

I-263 - ESTUDO DA PEGADA HÍDRICA NAS MICROREGIÕES DE GARANHUNS E BREJO PERNAMBUCANO

Márcia Maria da Silva⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE – CAA). Atualmente é Sócia-diretora na Empresa UNI – Engenharia e Projetos LTDA.

Marcelo Carlos de Oliveira⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE - CAA. Atuou como diretor de projetos da Empresa Pórtis Júnior - Soluções em, Engenharia Civil. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental da UFPE-CAA, com ênfase em Recursos Hídricos.

Saulo de Tarso Marques Bezerra⁽³⁾

Professor Associado do curso de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Possui graduação em Engenharia Civil, mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, e doutorado em Engenharia Mecânica, ênfase em Automação.

Simone Machado Santos⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Católica de Pernambuco, mestrado e doutorado em Engenharia Civil pela UFPE. Trabalhou como analista ambiental no órgão de controle ambiental do Estado de Pernambuco (CPRH), de 2004 a 2008. Atualmente, é professor associado 1 da UFPE. Trabalha com pesquisa na área de Engenharia Civil e Ambiental, com ênfase em gerenciamento de resíduos sólidos e tratamento de efluentes.

Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves⁽⁵⁾

Graduação em Ciências Biológicas Bacharelado pela UFPE, mestrado e doutorado em Engenharia Civil pela UFPE. Atualmente é professora adjunta da UFPE. Além de professora e pesquisadora coordena o Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) (Aprovado pelo Pleno do Núcleo de Tecnologia do CAA-UFPE, aprovado no dia 18 de dezembro de 2017) e vice representante do NT na comissão de Pós-Graduação e Pesquisa do CAA.

Endereço⁽¹⁾: Rua Visconde de Uruguai, 126 – Indianópolis – Caruaru – PE – CEP: 55024-060 – Brasil – Tel: (81) 9.9697-6947, e-mail: marcia.msilva05@hotmail.com.

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: Pegada Hídrica, Gestão recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são essenciais para o desenvolvimento humano, sobretudo para a economia urbana e o desenvolvimento social. A consciência da necessidade de desenvolver cidades sustentáveis impulsionou o desenvolvimento de novas técnicas de uso sustentável da água, como teto verde, reúso 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, ela é definida como o volume total de água doce utilizado para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou comunidade, ao longo de toda cadeia produtiva (Hoekstra e Chapagain, 2008).

Artigos 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 quantificar a Pegada Hídrica e avaliar sua correlação com alguns índices de desenvolvimentos sociais, no Agreste Pernambucano, especificamente nas microrregiões de Garanhuns e Brejo Pernambucano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), a mesorregião do Agreste Pernambucano, como mostra a Figura 1, 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.

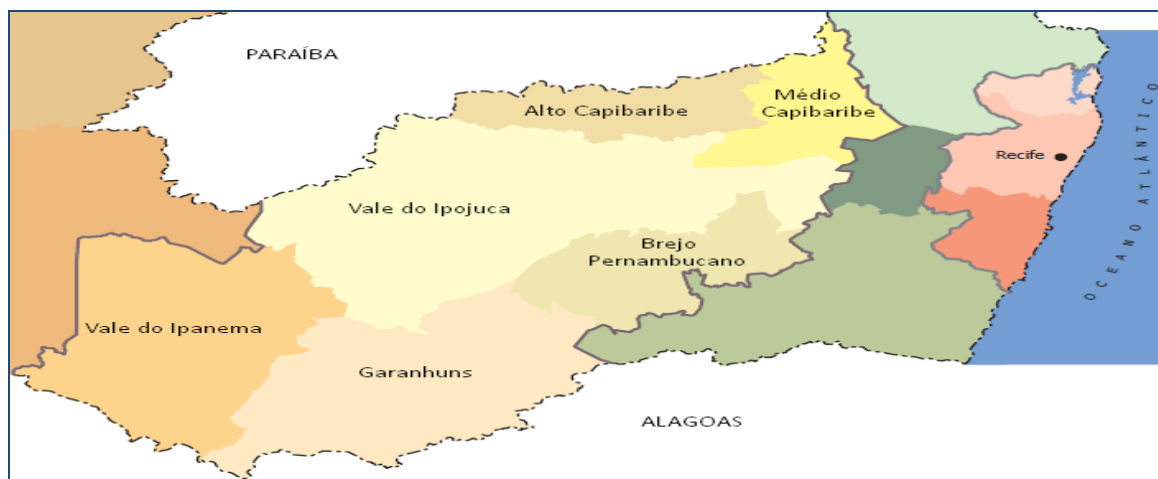


Figura 1 - Mesorregião do Agreste Pernambucano. Fonte: ATLAS, 2006 (Adaptado).

