

PEGADA HÍDRICA EM UMA COMUNIDADE DE CONSUMIDORES: ANÁLISE DA METODOLOGIA 'WATER FOOTPRINT NETWORK' APLICADA EM FORTALEZA/CE/BRASIL

Jackeline Lucas Souza¹; Fábio Eduardo Franco Rodrigues¹; Ticiana Marinho de Carvalho Studart²; Francisco de Assis de Souza Filho²

RESUMO - A relação de consumo e escassez dos recursos hídricos é foco do presente trabalho na tentativa de mensurar e avaliar o volume do consumo de água doce no município de Fortaleza, Estado do Ceará/Brasil. Para tanto, foi utilizado como instrumento de pesquisa a aplicação de um questionário contendo perguntas dirigidas às duas metodologias de cálculo da pegada hídrica, utilizada por Water Footprint Network (Hoekstra, 2002). A análise das pegadas hídrica rápida e estendida – classificação segundo Hoekstra (2002) - foi utilizada na população de Fortaleza/CE/Brasil, com 140 indivíduos, obtendo-se uma amostra em 55 bairros. Os resultados nos 55 bairros apontam pegadas hídricas mais elevadas nos bairros Jacarecanga (3.667m³/ano) e Conjunto Ceará (3.292 m³/ano), para a pegada hídrica rápida, e nos bairros Pref. José Walter (3.260m³/ano) e Jacarecanga (3.407m³/ano), para a pegada hídrica estendida. Além disso, foram analisados os componentes integrantes de ambas as pegadas, demonstrando uma boa correlação no consumo de cereais, carnes, vegetais, e completa discrepância no consumo de produtos industrializados.

ABSTRACT - The relationship between consumption and scarcity of water resources is the focus of this work in trying to measure and evaluate the volume of consumption of fresh water in the city of Fortaleza, Ceará State / Brazil. To achieve this we used as a research tool the application of a questionnaire targeting two methodologies of water footprint calculations, used by Water Footprint Network (Hoekstra, 2002). The analysis of fast water footprint and extended water footprint - classification according to Hoekstra (2002), was used in the population of Fortaleza / CE / Brazil, with 140 individuals. A sample was obtained from 55 districts. Results in all 55 districts show higher water footprints in the neighborhoods Jacarecanga (3.667m³/year) and Conjunto Ceará (3292 m³/year) for the fast water footprint, and in neighborhoods Pref. José Walter (3.260m³/year) and Jacarecanga (3.407m³/year), for extended water footprint. Additionally, we analyzed the components of both footprints, showing a good correlation in the consumption of cereals, meat, vegetables, and complete discrepancy in the consumption of processed products.

Palavras-Chave: Water Footprint Network. Pegada hídrica rápida. Pegada hídrica estendida.

1. INTRODUÇÃO

Embora menos de um por cento de água na Terra esteja acessível para uso humano direto (UNESCO-WWAP, 2006), não há água suficientemente disponível para atender as necessidades humanas e ambientais. O desafio é assegurar água suficiente de boa qualidade de uma forma que não destrua os ecossistemas das fontes de água - rios, lagos e aquíferos.

¹ Doutorandos em Eng.Civil - Recursos Hídricos (UFC): jackeline.souza@hotmail.com e fabioedu1@hotmail.com

² Professores do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará (UFC). Campus do Pici, Bloco 713. Emails: ticianastudart2010@gmail.com e assissouzafilho@gmail.com - Fone: 85 3366.9623

No entanto, o uso dos serviços dos ecossistemas de água doce - incluindo, mas não limitado a abastecimento de água - está muito além dos níveis que podem ser mantidos, mesmo em demandas atuais (WWF, 2011). Para Gleick *et al.* (2009), as previsões sugerem que a demanda por água - pegada de água - continuarão a subir na maior parte do mundo.

