



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL

**ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DA POPULAÇÃO
URBANA DA CIDADE DE POMBAL – PB**

Karla Pereira de Lucena

POMBAL – PB

Abril de 2013

KARLA PEREIRA DE LUCENA

**ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DA POPULAÇÃO
URBANA DA CIDADE DE POMBAL – PB**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção de diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Érica Cristine M. N. Machado

POMBAL – PB

Abril de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L935e Lucena, Karla Pereira de.
Estimativa da pegada hídrica da população urbana da cidade de Pombal-PB / Karla Pereira de Lucena . – Pombal, 2013.
53 f. : il. color.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.

"Orientação: Profa. Dra. Érica Cristine Medeiros Nobre Machado ".
Referências.

1. Consumo de Água. 2. Educação Ambiental. 3. Sustentabilidade.
I. Machado, Érica Cristine Medeiros Nobre. II. Título.

CDU 628.1(043)

KARLA PEREIRA DE LUCENA

**ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DA POPULAÇÃO
URBANA DA CIDADE DE POMBAL – PB**

Monografia aprovada em 11 de Abril de 2013.

BANCA EXAMINADORA




Prof^ª. Dr^ª. Érica Cristine Medeiros Nobre Machado (CCTA/UFMG)

Orientador



Prof^ª. Dr^ª Rosinete Batista dos Santos (CCTA/UFMG)

Examinador Interno



Prof^º Dr. João Hugo Baraduy da Cunha Campo (CCTS/UEPB)

Examinador Externo

POMBAL – PB

Abril de 2013

DEDICATÓRIA

*DEDICO aos meus pais, Francisco Pereira de Lucena e Jucilene Pereira de Lucena.
RECONHEÇO que não chegaria até aqui sem o carinho e os ensinamentos dos mesmos.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, àquele que merece todos os agradecimentos: JESUS CRISTO;

Aos fundadores do site oficial da pegada hídrica, por todas as informações fornecidas que foram cruciais e importantíssimas na realização deste trabalho, bem como a Arjen Y. Hoekstra, criador do conceito de pegada hídrica;

A todos os autores que apresentam uma visão crítica sobre o tema, como Ricardo Krauskopf, Rodolpho Ramina, Mendiondo, Antônio Eduardo Lanna, entre outros, por contribuir com informações críticas e pertinentes disponíveis na lista de discussões da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) enriquecendo ainda mais este trabalho;

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental (UACTA) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) que contribuíram para a minha formação;

À professora Dr^a Érica Cristine Medeiros Nobre Machado pela amizade, orientação plena e pelo estímulo à pesquisa;

Aos membros da banca examinadora, por terem dedicado parte do seu tempo para participar da avaliação deste trabalho;

A Juliana Santos, Wellington Formiga, Halana Trigueiro, Cibelle Felinto e Ricardo Ricelli, pelas conversas e contribuições despendidas durante o Projeto de Extensão da UFCG, o qual deu início à realização do presente trabalho;

A população entrevistada da cidade de Pombal, pela recepção durante as vistas;

Ao meu noivo Jadson Alves de Lucena, e cunhado Francisco Melo pela disposição e ajuda durante a aplicação dos questionários e coleta das coordenadas geográficas, fornecendo meios de transporte para a locomoção nos bairros de Pombal;

Finalmente, mas não menos importante, aos meus pais, Francisco Lucena e Jucilene Lucena, minhas irmãs Kaiane Lucena e Kaline Lucena, e todos os meus amigos e parentes que acreditaram na concretização deste trabalho.

RESUMO

A Pegada Hídrica de um indivíduo ou de uma comunidade refere-se ao volume total de água doce que é utilizada para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou pela comunidade. Atualmente, instituições e pesquisadores utilizam a pegada hídrica como indicador a fim de contribuir para o seu aperfeiçoamento e quantificar o consumo direto e indireto de água. O presente trabalho teve como objetivo estimar o consumo direto e indireto de água da população residente na área urbana da cidade de Pombal – PB, utilizando o indicador pegada hídrica. Os métodos utilizados consistiram em uma análise crítica sobre a metodologia adotada pela *Water Footprint Network* (WFN); a aplicação de questionários que trata do consumo direto de água, do consumo de alimentos e do consumo de bens industriais, necessários ao cálculo da pegada hídrica de cada indivíduo; a utilização da calculadora estendida disponibilizada pela WFN para estimar o valor do indicador; e, a utilização *software* gvSIG para espacialização dos resultados do indicador. Observou-se que o termo Pegada hídrica é relativamente novo e como tal, tem suas falhas, possibilidades e limitações. Dessa forma, embora em crescente expansão e difusão por parte de muitos grupos de pesquisas, enfrenta críticas severas de outros pesquisadores. Por outro lado, considera-se que tal indicador pode ser utilizado como uma poderosa ferramenta de incentivo à racionalização do uso da água e a adoção de práticas e padrões de consumo que diminuam a pressão sobre os recursos hídricos. Os resultados indicam que o valor de pegada hídrica para os residentes da área urbana do município de Pombal correspondeu a 957,10 m³/hab/ano, portanto, inferior ao valor médio global (1.240 m³/hab/ano) e nacional (1.381 m³/hab/ano) encontrados na literatura. O que já era esperado, pois, trata-se de uma cidade de médio porte e situada na região do sertão paraibano, cujas características sócio-econômicas e climáticas sugerem um baixo consumo direto e indireto de água. A espacialização dos resultados em um mapa temático permitiu uma melhor compreensão e apresentação dos resultados, além da identificação dos bairros com maiores e menores consumo de água, direto e indireto, no município.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Consumo de Água. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The Water Footprint of an individual or a community is defined as the total amount of fresh water that is used to produce the goods and services consumed by the individual or community. Currently, researchers using the water footprint as an indicator in order to contribute to its improvement and quantify the direct and indirect consumption of water. This study aimed to estimate the direct and indirect consumption of water for the population residing in the urban area of the city of Pombal - PB using the water footprint indicator. The methods used consisted of a critical analysis of the methodology adopted by the Water Footprint Network (WFN); the use of questionnaires dealing with the direct water consumption, food consumption and consumption of industrial goods, necessary to calculate the water footprint of each individual; the use of extended calculator provided by WFN to estimate the value of the indicator; and the use of gvSIG software to spatialization of the results of the indicator. It was observed that the Water footprint term is relatively new and as such has its flaws, possibilities and limitations. Thus, although its increasing expansion and diffusion by many research groups, it has facing harsh criticism from other researchers. However, it is considered that such an indicator can be used as a powerful tool to encourage rationalization of water use and the adoption of practices and consumption patterns that reduce the pressure on water resources. The results indicate that the amount of water footprint for the residents of the urban area of the municipality of Pombal corresponded to 957.10 m³/year/cap, therefore, lower than the global average (1,240 m³/year/cap) and national (1,381 m³/year/cap) in the literature. What was already expected, since it is a medium-sized city whose socio-economic and climate conditions suggest a low direct and indirect consumption of water. The spatial results shown in a thematic map allowed a better understanding and presentation of results, and the identification of neighborhoods with higher and lower water consumption, direct and indirect, in the city.

Keywords: Environmental Education. Water Consumption. Sustainability.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 PEGADA HÍDRICA: BASES CONCEITUAIS	3
3.2 DETERMINAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA	9
3.3 PEGADA HÍDRICA: ESFERAS MUNDIAL E NACIONAL	10
3.3.1 ESFERA MUNDIAL	10
3.3.2 ESFERA NACIONAL	13
3.4 ANÁLISE CRÍTICA, POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA PEGADA HÍDRICA	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.2 METODOLOGIA	20
4.2.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA E DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS	20
4.2.2 APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores de Pegada Ecológica per capita em diversas regiões do mundo...	4
Figura 2 - Pegada hídrica per capita de alguns países e a contribuição de diferentes categorias de consumo.	12
Figura 3 - Pegada hídrica dos diversos países (m ³ /hab/ano).....	13
Figura 4 - Localização do município de Pombal - PB no estado da Paraíba.....	18
Figura 5 - Localização da área urbana do município de Pombal – PB e disposição dos pontos de coleta de dados.....	20
Figura 6 - Componentes da pegada hídrica da população urbana de Pombal – PB.	25
Figura 7- Pegada hídrica da população urbana do município de Pombal – PB.	26
Figura 8 - Contribuição dos componentes da pegada hídrica estimada para os bairros da cidade de Pombal – PB e comparação com os valores encontrados na literatura.	27
Figura 9 - Pegada hídrica média estimada para os bairros da cidade de Pombal – PB	29
Figura 10 - Renda anual média estimada para os bairros da cidade de Pombal – PB	30
Figura 11 - Mapeamento da pegada hídrica da população urbana do município de Pombal – PB.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Top 10 de países importadores e exportadores de água virtual	6
Tabela 2 - Valores críticos associados ao grau de confiança da amostra.....	23

1 INTRODUÇÃO

Segundo a *Water Footprint Network* (WFN), o volume total de água doce que é utilizada para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou pela comunidade é definido como pegada hídrica. Vale ressaltar que nem todos os bens consumidos em um determinado país são produzidos no próprio país, logo, a pegada hídrica consiste de duas partes: o uso dos recursos hídricos nacionais e o uso de água fora das fronteiras do país. A pegada hídrica de um país pode ser determinada diretamente por outros fatores, tais como: o volume de consumo (relacionado com o rendimento nacional bruto), o padrão de consumo (por exemplo, alto versus baixo consumo de carne), o clima (condições de crescimento) e a agricultura prática (uso eficiente da água) (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2007).

A base do conceito do indicador pegada hídrica foi introduzida em 2002 por Arjen Y Hoekstra, em analogia aos conceitos de Pegada Ecológica, da década de 90 (WACKERNAGEL e RESS, 1996) e de Água Virtual, introduzido por Allan na mesma década (ALLAN, 1993 apud HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2007).

O conceito e método do cálculo da pegada hídrica definidos pela WFN têm sido constantemente discutidos na literatura científica. É criticado, por alguns pesquisadores, os quais apontam, principalmente: a) que o indicador faz com que as pessoas pensem que a água é incorporada ao processo, quando na verdade refere-se a um fluxo de água que foi aproveitado e que retornou de alguma forma ao ambiente; b) que o indicador não considera a disponibilidade hídrica do ambiente (LANNA, 2011).

A pegada hídrica como indicador possibilita o cálculo do consumo da água, tanto de forma direta como de forma indireta e, serve também, como uma importante ferramenta de conscientização e incentivo à racionalização no uso da água. Ou seja, pode ser utilizada como estratégia de indução do uso da água, de forma racional, através da redução do consumo direto de água e/ou a busca de produtos e meios de produção mais sustentáveis.

Tendo em vista que o tema em estudo é relativamente novo, a presente pesquisa contribuirá para a fundamentação teórica e análise crítica da pegada

hídrica como ferramenta para melhorar o uso racional da água, incentivando a adoção de algumas medidas, tais como a redução do consumo de água, a seleção de alimentos que possuam uma menor quantidade de água utilizada no processo produtivo dos mesmos e o incentivo ao uso adequado e racional da água. Desta forma, a determinação da pegada hídrica de uma população, desde que seja considerada como um valor estimado e “não real” é de significativa relevância, pois pode ser utilizada como uma ferramenta de educação ambiental voltada para o bom gerenciamento dos recursos hídricos utilizados pela população, beneficiando assim, ambas as partes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa teve como objetivo geral estimar a pegada hídrica da população urbana residente na cidade de Pombal - PB, utilizando o conceito e procedimento de cálculo apresentado pela *Water Footprint Network* (WFN).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos da presente pesquisa são:

- realizar uma análise crítica da metodologia de determinação da pegada hídrica desenvolvida pela WFN, destacando as possibilidades e limitações da utilização do conceito de pegada hídrica como indicador ambiental;
- aplicar questionários formulados a partir da calculadora estendida da pegada hídrica adotada pela metodologia da WFN, coletando dados necessários à estimativa da pegada hídrica;
- coletar coordenadas geográficas das residências dos entrevistados, possibilitando o mapeamento dos resultados a partir da geração de um mapa temático para identificar os bairros onde estão concentrados os maiores e menores valores de pegada hídrica da cidade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PEGADA HÍDRICA: BASES CONCEITUAIS

O conceito de pegada hídrica baseou-se nas definições de “água virtual” e de “pegada ecológica”. A pegada hídrica associa-se também à pegada de carbono, como será visto mais adiante.