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, das seis, microrregiões do Agreste Pernambucano, são elas a microrregião do Brejo Pernambucano e a microrregião de Garanhuns.

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:

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

Em que:

n = o tamanho da amostra.

N = tamanho da população.

Z = desvio padrão para o nível de confiança desejado.

e = margem de erro máxima de estimativa.

p = proporção populacional de indivíduos de interesses.

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.

Para a coleta de dados, foi aplicado um questionário virtual, elaborado através da plataforma Formulários Google, 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.

O alvo principal da pesquisa foram os municípios mais representativos das microrregiões em estudo, com base na análise do índice populacional e histórico político-geográfico. Os questionários foram enviados por e-mail para alunos e professores da Universidade Federal de Pernambuco – Campus do Agreste, divulgado em redes sociais e compartilhado 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.

Os dados obtidos através dos questionários foram analisados e organizados em planilha do Microsoft Excel e em seguida foi calculada a PH de cada um dos indivíduos utilizando a calculadora online desenvolvida pela Rede da Pegada Hídrica, 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 necessária 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.

RESULTADOS

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.

Pegada Hídrica média das microrregiões

Dos 290 (duzentos e noventa) questionários respondidos, 238 (duzentos e trinta e oito) pertenciam as microrregiões de estudo. Os dados foram inseridos individualmente na calculadora online e a partir dos resultados gerados foram obtidas as Pegadas Hídricas média para cada microrregião, como mostra a Figura 2.

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 1, 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.

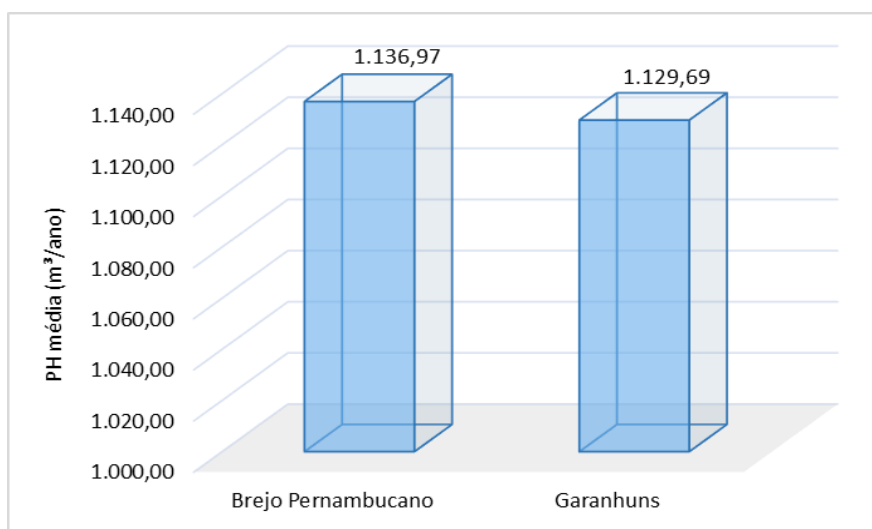


Figura 2 – Pegada Hídrica média

Logo tem-se que a Pegada Hídrica média para a região é 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 é de 0.58 para a região estudada, enquanto que para o Brasil este mesmo índice é de 0.73, segundo o IBGE, 2010.

Tabela 1 – Valores do teste ANOVA

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

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. De acordo com Figueiredo et al. (2009) o coeficiente de correlação pode ser classificado da seguinte forma: fraco (valor de R entre 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 3 mostra o gráfico que correlaciona PH comida com a renda de cada indivíduo da amostra. Como a amostra foi direcionada à classe média, a renda média não teve muita alteração, então ao analisar a Figura 3a, 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 1100 m³/ano, apresentando uma correlação fraca ($R=0,262$).

A Figura 3b 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). O gráfico de dispersão da Figura 3b demonstra uma correlação fraca entre a PH uso doméstico e a renda, apresentando um coeficiente de correlação ($R=0,0678$).