Os principais impactos da pegada hídrica, nos ecossistemas de água doce, em nível mundial, incluem aumento de fragmentação dos rios, e irrelevância às proporções de escassez e de poluição da água. Os iminentes impactos das mudanças climáticas podem, em muito, agravar a situação, para tanto a repercussão desse assunto difunde-se através da aplicação de técnicas de pegada hídrica.

A mensuração da quantidade de recursos hídricos, por indivíduo, é uma necessidade atual com vistas a programar uma gestão eficiente e sustentável desse recurso escasso no país. Diante dessa realidade o presente trabalho se propõe a responder ao seguinte questionamento: Qual a relação entre a pegada hídrica rápida e a pegada hídrica estendida, utilizada pela metodologia da Water Footprint Network, na comunidade de Fortaleza/CE/Brasil?

Na tentativa de responder ao que fora proposto alicerça-se na aplicação da metodologia Water Footprint Network, a fim de analisar a pegada hídrica rápida e estendida no município de Fortaleza/CE/Brasil. Para tanto foram levantados estudos anteriores de mensuração do consumo hídrico, por pegada hídrica; a aplicação de metodologia Water Footprint Network e a comparação dos dois tipos de pegadas hídrica, na população pesquisada.

O trabalho está estruturado em quatro seções, incluindo esta introdução, sendo as demais: a segunda seção representando a fundamentação teórica da aplicabilidade da pegada hídrica; a terceira seção a metodologia utilizada para obtenção e manipulação dos dados da pesquisa; a quarta seção análise dos resultados e, por fim, a quinta seção as considerações finais.

2. PEGADA HÍDRICA: CONCEITO E APLICABILIDADE NO CONSUMO HUMANO

Para quase todos os propósitos humanos faz-se necessário o consumo de água doce - bem escasso e, normalmente, disponível pelo escoamento superficial (rios e córregos) e em parte pelo fluxo de água subterrânea. Em atendimento a essa necessidade humana, associada a sua relação de escassez, foi desenvolvido em 2002 o conceito de pegada hídrica, por Hoekstra e Chapagain (2008), como “o volume total de água doce utilizada para produção de bens ou serviços, o qual demonstra a apropriação, por parte do homem, das fontes limitadas de água no mundo e providencia uma base

para avaliar os impactos da produção de bens e serviços em sistemas de água doce, formulando estratégias para a redução desses impactos”.

O conceito formulado para pegada hídrica difere da teoria clássica - restrita ao consumo direto da água, denominada para Hoekstra *et al.* (2011, p.3) como água azul. Ampliando essa definição de retirada da água para o conceito de uso da água por pegada hídrica, excluindo a parte não-consultiva da água que retorna ao fluxo da água, o novo conceito considera os seguintes aspectos: a) conceitos de uso de água verde e água cinza e b) não restrição ao uso direto de água, ou seja, inclusão do uso indireto da mesma (por exemplo, a aquisição de produtos eletrônicos).

A pegada hídrica oferece uma perspectiva ampla sobre como um consumidor ou produtor se relaciona com o uso de sistemas de água doce. É uma medida volumétrica do consumo de água e poluição que contabiliza informações espaço-temporal (localização da pegada em uma área geográfica e quantificação em um período) a respeito de como a água é apropriada em diversos fins.

A avaliação da pegada hídrica depende do foco que o interessado tem em mensurá-la, podendo esses interesses atender aos enfoques: de parte de um processo específico na cadeia de produção; de um produto final, um consumidor final, grupo de consumidores, um produtor, toda a economia do setor; de dentro de uma área geográfica, na perspectiva de verificar o total de pegada em uma área delimitada, como de um município, estado, país, bacia hidrográfica, dentre outros. Essa avaliação completa é composta por quatro fases distintas (HOEKSTRA *et al.*, 2011, p.4):

- 1ª fase: estabelecimento de metas e alcance;
- 2ª fase: contabilidade da pegada da água;
- 3ª fase: avaliação da sustentabilidade da pegada da água e
- 4ª fase: formulação-resposta da pegada da água.