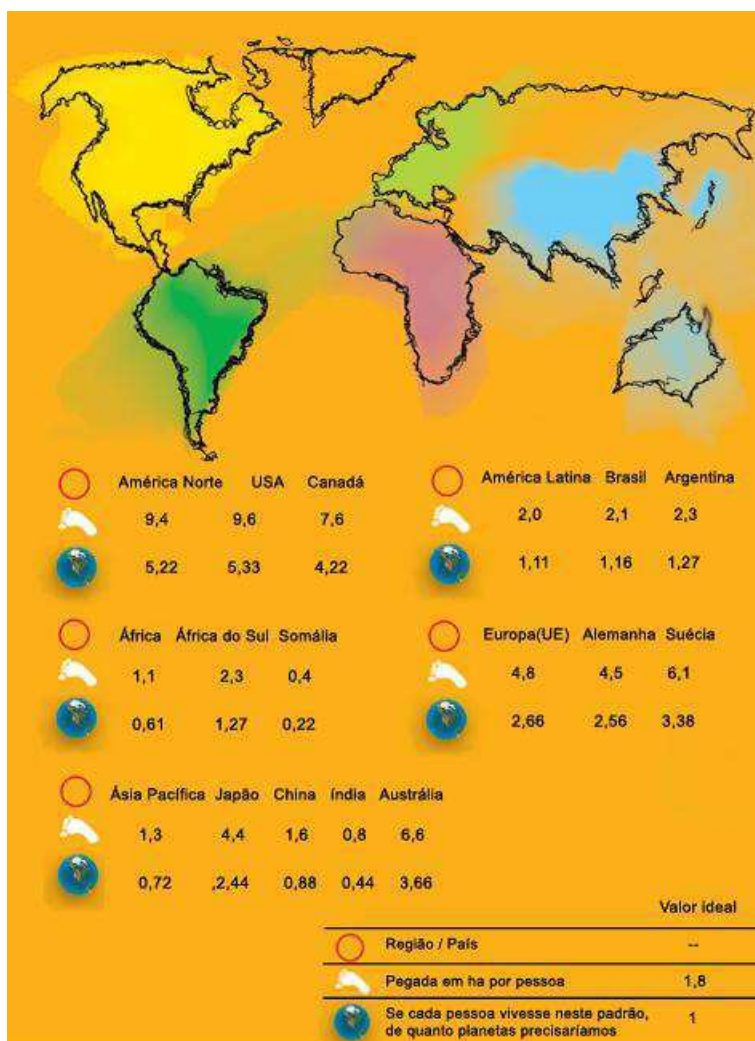
Segundo o *World Wildlife Fund* BRASIL (WWF BRASIL), no início da década de 90, os especialistas William Rees e Mathis Wackernagel tinham o interesse de conhecer as “marcas” que deixamos no planeta Terra, então os mesmos procuraram formas de medir a dimensão crescente de tais marcas. Em 1996, os referidos cientistas publicaram o livro “*Pegada Ecológica – reduzindo o impacto do ser humano na Terra*”, apresentando ao mundo um novo conceito no universo da sustentabilidade. O cálculo da pegada ecológica pode ser realizado com o auxílio da “Calculadora da Pegada Ecológica” disponibilizada pela *Global Footprint Network* (GFN) (WWF Brasil, 2013).

A WWF Brasil (2013) define pegada ecológica como “uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais”. A unidade de medida da pegada ecológica é o hectare global (gha), dentre as vantagens da pegada ecológica, cita-se: a) a permissão de comparar diferentes padrões de consumo; e, b) verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta. Um hectare global significa um hectare de produtividade média mundial para terras e águas produtivas em um ano, ou seja, a “pegada ecológica é uma forma de traduzir, em hectares globais (gha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade “utiliza”, em média, para se sustentar”.

A média mundial atual da pegada ecológica é de 2,7 hectares globais por pessoa, enquanto a biocapacidade disponível para cada ser humano é de apenas 1,8 hectares globais. Sendo assim, o déficit ecológico da população do planeta corresponde a 0,9 gha/cap. A humanidade necessita hoje de 1,5 planeta para manter seu padrão de consumo, colocando, com isso, a biocapacidade planetária em grande risco (WWF BRASIL, 2013).

A Figura 1 mostra valores de pegada ecológica per capita em diversas regiões do mundo, bem como a quantidade de planetas necessários para suportar tais consumos. Destaca-se a pegada ecológica do Brasil (2,1 gha/hab), a qual está acima do valor médio da América Latina (2,0 gha/hab) e acima do valor ideal, que é de 1,8 gha,/hab, referente à biocapacidade de regeneração de um planeta por ano. (WWF BRASIL apud OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Figura 1 - Valores de Pegada Ecológica per capita em diversas regiões do mundo



Fonte: (WWF BRASIL, 2012 apud Oliveira *et al.*, 2012)

Além da pegada ecológica, existe também outro tipo de “pegada” que merece ser mencionada: a “pegada de carbono”, a qual “mede a quantidade dos totais de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e os impactos da humanidade sobre a

biosfera, quantificando os efeitos da utilização de recursos sobre o clima” (WWF BRASIL, 2013).

A pegada de carbono é calculada a partir da soma das emissões diretas de CO₂ provenientes da queima de combustíveis fósseis, incluindo o consumo de energia doméstica e transportes (pegada primária) e das emissões indiretas de CO₂ associadas à produção e eventual eliminação dos produtos em todo o ciclo de vida (secundária) (SEIXAS, 2011).

Os termos “pegada ecológica e de carbono” se relacionam com a pegada hídrica, no entanto, antes de apresentar o conceito de pegada hídrica e suas relações com os referidos termos é importante e indispensável apresentar a abordagem conceitual de outro termo: a “água virtual”, o qual visa expressar a relação de dependência de deficiência hídrica entre duas ou mais nações.

O conceito de água virtual, em sua essência, diz respeito à exploração da água, através do comércio “virtual” da mesma, a qual encontra-se embutida na produção de *commoditie* (mercadoria). A água, como parte integrante e indissociável da produção de *commodities*, “passa a figurar em um comércio internacional que explora a abundância ou a escassez de recursos hídricos como um dos pontos chaves para decisão sobre “o que” produzir e sobre “onde” produzir” (CARMO *et al.*, 2005).

O conceito de água virtual refere-se a um instrumento de gestão dos recursos hídricos, servindo como medida indireta da água consumida por um bem, produto ou serviço (GUIMARÃES e XAVIER, 2008).

Segundo Hoekstra e Hung (2005), considerando o período de 1995 a 1999, os valores de água virtual exportada e importada, estão organizados, obedecendo a um *ranking* de 10 países, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Top 10 de países importadores e exportadores de água virtual

Pais	Água Exportada (10⁹ m³/ano)	Ranking	Pais	Água Importada (10⁹ m³/ano)
Estados Unidos	152	1	Japão	59
Canadá	55	2	Holanda	30
Tailândia	47	3	Republica da Coreia	23
Argentina	45	4	China	20
Índia	32	5	Indonésia	20
Austrália	29	6	Espanha	17
Vietname	18	7	Egito	16
França	18	8	Alemanha	14
Guatemala	14	9	Itália	13
Brasil	9	10	Bélgica	12

Fonte: HOEKSTRA e HUNG (2005)

A partir dos dados contidos na Tabela 1, percebe-se que o maior exportador de água são os Estados Unidos, e, o décimo lugar foi ocupado pelo Brasil. Em relação à importação de água, observou-se que os países com maior e menor volume de água importada correspondem ao Japão e à Bélgica, respectivamente.

Finalmente, após a abordagem conceitual dos termos que se relacionam à pegada hídrica, se torna mais fácil o entendimento sobre o conceito do referido termo, o qual é relativamente novo, uma vez que surgiu em 2002, elaborado por Hoekstra. Por este motivo a literatura ainda é, em parte, escassa. Apesar dessa carência, os autores originais disponibilizaram uma extensa publicação que contempla todas as informações sobre a pegada hídrica, tal fonte é o Manual de Avaliação da Pegada Hídrica¹, elaborado por Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya e Mesfin M. Mekonnen, em 2011. Além do manual, também está disponível uma calculadora necessária para a quantificação do indicador, disponível no site da WFN.

¹ disponível para download, no site:
(<http://www.waterfootprint.org/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf>.)

A pegada hídrica considera o uso direto e o uso indireto da água envolvida em processos, na produção de produtos ou mesmo em uma área geográfica. Os consumos direto e indireto dizem respeito ao consumo de água e poluição, sendo que o consumo direto relaciona-se com o uso de água em casa ou no jardim e, o consumo indireto associa-se à produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor (HOEKSTRA *et al.*, 2011). Geralmente o consumo indireto é superior ao consumo direto; em consumidores, por exemplo, a maior parte da pegada hídrica está associada à água utilizada no processo de fabricação dos produtos consumidos e não à água diretamente consumida.

A pegada hídrica, além de considerar o uso direto e indireto considera também o consumo interno e externo, sendo que o primeiro refere-se à utilização dos recursos hídricos do país para produzir os bens e serviços consumidos pelos seus habitantes, enquanto que o segundo diz respeito à quantidade de recursos hídricos utilizados fora da nação necessários para a produção de bens e serviços consumidos por estes habitantes, através da importação (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Para Seixas (2011), ao ser realizada uma análise do consumo externo, “é possível compreender as características do consumo nacional, analisando assim a dependência do país face aos recursos hídricos externos”. Considerando a análise dos consumos interno e externo dos países, bem como suas “dependências hídricas”, revela-se a base do conceito do termo “água virtual”.

Após a abordagem das bases conceituais das “pegadas ecológica e de carbono”, “água virtual” e “pegada hídrica” é interessante se conhecer as relações existentes entre os referidos termos.

Inicialmente, se percebe que a relação entre os termos “pegada hídrica” e “pegada ecológica” se estabelece no sentido de quantificar a extensão e quantidade de recursos necessários para sustentar o estilo de vida de um indivíduo, comunidade ou população, sendo que a pegada ecológica expressa a extensão territorial (em gha) e a pegada hídrica quantifica o volume de recursos hídricos (em m³/hab/ano) necessários para o sustento do estilo de vida de um indivíduo, de uma comunidade ou de uma população.

Analisando a relação entre “pegada hídrica” e “pegada de carbono”, se percebe que a pegada hídrica refere-se ao volume de água doce necessária para o

consumo humano, enquanto, a pegada de carbono destina-se a quantificar os GEE libertados devido ao consumo de recursos, permitindo associar estas emissões às atividades humanas (SEIXAS, 2011).

Seixas (2011) ainda afirma que, considerando que nenhum indicador por si só é capaz de analisar a evolução da sustentabilidade, e de que “os indicadores devem ser utilizados e interpretados de forma conjunta, surge a “família das pegadas”, a qual é constituída pela pegada ecológica, de carbono e hídrica” e, em síntese, percebe-se que o principal objetivo da “família das pegadas” é o monitoramento da pressão humana sobre o planeta.

Por fim, a relação existente entre os termos “pegada hídrica” e “água virtual” diz respeito ao volume de água utilizado de forma indireta em um bem, produto ou serviço.

As principais diferenças entre os termos “pegada hídrica” e “água virtual” foram apontadas por Araújo (2012) em uma entrevista à *The Nature Conservancy* (TNC), na qual o mesmo diferencia pegada hídrica de água virtual, refletindo principalmente no sentido de que:

a pegada hídrica é um indicador multidimensional e não se refere somente ao volume de água utilizado, como é o caso do ‘conteúdo de água virtual’ de um produto, mas também torna explícito onde a pegada hídrica está localizada, qual é a fonte da água utilizada e quando esta é utilizada.

Considerando a colocação do autor, percebe-se que as principais diferenças entre pegada hídrica e água virtual referem-se ao volume de água utilizado, sendo que, no caso da pegada hídrica, além de considerar o referido volume de água utilizado de forma direta, considera-se também aquela que é incorporada nos processos de produção e, no caso da “água virtual”, considera-se apenas o volume de água utilizado de forma indireta. Além dessa diferença, o autor ainda destaca que a localização, a fonte e o período de utilização da água na pegada hídrica é pontual enquanto na “água virtual” não é.