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 (Figura 3c) quantifica o consumo indireto dos recursos hídricos por um indivíduo relativo a fabricação de produtos e seu padrão de consumo. A Figura 3c demonstra a correlação existente entre a renda e a PH bens industriais. Na Figura observa-se que a linha de tendência se apresenta de forma crescente, apresentando um coeficiente de correlação igual a 0,481, o que implica numa correlação moderada.

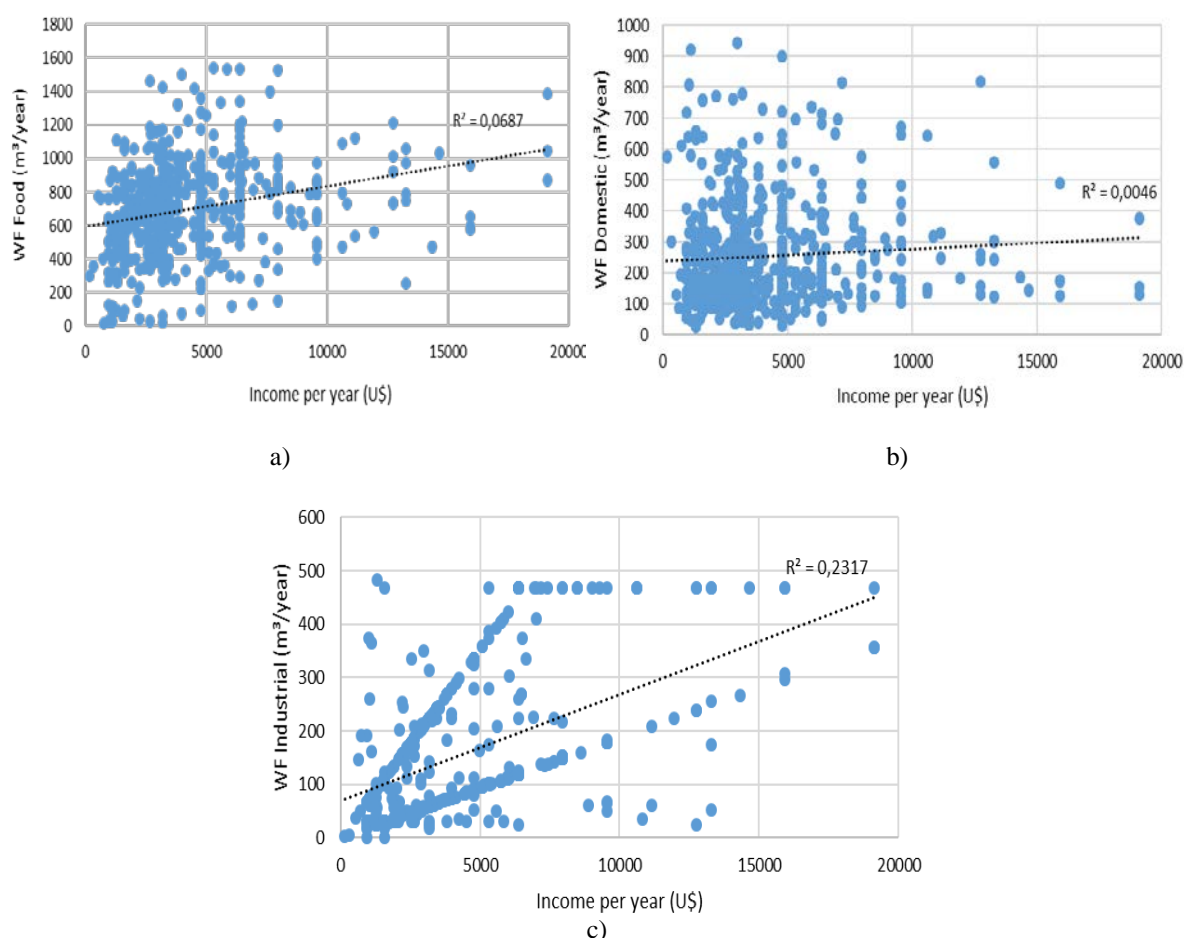


Figura 3. Correlações com a Pegada Hídrica. a) Correlação entre a (PH) relacionada a comida e a renda anual. b). Correlação entre a (PH) relacionada ao uso doméstico e a renda anual. c) Correlação entre a (PH) relacionada aos bens industriais e a renda anual.

Correlação existente entre as componentes da Pegada Hídrica e a PH total

A Figura 4 apresenta graficamente o nível das correlações entre PH total de um indivíduo e suas componentes relacionadas aos hábitos alimentares, ao uso doméstico de água e ao consumo de bens industriais.

