o carro?

- a) 1 vez
- b) 2 vezes
- c) 3 vezes
- d) 4 vezes
- e) 5 ou mais vezes
- f) Não tenho carro

25. Quantas vezes por semana você rega o jardim?

- a) 1 vez
- b) 2 vezes
- c) 4 vezes
- d) 5 ou mais vezes
- e) Não rego jardim
- f) Não tenho jardim

26. Você rega o jardim por quantos minutos?

- a) 5 minutos
- b) 10 minutos
- c) 15 minutos
- d) 20 minutos ou mais

27. Quantos minutos por semana você passa lavando a calçada?

- a) 5 minutos
- b) 10 minutos
- c) 15 minutos
- d) 20 minutos
- e) 30 minutos ou mais
- f) Não lavo a calçada

28. Se você tem uma piscina, qual é a sua capacidade? (Em metros cúbicos ou litros)

29. Quantas vezes por ano você esvazia sua piscina?

▪ **Renda individual**

30. Qual é a sua renda mensal?