Para Carmo *et al.* (2005), a água virtual e a pegada hídrica podem ser alternativas para medidas de controle, de educação e de política diminuindo assim a pressão sobre os recursos hídricos. Partindo deste princípio, Fernandez & Mendiondo (2009), acreditam que a água virtual e a pegada hídrica podem ser

utilizadas como indicadores ambientais, associadas ao nível de vulnerabilidade da disponibilidade de recursos hídricos, frente a uma análise conjunta com outros fatores, tais como: consumo, geração de resíduos sólidos e o uso e ocupação do solo.

3.2 DETERMINAÇÃO DA PEGADA HÍDRICA

O cálculo da pegada hídrica, segundo a metodologia adotada pela WFN, envolve três dimensões: a) pegada hídrica azul (consumo de água de rios, lagos e poços subterrâneos); b) pegada hídrica verde (água da chuva); c) pegada hídrica cinza (grau de poluição das águas).

A pegada hídrica azul contabiliza a água superficial ou subterrânea que é usada no processo produtivo, sendo posteriormente evaporada, ou transpirada pelas plantas e animais; ou, ainda, e geralmente a menor parte, incorporada no produto, podendo ser também devolvida ao meio, seja na própria bacia, em outra bacia ou no oceano (LANNA, 2012), ou seja, o consumo dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos ao longo da cadeia de fornecimento de um produto dá origem à pegada hídrica azul.

A pegada hídrica verde quantifica a “água da chuva, incluindo a que é armazenada no solo, que é usada no processo produtivo, sendo posteriormente evaporada e transpirada pelas plantas ou animais, ou, ainda, e geralmente a menor parte, incorporada ao produto” (LANNA, 2012).

Recursos hídricos constituintes das pegadas hídricas verde e azul geralmente são limitados e escassos, sendo que os últimos apresentam custos de oportunidade mais altos que os primeiros. Tal fato pode ser uma razão para se concentrar na contabilidade da pegada de água azul e servir de argumento para explicar a pegada hídrica verde. Além disso, a pegada hídrica verde pode ser substituída pela pegada hídrica azul - e na agricultura o contrário também - de modo que um quadro completo só pode ser obtido pela contabilidade para ambos (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica cinza se refere à poluição e é definida como o volume de água doce necessário para a assimilação da carga de poluentes indicando

concentrações de fundo naturais e água de ambiente existente. A unidade de medida da pegada hídrica cinza é expressa em termos de um volume de água poluída, de modo que tal volume possa ser comparado com o consumo de água, que também é expressa como um volume (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Em outras palavras, a pegada hídrica cinza faz parte da pegada hídrica por representar o volume de água que seria necessário para a neutralização total da carga ambiental em massa a ser enviada aos corpos hídricos (MARZULLO *et al.*, 2010).

Tanto na pegada hídrica verde como a azul, após ser usada no processo produtivo, a água é evaporada, ou transpirada pelas plantas ou animais, ou, ainda, geralmente a menor parte, incorporada ao produto; e, exclusivamente no caso da pegada hídrica azul, a água pode ser também devolvida ao meio, seja na própria bacia, em outra bacia ou no oceano. Já no caso da pegada hídrica cinza, a água que é lançada em meio hídrico, de forma que a concentração resultante neste meio esteja de acordo com o limite de concentração adotado para cada substância poluente contida no efluente, de acordo com as metas de qualidade adotadas para o corpo hídrico receptor (LANNA, 2012).

Segundo Hoesktra *et al* (2011), a pegada hídrica total é dada pela soma das pegadas verde, azul e cinza usadas no processo produtivo, resultando, assim no somatório da água da chuva (pegada hídrica verde) com a água superficial ou subterrânea (pegada hídrica azul) e o volume necessário para diluir a poluição (pegada hídrica cinza), resultando no somatório da quantificação dos consumos de alimentos, doméstico e industrial representados na calculadora estendida da pegada hídrica.

3.3 PEGADA HÍDRICA: ESFERAS MUNDIAL E NACIONAL

3.3.1 ESFERA MUNDIAL

Recursos hídricos do planeta estão sujeitos a uma pressão crescente na forma de uso, de consumo e de poluição das águas. A nível mundial, as normas estabelecidas para orientar a gestão dos recursos hídricos no que diz respeito a pegada hídrica refere-se a metodologia da pegada hídrica proposta pela *Water*

Footprint Network (WFN), e as normas de pegada hídrica - ISO 14.040, 14.044 e 14.046. Tais normas apresentam como objetivo principal a avaliação do ciclo de vida do produto (FIESP, 2011).

A ISO 14.046 é uma norma para a pegada hídrica que está em discussão no âmbito do subcomitê de ACV (Avaliação de Ciclo de Vida), desde 2009, tendo sido aprovada em junho de 2011, sendo esperada a sua publicação em 36 meses. A versão “*draft*” da ISO 14.046 foi aprovada de forma que além da perspectiva de ciclo de vida ela contemple a quantificação dos impactos associados ao uso da água (FIESP, 2011).

A pegada hídrica global foi estimada por Hoekstra e Chapagain (2007) em 7.450 Gm³/hab/ano, que é igual a 1.240 m³/hab/ano em média. A Índia contribui com 17% da população global, e apenas com 13% para a pegada hídrica global, com uma pegada hídrica total de 987 Gm³/hab/ano. A população residente nos EUA possui a maior pegada hídrica, com 2.480 m³/hab/ano, seguido pelas pessoas dos países do sul da Europa (2.300-2.400 m³/hab/ano). A China possui uma pegada hídrica relativamente baixa, com uma média de 700 m³/hab/ano.

O tamanho da pegada hídrica global é em grande parte determinada pela soma de suas dimensões (águas azul, verde e cinza) e, representada, em grande parte, através do consumo de alimentos e outros produtos agrícolas. Nos países ricos, geralmente, o consumo de bens e serviços são mais altos, contribuindo assim para o aumento da pegada hídrica. Tanto o volume como a composição do consumo determina a demanda de água das pessoas e refletem sobre alguns produtos em particular, que necessitam de muita água, por exemplo, a carne bovina (LUCENA *et al.*, 2013).

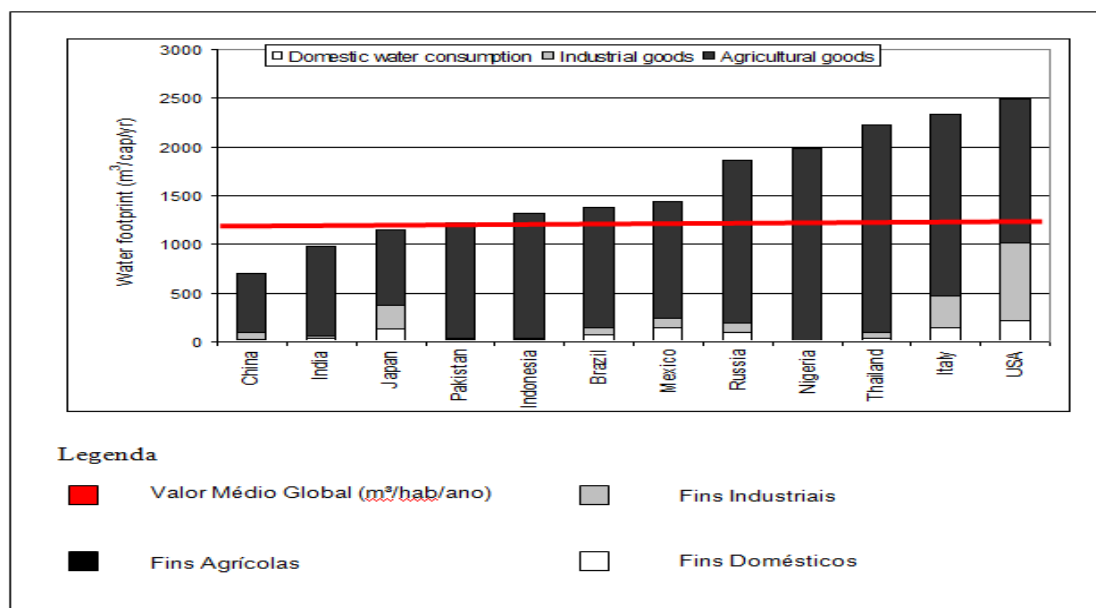
Chapagain e Hoekstra (2011) mostraram em estudos recentes que a água incorporada nos processos de produção de arroz, tanto de forma direta como indireta é bastante significativa e contribui para pegada hídrica do referido produto, principalmente em países do sul da Ásia. Considera-se que, “globalmente, há quase uma parte igual de verde e azul no uso da água na pegada de água total de arroz”. O impacto ambiental da pegada hídrica azul na produção de arroz depende do momento e da localização do uso da água. Os autores ainda afirmam que onde a produção de arroz depende fortemente de água azul, causa maiores impactos por

unidade de produto, por exemplo, os impactos são maiores nos EUA e do Paquistão do que no Vietnã.

Segundo Hoekstra e Mekonnen (2012), para os governos gestores de países com escassez de água como no Norte de África e do Oriente Médio, é fundamental para reconhecer a dependência de recursos hídricos para o desenvolvimento da política externa e do comércio para assegurar a importação segura e sustentável da água.

Os valores médios de pegada hídrica per capita em alguns países, quantificados por Hoekstra e Chapagain (2007) para o período de 1997-2001, estão apresentados na Figura 2, na qual se percebe que o maior consumo de água destina-se para fins agrícolas em todas as pegadas hídricas de todos os países.

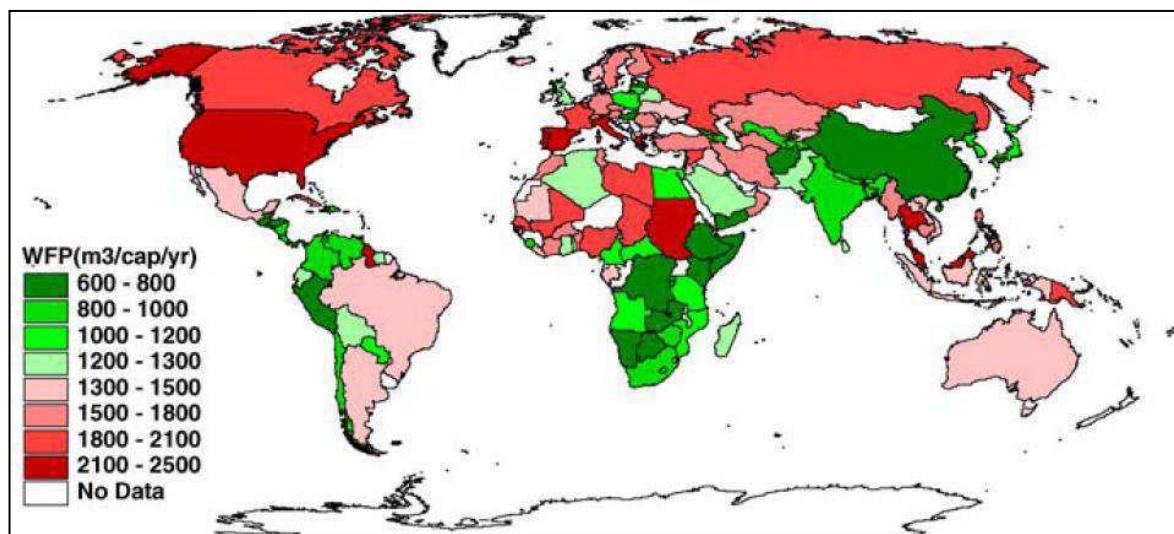
Figura 2 - Pegada hídrica per capita de alguns países e a contribuição de diferentes categorias de consumo



Fonte: adaptado de Hoekstra e Chapagain (2007)

Os valores de pegada hídrica estimados para as nações encontram-se distribuídos e concentrados na Figura 3, na qual os valores em cor verde representam valores de pegada hídrica inferiores a média global e, países com a cor vermelha apresentam valores ligeiramente acima da média global da pegada hídrica.

Figura 3 - Pegada hídrica dos diversos países (m³/hab/ano)



Fonte: Hoekstra e Chapagain (2007)

3.3.2 ESFERA NACIONAL

No Brasil, é crescente a preocupação com discussões relacionadas às questões de uso e disponibilidade de água doce, com abordagens a nível local, nacional e na escala da bacia hidrográfica.