Na Figura 4a observa-se que os pontos plotados no gráfico alinham-se segundo uma reta crescente, e que a linha de tendência apresenta correlação igual a 0,779, o que demonstra uma forte correlação linear. No entanto, de acordo com a Figuras 4b, a relação entre a PH total e seu componente relacionado ao uso doméstico apresenta uma fraca correlação ($R=0,337$). Uma correlação fraca também foi encontrada ao analisar PH total e sua componente referente aos bens industriais ($R = 0,38$), conforme ilustra a Figura 4c.

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.

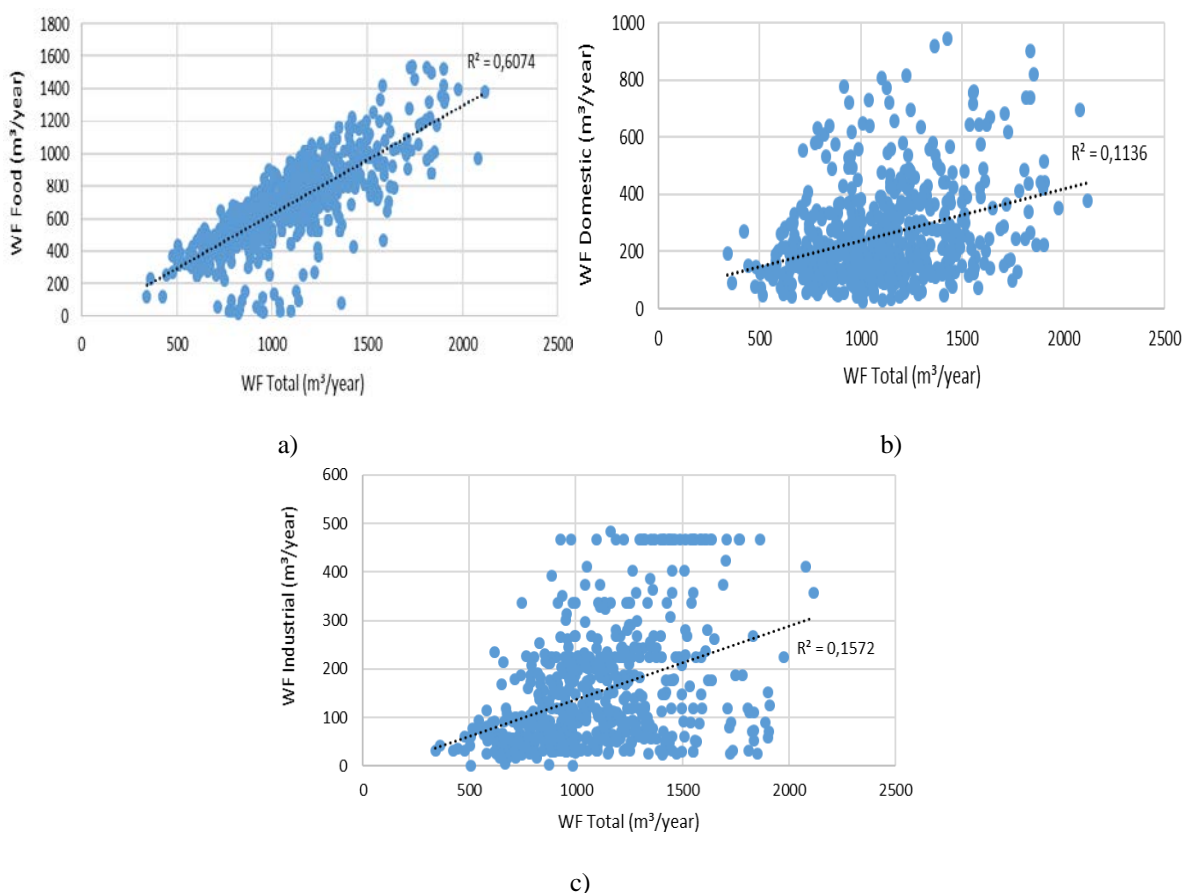


Figura 4. Correlação entre cada componente da Pegada Hídrica. a) PH comida X PH total; b) PH uso doméstico X PH total; c) PH bens industriais X PH total.

CONCLUSÕES

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.