Para o presente trabalho abordar-se-á a pegada hídrica até a 2ª fase dentro de uma comunidade de consumidores, pulverizada no município de Fortaleza/CE, a qual se define como a soma das pegadas hídricas de todos os indivíduos – consumidores finais que representam suas pegadas pela função do consumo de diferentes produtos consumidos - dessa comunidade.

2.1 Componentes da pegada hídrica e *stress* hídrico

A concepção de pegada hídrica (*water footprint*) ou água virtual é a mesma idéia de pegada ecológica, seguindo o passo a passo das etapas de todo o processo produtivo, desde a extração das matérias-primas até o seu consumo energético (CARMO, 2007).

Os cálculos para estimar a quantidade de pegada hídrica envolvida na produção são bastante complexos e para obtê-los consideram-se toda a água envolvida na cadeia produtiva; as particularidades de cada região e as características ambientais e tecnológicas do processo a ser examinado. Desta forma, as principais características analisadas são o volume de água doce, usado por pessoas para produzir bens, e como esse volume é utilizado nos domicílios e nas indústrias, especificados geográfica e temporalmente em três componentes, segundo Halis *et al.* (2010): pegada d'água verde (1), pegada d'água azul (2) e pegada d'água cinza (3).

A pegada hídrica verde é o volume de água da chuva consumida durante o processo de produção (decorrente da evapotranspiração), além da água incorporada para a cultura colhida, conforme evidenciado na equação 1.

A pegada hídrica azul é o volume de água decorrente de fontes superficiais e subterrâneas, consumidas durante o processo de produção, além da água incorporada para a cultura colhida, conforme evidenciado na equação 2.

A pegada hídrica cinza é o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, com base em concentrações de fundo naturais e da qualidade de água existentes em padrões ambientais. A cinza como conceito de pegada de água tem crescido a partir do reconhecimento que o tamanho da poluição da água pode ser expressa, em termos do volume de água, dividindo a carga poluente (L , em massa/tempo) pela diferença entre o padrão de qualidade da água para o ambiente desse poluente (o c_{max} concentração máxima aceitável, em massa/volume) e sua concentração natural no corpo receptor (c_{nat} , em massa/volume), descrita na equação 3.

$$WF_{proc.verde(vol/t)} = E_{verde} + I_{verde} \quad (1)$$

$$WF_{proc.azul(vol/t)} = E_{azul} + I_{azul} + F_{retorno} \quad (2)$$

$$WF_{proc.cinza(vol/t)} = \frac{L}{c_{max} - c_{nat}} \quad (3)$$

Onde:

$WF_{proc.verde} (vol/t)$: pegada hídrica verde do processo

$WF_{proc.azul} (vol/t)$: pegada hídrica azul do processo

$WF_{proc.cinza} (vol/t)$: pegada hídrica cinza do processo

E_{verde} : água da chuva evaporada das plantas e solo

E_{azul} : águas superficiais e subterrâneas evaporadas

I_{verde} : água da chuva incorporada ao produto na produção

I_{azul} : águas superficiais ou subterrâneas incorporadas ao produto na produção

F_{retorno} : retorno do fluxo da água ao mar ou bacias

c_{max} : concentração máxima aceitável do poluente

c_{nat} : concentração natural do corpo hídrico receptor

L : carga poluente

Em síntese, a pegada hídrica total do processo de cultivo agrícola (WF_{proc}) é representada pela soma da verde, azul e cinza, conforme equação 4:

$$WF_{\text{proc}(\text{vol} / \text{m})} = WF_{\text{verde}} + WF_{\text{azul}} + WF_{\text{cinza}} \quad (4)$$