No país o termo pegada hídrica tem se difundido cada vez mais, principalmente, entre as empresas. Nesta linha, estão sendo desenvolvidos projetos sociais e culturais para redução do uso das águas nos processos produtivos, buscando engajamento da sociedade, preservação de biomas, tratamento adequado dos resíduos sólidos, etc. (ALBUQUERQUE, 2011). O valor médio global estimado por Chapagain e Hoekstra (2007) para o indicador pegada hídrica no Brasil é de 1.381 m³/hab/ano, valor, portanto, ligeiramente acima da média mundial, que foi estimada em 1.240 m³/hab/ano.

Atualmente, no estado da Paraíba existe um grupo de pesquisa denominado PEGADA HÍDRICA BRASIL (PHB)², registrado no CNPq e sediado no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande; o qual envolve

² <http://www.dca.ufcg.edu.br/phb/>

professores/pesquisadores de diferentes áreas e Universidades do País. Interligado ao NEPURA (Núcleo de Estudo e Pesquisa de Uso Racional da Água) da UFCG, tal grupo tem articulação direta com instituições nacionais e internacionais de pesquisa e ensino e vem desenvolvendo pesquisas na temática de desenvolvimento sustentável e no desenvolvimento de índices de sustentabilidade ambiental, utilizando a metodologia de pegada hídrica (PHB, 2013).

Em uma das publicações do grupo PHB, Maracajá *et al.* (2012), apresentam algumas medidas importantes para reduzir a pegada hídrica. Tais medidas incluem: o aumento de preço da água nas cidades e nas agroindústrias, diminuindo, assim, o consumo e provocando o uso mais eficiente da água; a adoção de um plano de incentivo para as empresas e pessoas que estão fazendo o reuso da água; adoção de uma maior divulgação de medidas sustentáveis que possam ser aplicadas no dia a dia da população que, como resultado, irá gerar um menor custo econômico e, conseqüentemente, uma menor pegada hídrica. Os autores ainda acreditam que a redução da pegada hídrica; a implementação desse indicador de sustentabilidade ambiental para avaliação do consumo da água doce; e, também a adoção de uma legislação voltada para o uso responsável da água podem ser instrumentos de planejamento de políticas sociais, econômicas e ambientais.

Lucena *et al.* (2012), em estudos recentes, estimou a pegada hídrica da comunidade acadêmica (docentes e discentes) do campus de Pombal da UFCG, encontrando um valor igual a 1.331,64 m³/hab/ano, excedendo, assim, o valor médio global (1.240 m³/hab/ano) e muito próximo do valor médio nacional (1.381 m³/hab/ano) encontrados na literatura. Os autores concluem que “o fato de 71% dos entrevistados não serem naturais da cidade de Pombal, implica que a implantação do campus pode ter contribuído para o aumento da pressão sobre os recursos hídricos da cidade”.

3.4 ANÁLISE CRÍTICA, POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA PEGADA HÍDRICA

O termo pegada hídrica é relativamente novo e como tal, tem suas falhas, possibilidades e limitações. Tal indicador, embora em crescente expansão e difusão

por parte de muitos grupos de pesquisas, enfrenta críticas severas de outros pesquisadores.

Krauskopf Neto (2011), por exemplo, não descarta a importância do termo pegada hídrica, nem mesmo o seu desenvolvimento e aplicação; no entanto critica o conceito desenvolvido pela *Water Footprint Network*, segundo o qual há uma admissão implícita de que o valor da pegada hídrica não é algo real, mas um indicador que é usado como se fosse equivalente a uso ou consumo real com o claro objetivo de "chamar a atenção" (do inglês "*raise awareness*"). Para o autor este procedimento de cálculo da pegada hídrica sempre conduz a números absurdamente grandes, principalmente devido à superestimação do uso dos recursos hídricos devido à consideração da evaporação na componente verde da pegada hídrica. conclui que indicadores são úteis somente quando são necessários e, apenas são necessários quando não é possível obter a figura completa do problema; sendo que, na gestão dos recursos hídricos, o indicador pegada hídrica passaria a ser uma complicação por conduzir a apenas uma visão do problema.

Ramina (2011), no entanto, destaca que qualquer indicador tem sua esfera de abrangência, sua precisão e seus limites de aplicação, pois são baseados em simplificações e relações que muitas vezes não representam adequadamente a realidade, apesar de possuírem a pretensão de fazê-lo. Mesmo assim o autor considera que são úteis e necessários para orientar à gestão, desde que não sejam tomados como se fossem a realidade e com isso determinem parâmetros de gestão sem qualquer crítica ou consideração adicional.

A rápida adoção da pegada hídrica como um indicador global da apropriação de água doce por seres humanos é muito útil para colocar a escassez de água doce na agenda de governos e empresas. Tal autor recomenda então a avaliação da pegada hídrica como um instrumento parcial, que deverá ser utilizado em combinação com outros meios analíticos, a fim de proporcionar uma compreensão de toda a gama de questões relevantes na tomada de decisão. Ou seja, para o autor, é necessário reconhecer que a redução da pegada hídrica da humanidade é apenas um desafio para ser visto num contexto muito mais amplo e num vasto leque de outros desafios (SEIXAS, 2011).

Por outro lado, Seixas (2011) defende que a avaliação da pegada hídrica de uma empresa pode auxiliar na compreensão de parte do “risco de água”, mostrando quais as componentes da pegada hídrica da empresa que são insustentáveis. Contudo, o autor admite que esta avaliação não é uma avaliação de risco completa, e conclui afirmando que se o “risco da água” é o foco de interesse para a reputação e regulamentação da empresa, a realização de uma avaliação da pegada hídrica não é suficiente.

Tais limitações não são descartadas pelos seus defensores. Para Hoekstra *et al.* (2011), a avaliação da pegada hídrica concentra-se essencialmente em analisar o uso de água doce, tendo em conta os recursos limitados deste tipo de água, não abordando outros temas ambientais como as alterações climáticas, a depleção de minerais, fragmentação de habitats, limitada disponibilidade de terra ou a degradação do solo, nem sociais ou econômicos como a pobreza, emprego e bem-estar. Ou seja, a avaliação da pegada hídrica dá ênfase às questões ambientais, sociais e econômicas na medida em que o uso dos recursos hídricos afeta a biodiversidade, saúde, assistência social ou a distribuição justa e equitativa deste recurso.

Ainda segundo os autores, a avaliação da pegada hídrica aborda a problemática da escassez de água doce e da sua poluição, porém não considera a questão das enchentes, assim como a problemática da escassa acessibilidade de certas populações à água potável, uma vez que este não é um problema de escassez de água, mas sim uma questão de pobreza. Além disso, a pegada hídrica refere-se à água doce, e não ao uso e poluição da água do mar (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Lanna (2012) analisou a metodologia da pegada hídrica adotada pela WFN e observou em relação às dimensões da pegada hídrica que, considerando que as pegadas verde, azul e cinza são fenômenos diferentes, com comportamentos distintos, tais pegadas não deveriam ser somadas (para obter o valor total da pegada hídrica) caso o objetivo seja o bom gerenciamento dos recursos hídricos, pois se corre o risco de acontecer a compensação entre as pegadas (por exemplo, compensar o aumento de uma pegada pela redução de outra) e, dependendo da

situação, pode resultar em uma melhor ou uma pior situação. O autor exemplifica tal fato da seguinte forma:

buscando propositadamente situações absurdas, um empreendedor poderia compensar o aumento da poluição hídrica (pegada cinza) impermeabilizando o solo onde se localiza o empreendimento, onde era plantada grama, para reduzir a evaporação e, desta forma, reduzindo a pegada verde.

Ainda segundo o autor, um dos principais problemas da adoção da pegada hídrica como referência para um melhor gerenciamento de recursos hídricos é a não consideração da disponibilidade hídrica renovável e a consideração da evaporação de reservatórios de regularização como pegada verde. A rigor, existe um erro inicial ao ser desconsiderada a evapotranspiração que haveria na situação em que não houvesse reservatório, que vaporizaria a água contida no solo. O autor ainda afirma que ao chamar atenção sobre o problema da escassez hídrica existe o risco da mensagem ser mal interpretada e se tornar mera manipulação da opinião pública.

Percebe-se que várias são as críticas feitas à metodologia da WFN, mas vale ressaltar que tal método apresenta também uma série de vantagens, como, por exemplo, a estimativa do volume de água consumido por um indivíduo, comunidade, ou população.

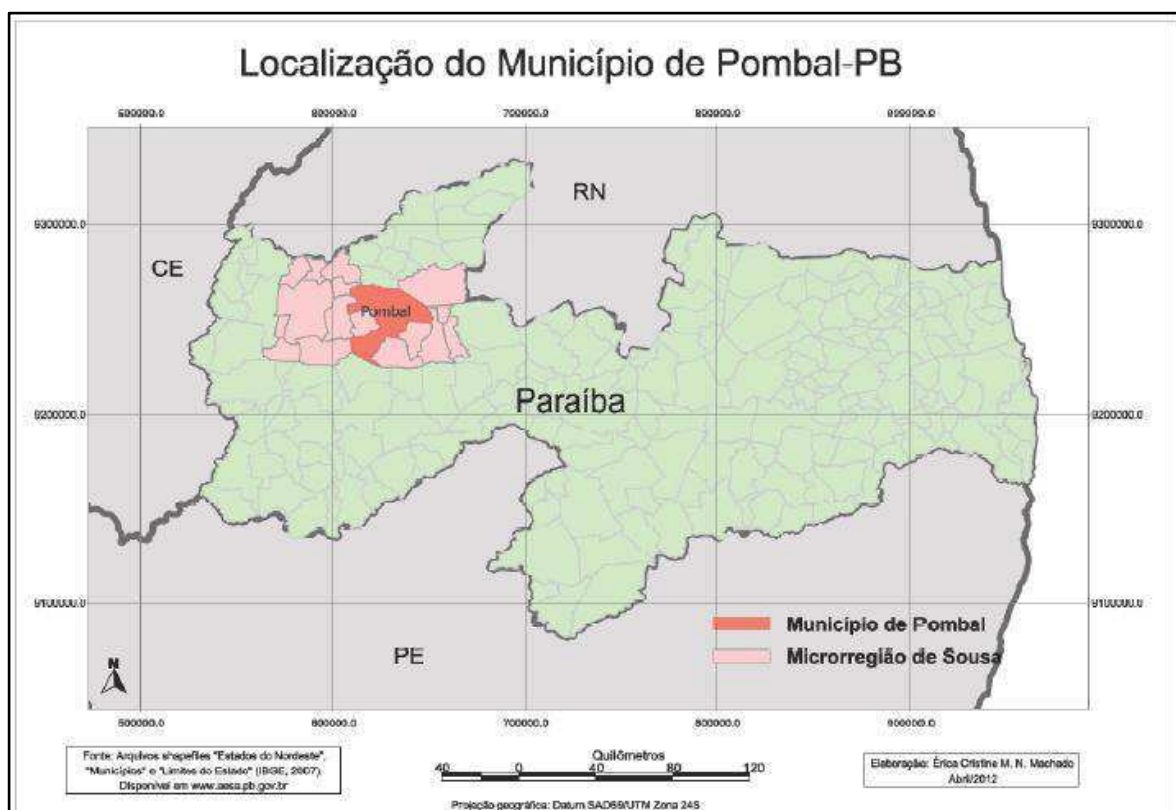
Analisando os pontos de vista dos autores e, com base no entendimento sobre a funcionalidade da metodologia da WFN, recomenda-se que, ao utilizar a pegada hídrica como indicador, deve-se entender que o valor calculado representa apenas uma estimativa do consumo de água direto e indireto, podendo ser utilizado como uma poderosa ferramenta de incentivo à racionalização do uso da água e a adoção de práticas e padrões que diminuam a pressão sobre os recursos do planeta. Deve-se lembrar também de que as características hídricas diferem entre as nações, portanto seria interessante aprofundar o conceito e metodologia da pegada hídrica e, aperfeiçoar e desenvolver metodologias específicas de acordo com as características de cada nação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Pombal – PB possui atualmente uma área de 889 km² e está inserido na microrregião de Sousa, no estado da Paraíba, conforme mostra a Figura 4, distante 378 km da capital do Estado, João Pessoa. De acordo com o último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, existe no município uma população de 32.110 habitantes, sendo que a população urbana corresponde a 25.760 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 4 - Localização do município de Pombal - PB no estado da Paraíba.



Fonte: (MACHADO, 2012 apud LUCENA *et al.*, 2013)

Em relação aos serviços de saúde, Pombal conta hoje com apenas um hospital de médio porte. Existe também em Pombal uma UPA, Unidade de Pronto Atendimento 24 horas que está situada no bairro dos Pereiros.