Entre as componentes da Pegada Hídrica, 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, o que consequentemente torna possível diminuir a Pegada Hídrica de um indivíduo a partir da modificação dos seus hábitos alimentares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/>. Acesso em 29 de junho de 2018.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Fatos e tendências da água. Brasília, setembro de 2009.
3. BARROS, FERANDA NUNES; AMIM, MÁRIO M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. Taubaté, São Paulo, abril de 2008).
4. BRITO, LUIZA T. L.; SILVA, ADERILDO S.; PORTO, EVERALDO R. Disponibilidade de água e a gestão dos recurso 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.
5. CALLEGARI-JACQUES, SÍDIA M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2003.
6. 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.
7. 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/aguanobrasil>. Acesso em 23 maio 2017.
8. CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. Water footprint of nations. Value of water research report, Netherlands, UNESCO-IHE, n° 16, 2004.
9. COSTA, W.D.; COSTA, W.D. Disponibilidades hídricas subterrâneas na Região Nordeste. A Água em Revista, Belo Horizonte, 1997.
10. 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.
11. FIRMINO, ANAÍSA M.. A Relação Da Pegada Ecológica Com O Desenvolvimento Sustentável / Cálculo Da Pegada Ecológica De Toribaté. Uberlândia 2009.
12. 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.
13. 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.
14. HOEKSTRA, A. Y., MEKONNEN, M. M. (2012) The water footprint of humanity, Proceedings of the National Academy of Sciences, doi/10.1073/pnas.1109936109.
15. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro: Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013.
16. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Contagem da população 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
17. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Contagem da população 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
18. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro - Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013.

19. JORRAT, María del Milagro et al. Sugarcane water footprint in the province of Tucuman, Argentina. Comparison between different management practices. *Journal of Cleaner Production* 188, 2018, p. 521-529.
20. LEE, Yung-Jaan et al. Land, carbon and water footprints in Taiwan. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 54, September 2015, p. 1-8.
21. LUAN, Xiaobo et al. Quantitative study of the crop production water footprint using the SWAT model. *Ecological Indicators* Volume 89, 2018, p. 1-10.
22. MAIA NETO, R.F. Água para o desenvolvimento sustentável. A Água em Revista, Belo Horizonte, 1997.
23. MARACAJÁ, K. F. B. Nacionalização dos Recursos Hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica no Brasil. Campina Grande - PB, 2013.
24. 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.
25. MORERA, S. et al. Water footprint assessment in wastewater treatment plants. *Journal of Cleaner Production*. Volume 112, Part 5, 20 January 2016, p. 4741-4748.
26. NOGUEIRA JR, Edson et al. Development of life cycle water footprints for the production of fuels and chemicals from algae biomass. *Water Research*, Volume 140, 2018, p. 311-322.
27. 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.
28. OWUSU-SEKYERE, Enoch et al. Evaluation of water footprint and economic water productivities of dairy products of South Africa. *Ecological Indicators*. Volume 83, December 2017, p. 32-40.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. 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.
36. 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.
37. SU, Yin et al. Dynamic assessment and forecast of urban water ecological footprint based on exponential smoothing analysis. *Journal of Cleaner Production*. Volume 195, 2018, p. 354-364.
38. TRIOLA, MÁRIO F. Introdução à Estatística. 7a. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
39. TUNDISI, J. G.. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: Rima, 2003, 248p.
40. URBAN, T. Quem vai falar pela terra? In: NEUTZLING, Inácio (org.). Água: bem público universal. São Leopoldo: UNISINOS, 2004, 143p.
41. 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 Nº 3 p. 231 – 252.
42. WATER FOOTPRINT NETWORK (WFN). The water footprint calculators. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/YourWaterFootprin>>. Acesso em: 08 de junho de 2018.
43. WOLFFENBÜTTEL, ANDRÉA. INDICADORES. In: IPEA, PNUD. Desafios do desenvolvimento. Ano 1, nº 4, p 80, novembro de 2004.

44. WWF - World Wide Fund For Nature, A Pegada Hídrica do Consumo, Relatório Planeta Vivo 2010. Brasil, agosto 2010.
45. WWF-BRASIL. Pegada ecológica nosso estilo de vida deixa marcas no planeta. Brasília, junho de 2013.
46. WWF-INTERNATIONAL. Planeta Vivo Relatório 2016. Risco e resiliência em uma nova era. Gland, Suíça, 2016.
47. XU, Meng et al. 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.
48. ZHANG, Fan et al. Impacts of urban transformation on water footprint and sustainable energy in Shanghai, China. Journal of Cleaner Production. Volume 190, 2018, p. 847-853.