O consumo dos recursos hídricos, no processo produtivo, tem gerado consequência de escassez da água no país, que é denominada no contexto de pegada hídrica como *stress* hídrico, o qual analisa: crescimento populacional; produção de alimentos (principalmente através da agricultura, que responde por 90% da demanda por água); pobreza e gestão dos recursos hídricos. Tal consumo dá-se, principalmente, na produção de produtos agrícolas, para indivíduo ou grupo de consumidores (empresas e países), onde a pegada d'água verde representa o volume de água da chuva que evapora durante a produção de mercadorias agrícolas; a pegada d'água azul pelo volume de água retirada de fontes superficiais ou subterrâneas, utilizado por indivíduos, que não retorna, principalmente por conta da evaporação da água na irrigação; e, por fim, a pegada d'água cinza representa o volume de água necessário para diluir os poluentes liberados no processo de produção, de tal forma que a qualidade da água do ambiente retorne aos padrões para consumo.

De acordo com o Relatório Planeta Vivo (HALIS *et al.*, 2010), o *stress* hídrico tem sido experimentado em diferentes países que usam e poluem os recursos hídricos, em diversos volumes. Esse stress é calculado pela razão entre a soma das pegadas hídricas – azul e cinza – da produção, na disponibilidade de recursos renováveis. Hoekstra e Chapagain (2008) esclarecem que os números são atribuídos a todos os usuários da água e poluidores desse recurso, independentemente de onde os produtos finais foram consumidos.

Segundo Chapagain (2010), o Brasil está classificado em 4º lugar, dentre os 130 países com população com mais de 1 milhão de habitantes, que apresenta alto stress hídrico, antecedido, em ordem decrescente, por Índia, China e Estados Unidos da América. Esse universo inclui grandes produtores de bens agrícolas para mercados nacional e internacional, não deixando de considerar

que essa pressão (*stress*) por recursos hídricos se torna mais aguda com o aumento da população humana; com o crescimento econômico e com os efeitos de mudança climática.

Apesar de todas essas variáveis, a análise da pegada hídrica limita-se ao cálculo em nível nacional, enquanto que o uso da água é muito específico em nível local ou de rio/bacia, e isto demandaria uma análise mais refinada. Independente dessa limitação a pegada hídrica está embasada em projetar o volume de consumo direto e indireto d'água, numa proposta futurista, de que em 2050, a média mundial de calorias diárias consumidas atingirá 3.130 kcal por pessoa – aumento de 11% em relação ao nível de 2003 (FAO, 2006).

O Manual de Avaliação da Pegada Hídrica, desenvolvido por Hoekstra *et al.* (2011), define que a pegada hídrica pode ser calculada para um indivíduo ou para um grupo de consumidores, multiplicando todos os bens e serviços consumidos, pelos respectivos teores em água virtual – quantidade de água que está incluída na comida ou outros produtos necessários para sua produção.

A Figura 1 demonstra o processo de pegadas hídricas como o elemento básico para todas as outras pegadas hídricas, embutindo uma análise desde a extração dos insumos in natura até o consumo final desses produtos por indivíduos, produtores, consumidores, comunidades, área e países. Ao analisar a pegada hídrica de um produto, é preciso levar em consideração as etapas do processo de fabricação e os locais por onde ele passou. Para Hoekstra *et al.* (2011), a pegada hídrica de uma área onde tem água em abundância é muito diferente da que está numa região mais seca.