Em relação à educação, segundo dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Pombal, em 2012, existem 30 escolas municipais (3.285 alunos, 198 professores), 6 estaduais (3.729 alunos, 187 professores), 4 particulares (1.309 alunos, 89 professores), totalizando 40 escolas, 8.323 alunos e 474 professores. E, também o campus da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) está atuando na cidade, com os cursos de graduação de Engenharia Ambiental, Agronomia e Engenharia de alimentos e de pós-graduação em Horticultura e Sistemas Agroindustriais.

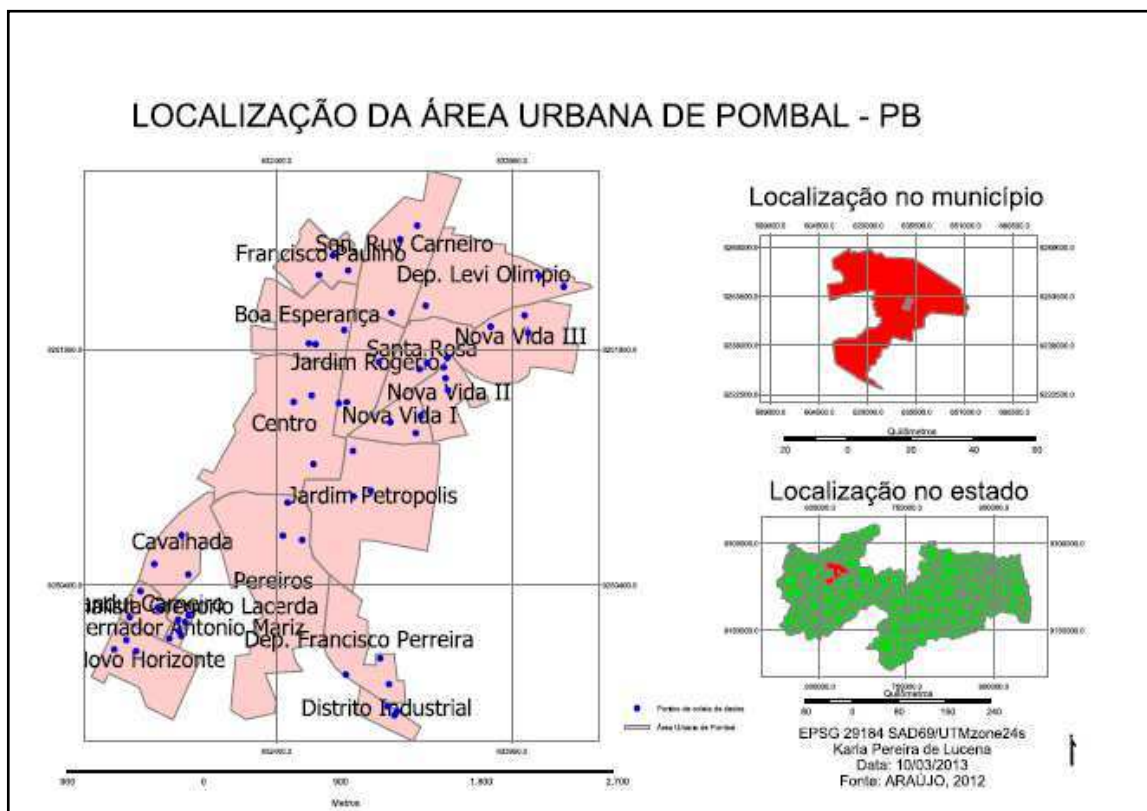
O município de Pombal está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. E, inserido também em uma unidade geoambiental de Depressão Sertaneja com superfície pediplanada, apresentando relevo predominantemente suave/ondulado e, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (CPRM, 2005).

A pluviometria do município caracteriza-se pelo suprimento hídrico, o qual está na dependência da massa equatorial continental, que se desloca em direção sul, e também dos ventos alísios de Nordeste. O clima do município é do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril (CPRM, 2005). A precipitação média anual é de 719,7 mm (AESAs, 2013).

A vegetação predominante da área é a caatinga hiperxerófila, caracteriza-se por formações vegetais secas com grande quantidade de plantas espinhosas, cactáceas e as bromeliáceas (ARRUDA, 2001).

A cidade de Pombal – PB possui sua área urbana composta por 19 bairros, conforme mostra a Figura 5. Todos eles foram atendidos, de acordo com a amostra a ser selecionada para a estimativa da pegada hídrica da área urbana da cidade em estudo.

Figura 5 - Localização da área urbana do município de Pombal – PB e disposição dos pontos de coleta de dados



4.2 METODOLOGIA

4.2.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA E DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS

Correa (2003) define população como sendo “uma coleção completa de todos os elementos a serem estudados”. A população da presente pesquisa refere-se à população urbana de Pombal – PB, a qual é constituída por 25.760 habitantes. Como o número de habitantes é alto, fez-se a seleção de uma “amostra”, termo este definido por Correa (2003) como um subconjunto de elementos extraídos de uma população. A amostra selecionada para atender os objetivos desta pesquisa é do tipo não probabilística, pois fez-se a seleção aleatória de três residências por bairro.

O número da amostra selecionada é pequeno comparado ao tamanho da população, mas vale ressaltar que é errado pensar que o acesso a todos ou a

grande parte dos elementos da população é sinal de precisão. “Os erros de coleta e manuseio de um grande número de dados são maiores do que as imprecisões a que estamos sujeitos quando generalizamos, via inferência, as conclusões de uma amostra bem selecionada” (CORREA, 2003).

A estimativa da pegada hídrica da população urbana da cidade de Pombal – PB consistiu na aplicação de questionários (Anexo 1) com propósito de quantificar as pegadas hídricas da referida população. Aplicou-se um total de 57 questionários em toda a cidade de Pombal, sendo que cada bairro foi representado por três questionários, os quais tinham como requisitos informações acerca do consumo direto de água, do consumo de alimentos e do consumo de bens industriais,

O cálculo da pegada hídrica foi realizado utilizando a “calculadora estendida de pegada hídrica” (Anexo 2) disponibilizada pela *Water Footprint Network*. Tais dados foram interpretados, analisados e sintetizados através de uma análise comparativa do consumo de água da população urbana de Pombal com os valores padrões de consumo a nível nacional e mundial.

A utilização da calculadora estendida de pegada hídrica merece muita atenção, pois: a) é obrigatório o preenchimento de todos os campos; b) não se deve utilizar vírgulas para separar casas decimais; c) deve-se informar o país antes de executar o cálculo; d) deve-se informar a renda anual em dólar, portanto é necessário converter a moeda, informando o dia e o mês do câmbio. O período do cálculo da pegada hídrica da população urbana de Pombal e consequente conversão da moeda se deram nos meses de setembro de 2012 e março de 2013. Cerca de 56,1% (32 questionários) foram calculados em setembro de 2012 e, o restante, cerca de 43,9% (25 questionários) foram calculados em março de 2013.

No momento da visita para a aplicação dos questionários, utilizou-se um aparelho de GPS (Sistema de Posicionamento Global) modelo *Oregon 550t* para coletar as informações de localização geográfica de cada residência dos indivíduos entrevistados. Coletou-se as coordenadas em períodos diferentes, algumas em setembro de 2012 e outras em março de 2013; a precisão das coordenadas coletadas variaram entre 3 e 4 metros. Em seguida, organizou-se um banco de dados georreferenciado de pegada hídrica. Dessa forma, foi possível realizar uma

análise exploratória dos dados com a geração de um mapa, mostrando o comportamento deste indicador para a zona urbana do município de Pombal - PB.

A confecção do mapa foi realizada utilizando a versão 1.11 do programa *gvSIG*, e convertendo, inicialmente, os dados contidos no GPS (formato GPX) em um arquivo vetorial (tipo *Shapefile* - SHP). Em seguida, converteu-se o arquivo vetorial que se encontrava na projeção WGS84³ para a projeção SAD69⁴/UTM⁵ Zone 24S. Tais coordenadas foram adicionadas ao mapa urbano do Município de Pombal, sendo adicionado à sua tabela de atributos o valor da pegada hídrica de cada indivíduo. Para tal foi utilizada a função JUNÇÃO / MERGE (mesclar), a qual permite a atuação sobre uma ou várias camadas, gerando uma nova camada que une todas as geometrias das camadas de entrada. Em seguida, fez-se o mapeamento dos dados através do método JUNÇÃO ESPACIAL / SPATIAL JOIN, o qual permite transferir os atributos de uma camada para outra com base em uma característica comum. Assim, elaborou-se um mapa com a pegada hídrica dos indivíduos selecionados na zona urbana de Pombal – PB, por bairro, utilizando como índice espacial para o cálculo dos intervalos, os valores médios de pegada hídrica de cada bairro.

4.2.2 APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA

A variável estudada é a própria pegada hídrica calculada para a população urbana de Pombal. Após a obtenção dos valores da referida variável, estimou-se a média da amostra através da Equação (1) (Moore, 2005).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum xi \quad (1)$$

Onde, \bar{x} corresponde à média amostral, xi aos valores individuais constituintes da média e n é igual ao tamanho da amostra.

³ *World Geodetic System*

⁴ *South American Datum*

⁵ *Universal Transversa de Mercator*

Feita a estimativa da média amostral, calculou-se o desvio padrão da amostra através da Equação (2) (Moore, 2005).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (xi - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Onde, s refere-se ao desvio padrão, \bar{x} à média amostral, xi aos valores individuais constituintes da média e n ao tamanho da amostra.

Após a obtenção do desvio padrão, verificou-se a representatividade da mesma por meio do cálculo do Coeficiente de Variação (CV), através da Equação (3) (AFONSO, 2013).

$$CV (\%) = \frac{s}{\bar{x}} * 100 \quad (3)$$

Se o valor do CV for igual ou inferior a 50%, indica que a média é representativa, caso tal valor seja superior a 50%, a média não é representativa.

Finalmente, estimou-se a margem de erro amostral através da Equação (4), de Moore (2005) adotando um valor crítico ($z = 2,575$) para o intervalo de confiança de 99%, conforme mostra a Tabela 2. A margem de erro é calculada em função do tamanho da amostra e dos resultados obtidos na pesquisa.

$$e = z * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Onde, e corresponde à margem de erro da amostra, σ ao desvio padrão da população, n ao tamanho da amostra e z = valor crítico associado ao grau de confiança da amostra.

Tabela 2 - Valores críticos associados ao grau de confiança da amostra

Nível de confiança C	90%	95%	99%
Valor crítico z	1,645	1,960	2,575

Fonte: Moore (2005)

Após a estimativa da média e margem de erro amostral de acordo com o nível de confiança escolhido, definiu-se o intervalo com os possíveis valores nos quais, o valor estimado para a pegada hídrica está inserido. Tal intervalo é obtido através do

valor da margem de erro para mais ou para menos associado ao valor médio da variável em estudo, conforme mostra a Equação 5.

$$\bar{x} \pm e \tag{5}$$

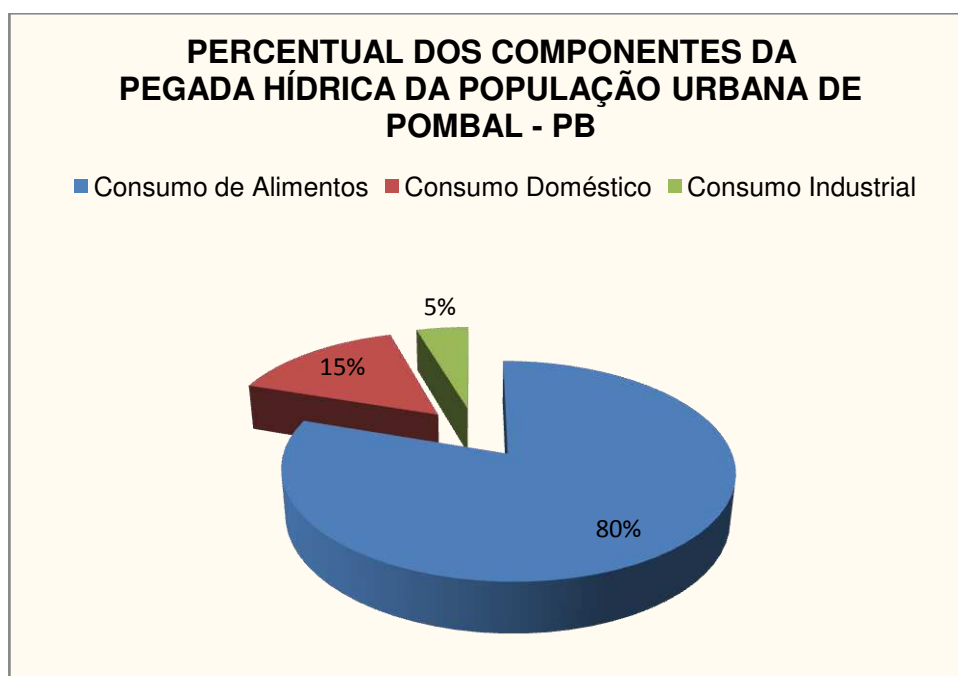
Onde \bar{x} corresponde à média e e refere-se à margem de erro amostral.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pegada hídrica é calculada através da soma das pegadas hídricas verde, azul e cinza, quantificados de forma direta e indireta e representados pela soma dos componentes: consumo de alimentos, consumo doméstico e consumo industrial na calculadora estendida de pegada hídrica.