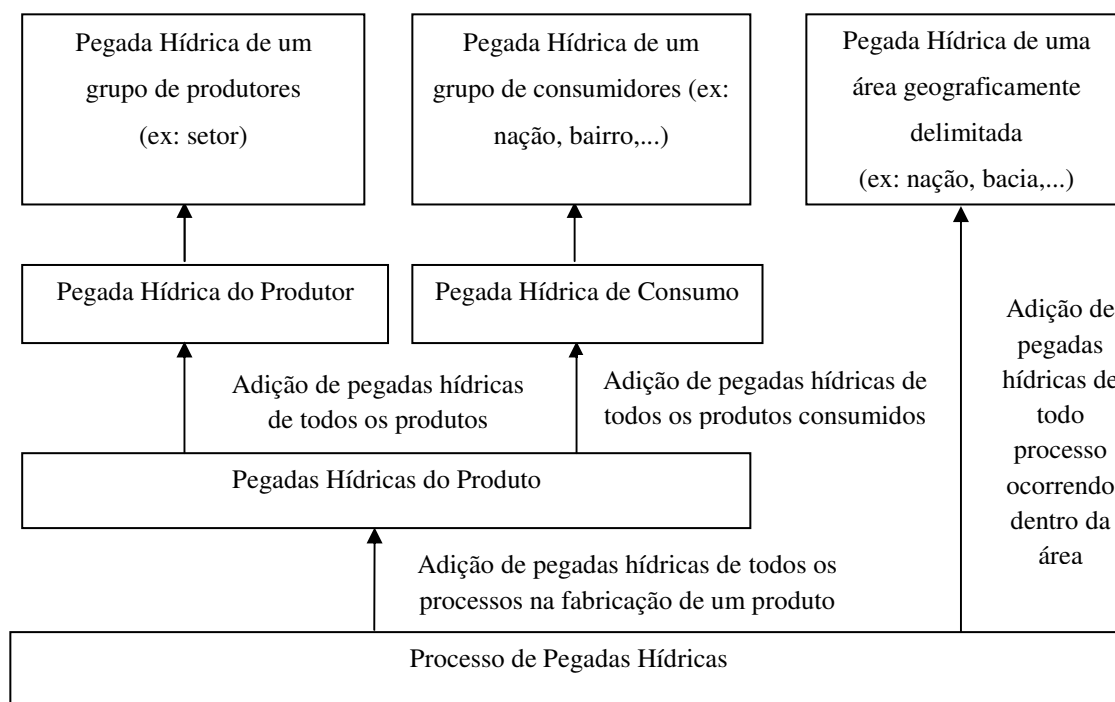


Figura 1 - Processo de pegadas hídricas como o elemento básico para o cálculo da pegada hídrica.

Explicando a Figura 1, de acordo Hoekstra *et al.* (2011, p.22), a pegada hídrica é representada em um bloco básico de construção de toda contabilidade das pegadas hídricas, ou seja, a pegada hídrica de um produto intermediário ou final (bem ou serviço) é o total das pegadas de água do processo de vários passos relevantes na produção do produto. A pegada hídrica de um consumidor individual é uma função das pegadas de água dos diferentes produtos consumidos pelo consumidor; a pegada de uma comunidade de consumidores - por exemplo, os habitantes do município de Fortaleza - é igual à soma das pegadas hídricas de um indivíduo, multiplicada pela quantidade de indivíduos dessa comunidade; a pegada de um produtor ou qualquer tipo de negócio é igual à soma das pegadas hídricas dos produtos que o produtor ou empresa oferece; a pegada dentro de uma área geograficamente delimitada - seja uma província, nação de captação, área ou bacia hidrográfica - é igual à soma das pegadas de água de todos os processos ocorrendo nessa área; e a pegada total da humanidade é igual à soma das pegadas de água de todos os consumidores do mundo, que é igual à soma das pegadas de água de todos os bens de consumo e serviços consumidos anualmente e também iguais à soma de toda a água de consumidores-poluente ou processos no mundo.

Vale ressaltar que a pegada hídrica dos consumidores de uma comunidade não é igual à pegada hídrica dentro da comunidade, uma vez que a primeira representa a soma das pegadas de água de seus membros e a última representa a soma de todos os processos de pegadas de água que ocorrem nessa área (por exemplo: no município de Fortaleza). Isso pode ser evidenciado quando se considera que uma comunidade pode ter pegada hídrica de produtos que são comprados e/ou vendidos, os quais podem não estar associados ao consumo dos indivíduos, tais como: importação e exportação de produtos.

2.2 Pegada hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores

De acordo com o que fora abordado anteriormente (item 2.1, Figura 1) a pegada hídrica pode ser calculada para: o produto; o consumidor ou grupo de consumidores; uma área geograficamente delimitada; uma nação, um estado, um município ou uma bacia hidrográfica e, ainda, um negócio. Na presente pesquisa, será aplicada a pegada hídrica de um consumidor ou grupo de consumidores, em um município, definida segundo Hoekstra *et al.* (2011, p.52) como “o volume total de água doce consumida e poluída para produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor”. Por consequência a pegada hídrica de um grupo de consumidores é igual à soma das pegadas hídricas dos consumidores individuais.

O cálculo da pegada hídrica de um consumidor (WFcons) é calculado pelo somatório (adição) de sua pegada direta e indireta por recursos hídricos, conforme equação 5:

$$WF_{cons(vol/t)} = WF_{cons.direto} + WF_{cons.indireto} \quad (5)$$

O consumo direto é medido pelo consumo da água e da poluição da água, relacionados ao uso da água em casa ou no jardim. Já o consumo indireto refere-se ao consumo de água e à poluição da água associados com a produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor. Este é calculado pela multiplicação de todos os produtos consumidos pelos seus respectivos produtos de pegada hídrica (equação 6).

$$WF_{cons.indireto(vol/t)} = \sum_p (C[p] \times WF_{prod}^*[p]) \quad (6)$$

Onde:

$C[p]$: é o consumo do produto p (unidades de produto/hora)

$WF_{prod}^*[p]$: é a pegada deste produto (unidade de volume de água/produto).

O conjunto de produtos considerado refere-se a toda a gama de bens de consumo e serviços finais. O volume total de consumo “ p ” geralmente se originam de diferentes lugares “ x ”. A pegada hídrica média de um produto “ p ” consumido é calculada como (equação 7):

$$WF_{prod}^*[p]_{(vol/un.prod)} = \frac{\sum_x (C[x,p] \times WF_{prod}^*[x,p])}{\sum_x C[x,p]} \quad (7)$$

Onde:

$C[x,p]$: é o consumo do produto “ p ” da origem “ x ” (unidades de produto/hora)

$WF_{prod}^*[x,p]$: é o volume de água da pegada hídrica do produto “ p ” da origem “ x ” (vol. água/un.prod.)

Dependendo do nível preferido de detalhe da análise, pode-se rastrear a origem dos produtos consumidos com precisão mais ou menos. Se um não pode ou não quer traçar as origens dos produtos consumidos, vai ter que confiar em âmbito mundial ou nacional estimativas médias da água pegadas dos produtos consumidos. Se, no entanto, ele está preparado para traçar o origem dos produtos, pode-se estimar as pegadas de água com um produto de alta nível de detalhe espacial.

A pegada hídrica de um município, província ou outra unidade administrativa se assemelham à pegada hídrica para uma nação ou uma bacia. O mesmo sistema de contabilidade da pegada hídrica pode ser aplicado, inclusive a nível de estado/província. Estudos foram realizados para a China (MA *et al.*, 2006), Índia (VERMA *et al.*, 2009), Indonésia (BULSINK *et al.*, 2010) e

Espanha (GARRIDO *et al.*, 2010) mostrando que a menor unidade administrativa, com maior fração externa da pegada d'água dos consumidores na área será, mais em particular, para as áreas urbanas onde cada um dos consumidores leva.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa baseia-se em um estudo exploratório, pela aplicação da técnica de mensuração do uso e do consumo dos recursos hídricos, desenvolvida por Hoekstra em 2002, através da metodologia de cálculo da pegada hídrica rápida e estendida (WFN, 2011).

Avaliação da pegada de água é uma ferramenta analítica, mas pode ser instrumental, que ajuda a entender como as atividades e os produtos relacionados com a escassez de água; com a poluição e seus impactos contribuem para dimensionar o uso sustentável dos recursos hídricos.