O cálculo do valor estimado da pegada hídrica média da população urbana de Pombal – PB através da representação da soma dos consumos de alimentos, doméstico e industrial se encontra ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Componentes da pegada hídrica da população urbana de Pombal – PB

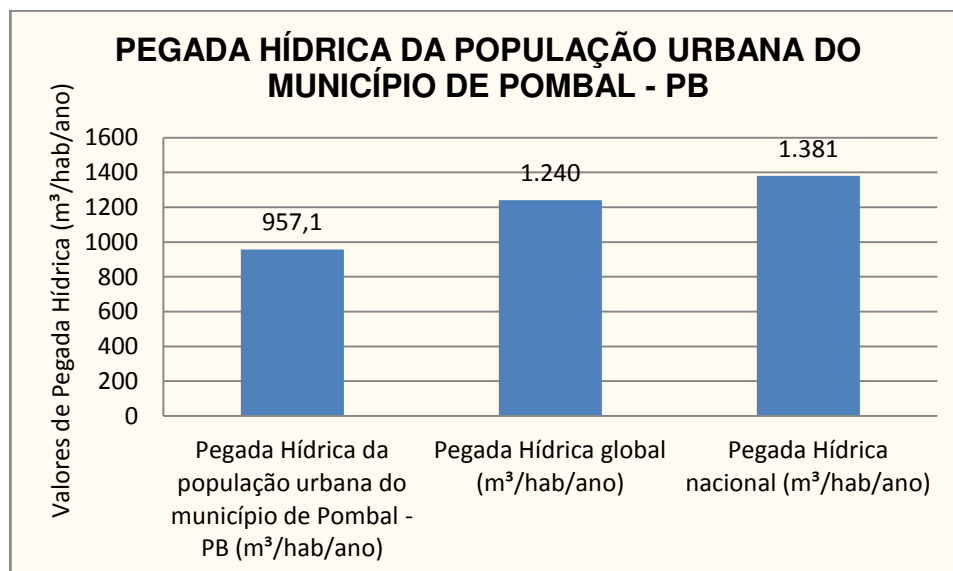


Ao analisar os tipos de consumos (alimentício, doméstico e industrial) que compõe o cálculo da pegada hídrica da população urbana do município percebeu-se que, o fator mais impactante da pegada hídrica da referida população, com 80% (767,52 m³/hab/ano) correspondeu ao consumo de alimentos. O consumo doméstico contribuiu com 15% (145,71 m³/hab/ano) e o consumo industrial com 5% (43,86 m³/hab/ano) na estimativa do valor da pegada hídrica da população em estudo.

Após a análise dos componentes da pegada hídrica da população urbana da cidade de Pombal, obteve-se a pegada hídrica média estimada da referida

população, apresentada na Figura 7, em comparação com os valores de pegada hídrica global e nacional estimadas por Hoekstra e Chapagain (2007).

Figura 7- Pegada hídrica da população urbana do município de Pombal – PB



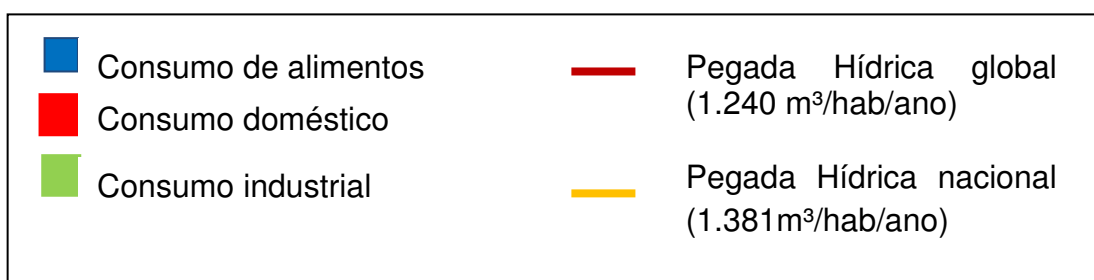
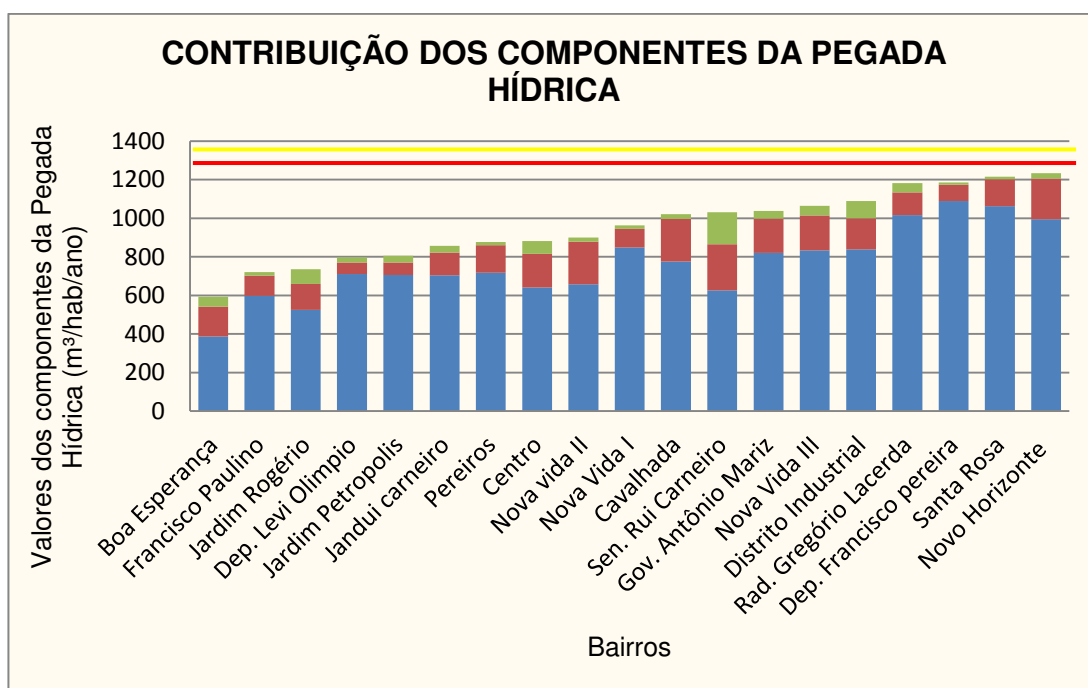
Estatisticamente, a variável estudada referiu-se a própria pegada hídrica calculada para os indivíduos, cuja média foi de 957,10 m³/hab/ano, com desvio padrão igual a 388,83 m³/hab/ano e, coeficiente de variação correspondente a 40,6%, o que indica que a média é representativa. Desta forma, para o tamanho de amostra referente a 57 indivíduos, e considerando um grau de confiança de 99% ($Z = 2,575$) a margem de erro é de $\pm 132,62$ m³/hab/ano. Ou seja, é possível afirmar com 99% de confiança que a população da área urbana do município de Pombal - PB possui uma pegada hídrica variável entre 824,49 e 1.089,72 m³/hab/ano. Para o cálculo da margem de erro de acordo com a Equação (3), seria necessário o valor do desvio padrão populacional, mas como não se conhece tal valor, adotou-se o desvio padrão amostral S , (calculado pela Equação (2)) em substituição ao desvio padrão populacional.

Logo, tanto o valor médio como o valor máximo estimado no intervalo de variação de valores de pegada hídrica encontrado para a população urbana de Pombal – PB é inferior aos valores de pegada hídrica nacional (1.381 m³/hab/ano) e global (1.240 m³/hab/ano), e, também, inferior ao valor de pegada hídrica estimado

por Lucena *et al.*, (2012) para a comunidade universitária do campus da UFCG na mesma cidade (1.331,64 m³/hab/ano). Logo, conclui-se que os indivíduos não residentes em Pombal – PB, que estão vinculados ao campus de Pombal da UFCG contribuíram para o alto valor da pegada hídrica da comunidade do referido campus, comparando-se com o valor estimado apenas para a população urbana do município de Pombal.

Após a análise da pegada hídrica média estimada para a população urbana do município de Pombal – PB analisou-se a contribuição dos componentes da pegada hídrica de cada bairro, com os valores apresentados na literatura, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Contribuição dos componentes da pegada hídrica estimada para os bairros da cidade de Pombal – PB e comparação com os valores encontrados na literatura



De acordo com a Figura 8, percebe-se a alta contribuição do consumo de alimentos em todos os bairros, seguido pela contribuição do consumo doméstico e, por fim a contribuição do consumo industrial. No entanto, verifica-se que alguns bairros, como o Senador Rui Carneiro, o Distrito Industrial, o Centro e o Jardim Rogério apresentaram os maiores valores de consumo industrial em relação aos outros bairros. Em relação ao alto consumo industrial do Senador Rui Carneiro e do Distrito Industrial, já que nos mesmos, a maioria dos indivíduos pertencem a classe social baixa, provavelmente se deu devido a informações não tão precisas referente à renda mensal, uma vez que, durante a aplicação dos questionários, a maioria dos entrevistados residentes nos referidos bairros responderam que eram dependentes da renda familiar e, não tinham conhecimento a respeito do valor da referida renda e tampouco da renda individual, portanto, estimaram um possível valor de renda individual. Em relação ao alto consumo industrial dos bairros Centro e Jardim Rogério se deve ao fato de que os indivíduos residentes nos referidos bairros pertencerem a classes sociais média e alta.

A pegada hídrica de cada bairro resulta da soma dos componentes representados na Figura 8 e discutidos anteriormente. Assim sendo, a partir da mesma figura é possível observar que todos os bairros apresentaram valores estimados de pegada hídrica inferiores aos valores global (1.240 m³/hab/ano) e nacional (1.381 m³/hab/ano). Comparando-se os valores de pegada hídrica estimados por bairro, ainda se percebe, que os bairros Boa Esperança e Francisco Paulino apresentaram as menores pegadas hídricas devido ao fato de a maioria dos residentes pertencerem a classe social baixa. Os bairros nos quais residem indivíduos que fazem parte das classes sociais média e alta, como Centro, Santa Rosa, Jardim Petrópolis e Jardim Rogério apresentaram valores maiores de pegada hídrica quando comparados aos bairros Boa Esperança e Francisco Paulino. Verificou-se, também a existência de inconsistências em alguns bairros, nos quais os indivíduos residentes pertencem à classe social baixa e apresentaram os maiores valores estimados de pegada hídrica, tais bairros incluem o Radialista Gregório Lacerda e o Novo Horizonte. Tais inconsistências ocorreram devido ao alto consumo de alimentos, o qual contribui com uma maior parcela na estimativa da pegada hídrica.

A pegada hídrica é diretamente proporcional aos consumos de alimentos, doméstico e industrial, ou seja, quanto mais altos os valores referentes a tais consumos, maior será a pegada hídrica do indivíduo. A relação existente entre a pegada hídrica e a renda diz respeito ao consumo industrial, ou seja, quando maior for a renda do indivíduo, maior será seu consumo industrial e, conseqüentemente maior será sua pegada hídrica. No entanto, como foi visto, ocorreram algumas inconsistências, nas quais alguns bairros apresentaram um baixo valor de consumo industrial e um alto valor de pegada hídrica, como o bairro Santa Rosa, por exemplo. Vale ressaltar que, em alguns casos, tal fato pode ser explicado devido ao alto consumo de alimentos ser bem maior que o valor correspondente ao consumo industrial.

A relação entre a pegada hídrica e os valores médios da renda dos bairros de Pombal se encontra ilustrados nas Figuras 9 e 10, respectivamente.

Figura 9 - Pegada hídrica média estimada para os bairros da cidade de Pombal – PB

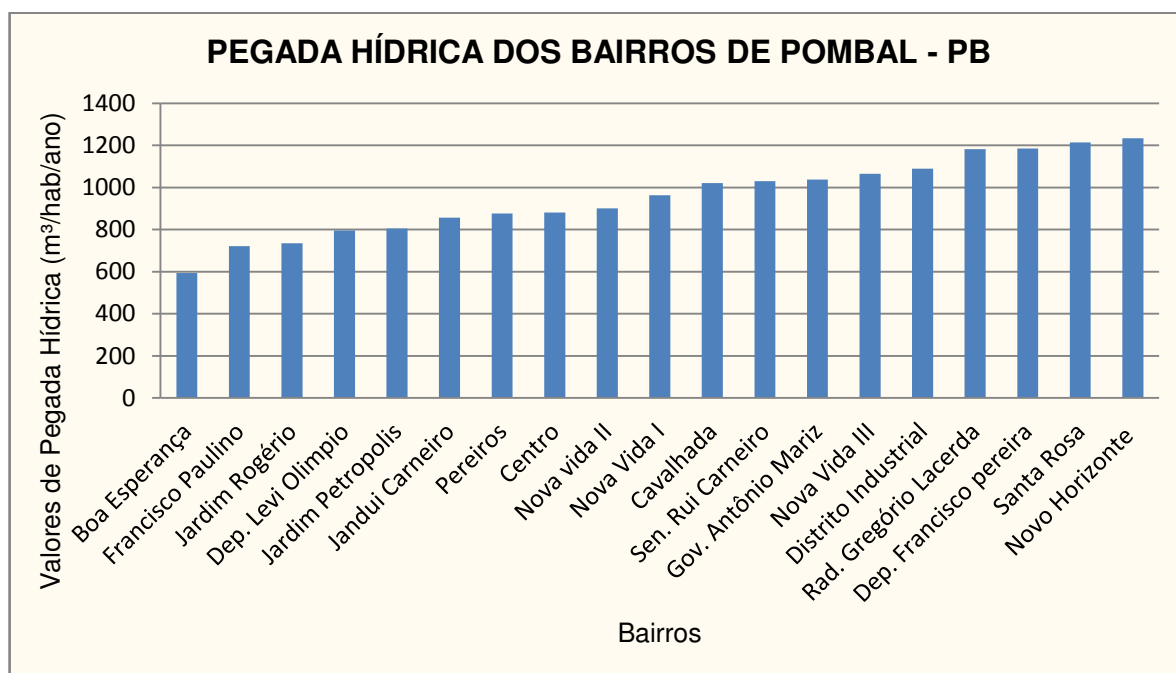
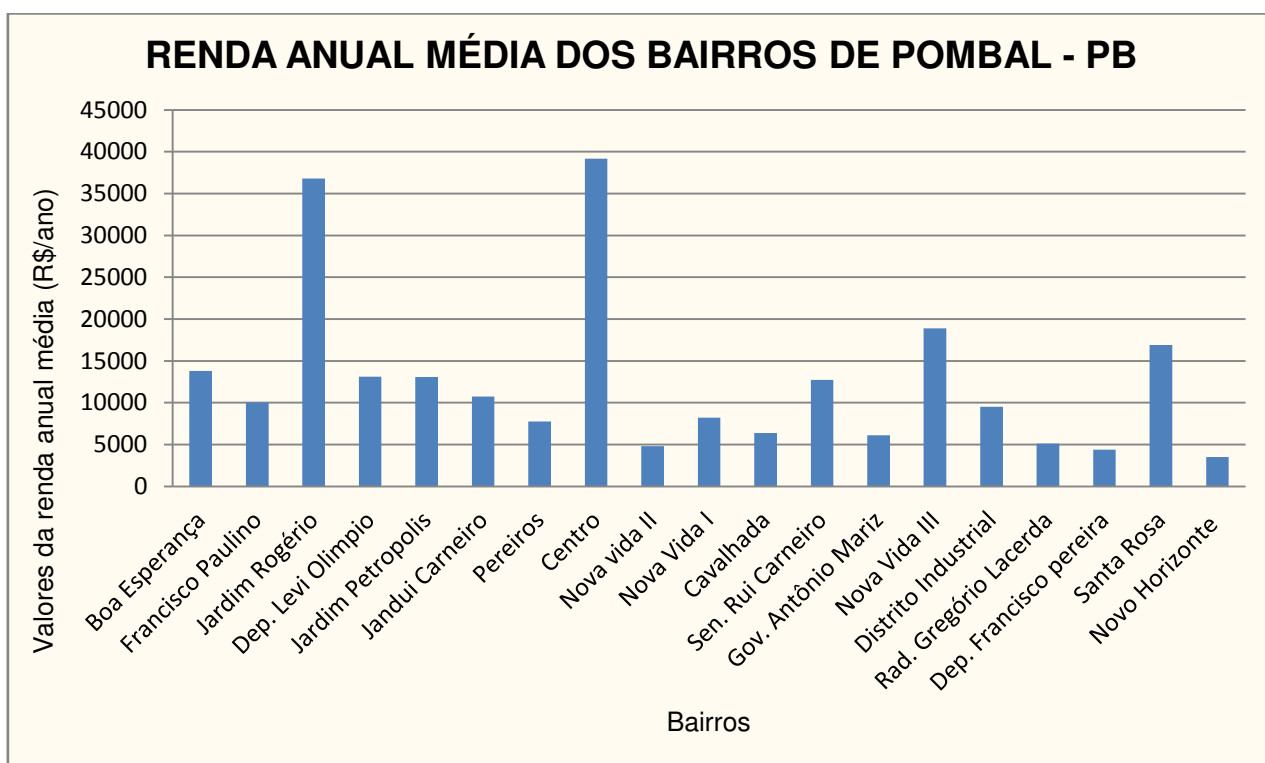


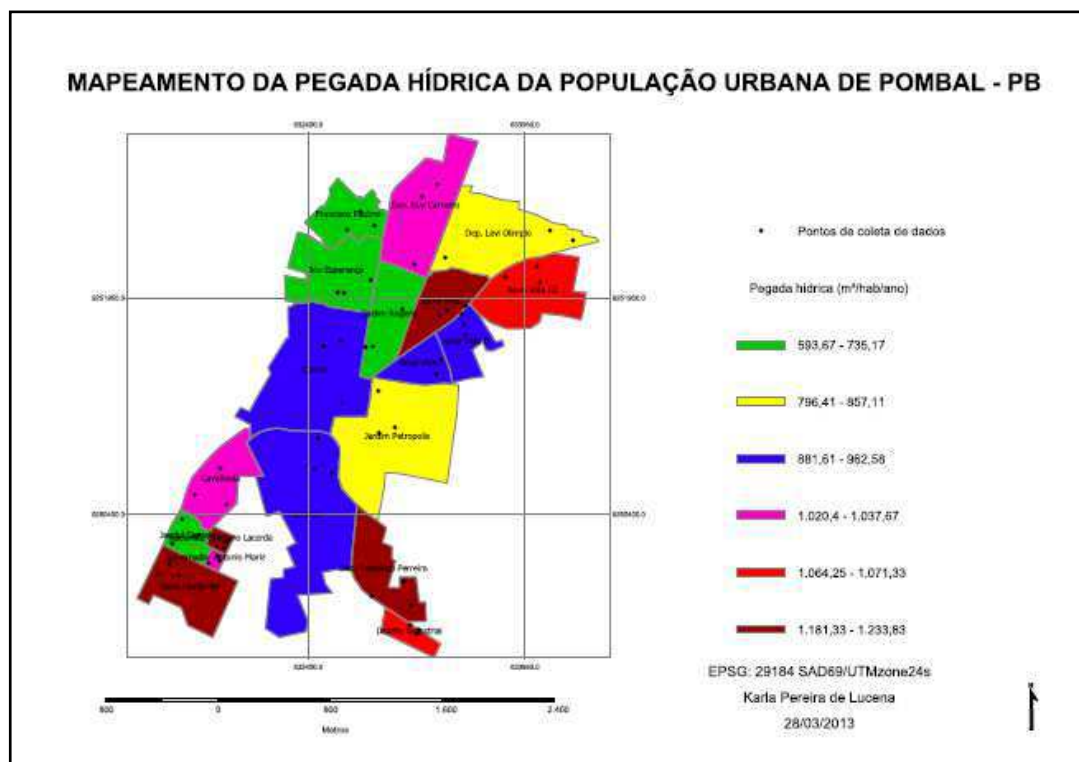
Figura 10 - Renda anual média estimada para os bairros da cidade de Pombal – PB



Através de uma análise comparativa entre as Figuras 9 e 10, observa-se que os maiores valores de renda média anual informada (Figura 10) correspondem aos bairros Centro e Jardim Rogério, o que já era esperado já que os indivíduos residentes nos referidos bairros pertencem a classes sociais média e alta. Já os bairros que apresentaram as menores rendas anuais médias referiram-se ao Novo Horizonte e o Deputado Francisco Pereira, nos quais residem indivíduos da classe social baixa. No entanto verificou-se que estes últimos apresentaram valores de pegada hídrica bem maiores comparados aos indivíduos residentes no Centro e no jardim Rogério (Figura 9). Desta forma, tal fato ocorreu devido ao alto consumo de alimentos ser bem maior nos bairros de classe social baixa.

Os resultados apresentados e discutidos acima se encontram ilustrados em um mapa temático apresentado na Figura 11

Figura 11 - Mapeamento da pegada hídrica da população urbana do município de Pombal – PB



De acordo com a Figura 11, percebe-se a concentração dos maiores e menores valores de pegada hídrica estimados para os residentes da cidade de Pombal – PB. Como foi mencionado anteriormente, os indivíduos que consomem menos água residem, principalmente nos bairros Boa Esperança e Francisco Paulino (classe social baixa), enquanto que os indivíduos que consomem maiores volumes de água residem nos bairros Novo Horizonte (classe social baixa) e Santa Rosa (classe social alta). Em resumo, a Figura 11 mostra os resultados que já foram discutidos anteriormente.

6 CONCLUSÕES

A metodologia da pegada hídrica adotada pela WFN é alvo de críticas de pesquisadores, principalmente por considerar a soma de variáveis distintas (água verde, água azul e água cinza) e fazer com que as pessoas pensem que o valor obtido é um valor real. A calculadora estendida de pegada hídrica apresenta questões subjetivas necessárias ao cálculo do indicador, uma vez que é difícil de estimar quantos quilos de arroz, cereais, carne são consumidos pelo indivíduo por semana, bem como quantas vezes o mesmo lava as mãos durante o dia e quantos minutos são necessários para a lavagem de louças;

Os indivíduos entrevistados apresentaram dificuldades no momento da aplicação dos questionários, principalmente acerca dos pontos mencionados anteriormente e, também acerca da informação da renda mensal, pois muitos eram dependentes da renda familiar e, estimaram um possível valor de renda individual. O fator mais impactante no cálculo da pegada hídrica da população urbana de Pombal refere-se ao consumo de alimentos, pois a produção da maioria dos alimentos requer uma grande quantidade de água e o fator menos impactante refere-se ao consumo industrial, justamente pelo fato de os indivíduos não terem informado a renda mensal com precisão.

Os maiores consumidores de água da cidade de Pombal residem nos bairros Santa Rosa e Novo Horizonte e os menores consumidores de água residem nos bairros Boa Esperança e Francisco Paulino. Tais bairros possuem pouca infraestrutura quando comparado ao Centro ou Jardim Rogério, os quais apresentaram maiores valores de renda mensal, portanto, devido a infraestrutura, renda, pontos comerciais, esperava-se que os últimos bairros mencionados apresentassem maiores valores de pegada hídrica.

É recomendável aprofundar os estudos sobre pegada hídrica e aperfeiçoar os métodos de cálculo para que se possa utilizar a pegada hídrica como ferramenta de educação ambiental para o bom gerenciamento dos recursos hídricos e investir em pesquisas futuras, como, por exemplo, estender a presente pesquisa para a comunidade rural do município de Pombal, a fim de se obter um valor estimado de

pegada hídrica para todo o município e, também comparar as condições sociais, econômicas e hídricas entre as comunidades rural e urbana do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.** Disponível em <<http://www.aesa.pb.gov.br/>> Acesso em 10 de mar de 2013.

AFONSO. A. P. **Estatística.** Disponível em <www.matematiques.com.br> Acesso em 14 de abr de 2013.

ALBUQUERQUE, H. J. T. R. “Sustentabilidade Socioambiental”. **Água e Meio Ambiente Subterrâneo.** Jun/jul, 2011. (3)pp.

ALLAN, J. A. ***Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydriopolitical futures would be impossible.*** In: Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, 1993. pp 13-16.

ARAÚJO. A. Entrevista com Albano Araújo sobre Pegada Hídrica. **Você sabe o que é Pegada Hídrica?** Entrevistadores: *The Nature Conservancy* - TNC BRASIL. Entrevista disponível em <http://portugues.tnc.org/comunicacao-midia/destaques/pegada-hidrica.xml>. Acesso em 20 dez de 2012

ARRUDA, M. B. **Biomass e Ecoregiões.** In: **Ecosistemas Brasileiros.** Edições IBAMA 2001.

CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. M. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, . **Água virtual e desenvolvimento sustentável: o Brasil como grande exportador de recursos hídricos**. In: Congreso de La Asociación Latinamericana de Sociologia. XXV., 2005, Porto Alegre.

CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. **Ecological Economics Elsevier.** 70 (2011) 749–758 pp.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e Estatística.** – 2ª ed. - Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003 116 p.

CPRM. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Pombal, estado da Paraíba/** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FERNANDEZ, J. A. B.; MENDIONDO, E. M. **Água Virtual na Gestão de Águas Urbanas sob Cenários de Adaptação.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XIX., 2009, Maceió. **Anais...** Nov. 2011, 5-6 pp.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Pegada hídrica e a governança do uso da água no setor industrial.** São Paulo, 2011. Disponível em: www.fiesp.com.br/arquivos/.../pegada_hidrica_setor_industrial.pdf. Acesso em 19 jan de 2011.

GFN - *Global Footprint Network. Footprint Calculator*. Disponível em <<http://www.footprintnetwork.org/pt/index.php/GFN/page/calculators/>>. Acesso em 12 fev de 2013.

GUIMARÃES, P. B. V.; XAVIER, Y. M. A. **A regulamentação da água virtual nos sistemas ambientais**. 2008. 702-716 pp. www.conpedi.org.br/manaus/.../patricia_borba_vilar_guimaraes.pdf .

HOEKSTRA, A.Y. HUNG, P. Q. **Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade**. *Glob Environ Change* 15:45–56. 2005.

HOESKTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K. **Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern**. In *Water Integrated Assessment of Water Resources and Global Change*, 2007. 35-48, DOI: 10.1007/978-1-4020-5591-1_3.

HOEKSTRA, A.; CHAPAGAIN, A.; ALDAYA, M.; MEKONNEN, M. **Water Footprint Manual. Setting the Global Standard**. WaterFootprint Network, 2011.

HOESKTRA, A. Y.; MEKONNEN, M. M. **The water footprint of humanity**. Department of Water Engineering and Management, University of Twente. P.O. Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands. PNAS. February 28, 2012. vol. 109 no. 9. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades: Censo 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251210>, acesso em 20 dez de 2012.

KRAUSKOPF NETO, R. **Lista de discussão sobre Gestão de Recursos Hídricos da ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos)**. [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por <abrh-gestao@yahoogrupos.com.br> em 09/06/2011.

LANNA, A. E. **Lista de discussão sobre Gestão de Recursos Hídricos da ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos)**. [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por <abrh-gestao@yahoogrupos.com.br> em 13/06/2011.

LANNA, A. E. [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por <edulanna@gmail.com> em 17/06/2012.

LUCENA, K, P.; ARAÚJO, W. F.; FELINTO, C. M. R.; NOE, J. R.; MACHADO, E. M. N. **Determinação da Pegada Hídrica da Comunidade Universitária do Campus de Pombal da UFCG**. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental AIDIS, XXXIII, 2012, Salvador.

LUCENA, K. P.; TRIGUEIRO, H. O.; LUCENA, J. S.; MACHADO, E. M. N. **Determinação da pegada hídrica de alunos do ensino médio do município de Pombal – PB**. Terra: [livro eletrônico]:Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades / Giovanni Seabra (organizador). – João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2013. 25.377kb /pdf. V 1 1.473 pag. ISBN 978-85-237-0630-2. 793-801 pp.

MARACAJÁ, K. F. B.; SILVA, V. P. R.; NETO, J. D.; ARAÚJO, L. E. Pegada Hídrica como Indicador de Sustentabilidade Ambiental. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade** – Vol. 2, nº 2 – Edição Especial Rio +20, Jun., p.113-125, 2012. ISSN: 2237-3667.

MARZULLO, R. C. M.; FRANCKE, I.; MATAI, P. H. L. S. **Pegada hídrica da água tratada: necessidade de água para a obtenção de água**. In: Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e Serviços, 2, 2010, Florianópolis. **Anais**. 19-24 pp.

MEKONNEN, M. M.; 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.

MOORE, D. S. **A estatística básica e sua prática**. 3ª ed - Rio de Janeiro, LTC, 2005.

OLIVEIRA, H. T.; LUCENA, K. P.; LUCENA, J. S.; PEREIRA, K. MACHADO, E. M. N. **Estimativa do indicador de sustentabilidade ambiental pegada ecológica na cidade de Pombal – PB**. Conferência Internacional Em Gestão Ambiental Colaborativa – Cigac, 1. Sousa – PB, jun 2012.

PHB – Pegada Hídrica Brasil (Grupo de Pesquisa de Pegada Hídrica do Brasil). **Quem somos?** Universidade Federal de Campina Grande - UFCG Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN. Disponível em <<http://www.dca.ufcg.edu.br/phb/>> Acesso em 12 fev 2013.

RAMINA, R. **Lista de discussão sobre Gestão de Recursos Hídricos da ABRH (Associação Brasileira de Recursos Hídricos)**. [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por <abr-h-gestao@yahoo-grupos.com.br> r> 10/06/2011.

SEIXAS, V. S. C. **Análise da pegada hídrica de um conjunto de produtos agrícolas**. Originalmente apresentada como Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais. Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. 2011.

WACKERNAGEL, M., RESS, W. **Our ecological footprint: Reducing human impact on the Earth**. New Society Publishers, Gabriola Island, BC, Canada, 1996.

WFN. *Extended Calculator*. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator>>. Acesso em 20 set. 2012.

WWF BRASIL. *Pegada Ecológica* Disponível em: <<http://www.wwf.org>. >. Acesso em 28 jan de 2013.

ANEXOS

Anexo 1 – Questionário da calculadora da pegada hídrica adaptado

Qual é a sua Pegada Hídrica?¹

1 Extended Calculator of Water Footprint Network. <http://www.waterfootprint.org/>

Sobre você:

Cidade/Estado/País: _____

Nacionalidade: _____

Idade: _____

Sexo: () Feminino () Masculino

Endereço Residencial: (rua, nº, bairro, cidade):

Consumo de alimentos

Produtos derivados de cereais (trigo, arroz, milho, etc) _____ kg por semana

Carne _____ kg por semana

Produtos lácteos _____ kg por semana

Ovos _____ quantidade por semana

Vegetais _____ kg por semana

Frutas _____ kg por semana

Raízes ricas em amido (batata, mandioca) _____ kg por semana

Café _____ xícaras por dia

Chá _____ xícaras por dia

Como você prefere sua comida?

() com baixo teor de gordura () com médio teor de gordura () com alto teor de gordura

Como é o seu consumo de açúcar e doces?

() baixo () médio () alto

Consumo de água dentro de casa

- Quantos banhos você toma por dia? _____ banhos por dia
- Qual é a duração média de cada banho? _____ minutos por banho
- Características do seu chuveiro: () padrão () de baixo fluxo
- Quantos banhos de banheira você toma por semana? _____ números por semana
- Quantas vezes por dia você escova os seus dentes, faz a barba e lava as mãos?
_____ vezes por dia
- Você deixa a torneira aberta quando escova os dentes e faz a barba? () Sim () Não
- Quantas vezes você lava roupa em uma semana normal? _____ vezes por semana
- Você tem um banheiro de dupla descarga? () Sim () Não () Não uso banheiro com descarga.
- Se você lava sua louça manualmente, quantas vezes eles são lavados por dia?
_____ vezes por dia
- Em média, quanto tempo a água escoava durante cada lavagem? _____ minutos por lavagem
- Se você lava sua louça em uma máquina de lava-louças, quantas vezes por semana a máquina é utilizada? _____ vezes por semana

Consumo de água fora de casa

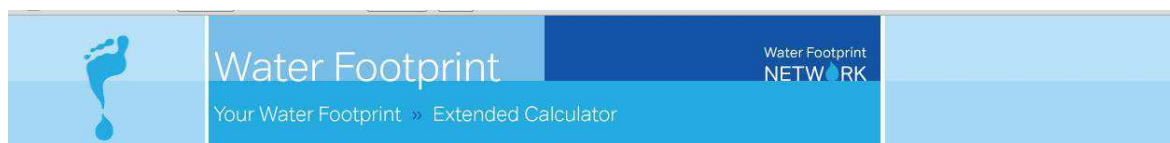
- Quantas vezes por semana você lava o carro? _____ quantidade por semana
- Quantas vezes por semana você rega seu jardim? _____ quantidade por semana
- Quanto tempo você demora para regar o seu jardim? _____ minutos por rega
- Quanto tempo por semana você gasta na lavagem de calçadas ou áreas externas?
_____ minutos por semana
- Se você tem uma piscina, qual é a sua capacidade? _____ Litros
- Quantas vezes por ano você esvazia a sua piscina? _____ quantidade por ano

Consumo de bens industriais

Qual é a sua renda bruta anual? (considere apenas a parte dos rendimentos que é consumido por você).

R\$ _____

Anexo 2 – Formulário da calculadora estendida de pegada hídrica



Your individual water footprint is equal to the water required to produce the goods and services consumed by you. Please take your time and feel free to use the extended water footprint calculator to assess your own unique water footprint. The calculations are based on the water requirements per unit of product as in your country of residence.

Note: put decimals behind a point, not a comma (e.g. write 1.5 and not 1,5).

Food consumption

Cereal products (wheat, rice, maize, etc.)

 kg per week

Meat products

 kg per week

Dairy products

 kg per week

Eggs

 number per week

How do you prefer to take your food?

How is your sugar and sweets consumption?

Vegetables

 kg per week

Fruits

 kg per week

Starchy roots (potatoes, cassava)

 kg per week

How many cups of coffee do you take per day?

 cup per Day

How many cups of tea do you take per day?

cup per Day

Domestic water use

Indoors

How many showers do you take each day?

number per Day

What is the average length of each shower?

minute per shower

Do your showers have standard or low-flow showerheads?

Standard shower head

Low flow shower head

How many baths do you have each week?

number per week

How many times per day do you brush your teeth, shave or wash your hand?

number per Day

Do you leave the tap running when brushing your teeth and shaving?

Yes

No

How many loads of laundry do you do in an average week?

times per week

Do you have a dual flush toilet?

Yes

No

No flushing. Use eco-toilet.

If you wash your dishes by hand how many times are dishes washed each day?

number per Day

How long does the water run during each wash?

minute per wash

If you have a dish washer, how many times is it used each week?

number per week

Outdoors

How many times per week do you wash a car?

number per week

How many times do you water your garden each week? number per week

How long do you water your garden each time? minute per watering

How long per week do you spend rinsing equipment, driveways, or sidewalks each week? minute per week

If you have a swimming pool what is its capacity? cubic meter

How many times per year do you empty your swimming pool? number per year

Industrial goods consumption

What is your gross yearly income? (Only that part of income which is consumed by you). US\$ per year

Your total water footprint

= cubic meter per year

Components of your total water footprint

0	0	0	0
Food	Domestic	Industrial	Total

Contribution of individual food category towards the total water footprint

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cereal	meat	vegetable	Fruit	Dairy	stimulant	Fat	sugar	Egg	others

The water footprint calculators are under copyright:

© 2005 Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain and Mesfin M. Mekonnen