Para utilização dessa ferramenta foram aplicados 140 questionários, contendo todas as informações para cálculo da pegada hídrica rápida e da pegada hídrica estendida, numa população de 140 indivíduos, pulverizada no município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará, situado no Brasil. O município de Fortaleza possui cerca de 2,5 milhões de habitantes (IBGE, 2011), composto por 117 bairros, dos quais 55 foram objetos de estudo na amostra (Tabela 1).

Tabela 1 – Representação dos 140 questionários aplicados nos bairros de Fortaleza/CE/Brasil

Seq.	Bairros de Fortaleza	Quant.	Seq.	Bairros de Fortaleza	Quant.	Seq.	Bairros de Fortaleza	Quant.
1	Aerolândia		40	Dunas		79	Panamericano	1
2	Aeroporto	1	41	Edson Queiroz	1	80	Papicu	2
3	Aldeota	6	42	Ellery	2	81	Parangaba	4
4	Alto da Balança		43	Farias Brito		82	Parque Araxá	
5	Álvaro Weyne	2	44	Fátima	5	83	Parque Dois Irmãos	1
6	Amadeu Furtado		45	Floresta		84	Parque Iracema	1
7	Ancuri		46	Genibaú		85	Parque Manibura	
8	Antônio Bezerra	3	47	Granja Lisboa		86	Parque Santa Maria	
9	Autran Nunes		48	Granja Portugal		87	Parque Santa Rosa	
10	Bairro De Lourdes		49	Guajeru		88	Parque São José	
11	Barra do Ceará	19	50	Henrique Jorge	3	89	Parquelândia	10
12	Barroso		51	Itaóca		90	Parreão	
13	Bela Vista	1	52	Itaperi		91	Passaré	2
14	Benfica	9	53	Jacarecanga	1	92	Patriolino Ribeiro	
15	Bom Futuro		54	Jangurussu	1	93	Paupina	
16	Bom Jardim	1	55	Jardim América	2	94	Pedras	
17	Bom Sucesso	1	56	Jardim Cearense		95	Pici	3
18	Cais do Porto		57	Jardim das Oliveiras	2	96	Pirambu	
19	Cajazeiras		58	Jardim Guanabara		97	Planalto Ayrton Senna	
20	Cambeba	1	59	Jardim Iracema	1	98	Praia de Iracema	1
21	Canindezinho	1	60	João XXIII	3	99	Praia do Futuro I II	
22	Carlito Pamplona	3	61	Joaquim Távora		100	Prefeito José Walter	1

23	Castelão	1	62	Jóquei Clube	1	101	Presidente Kennedy	4
24	Centro	1	63	José Bonifácio	2	102	Presidente Vargas	
25	Cidade 2000	1	64	José de Alencar		103	Quintino Cunha	
26	Cidade Funcionários		65	Lagoa Redonda	1	104	Rodolfo Teófilo	3
27	Coaçu		66	Luciano cavalcante	1	105	Sabiaguaba	
28	Cocó	2	67	Manuel Sátiro		106	Salinas	1
29	Conjunto Ceará	2	68	Maraponga	4	107	São Bento	
30	Conjunto Esperança	2	69	Mata Galinha		108	São Gerardo	
31	Couto Fernandes		70	Meireles	8	109	São João do Tauape	
32	Cristo Redentor		71	Messejana		110	Sapiranga	
33	Curió		72	Mondubim		111	Serrinha	1
34	Damas	1	73	Monte Castelo	1	112	Siqueira	
35	Demócrito Rocha	1	74	Montese	3	113	Varjota	2
36	Dende		75	Moura Brasil	1	114	Vicente Pinzón	
37	Dias Macedo		76	Mucuripe		115	Vila Pery	
38	Dionísio Torres		77	Novo Mondubim		116	Vila União	1
39	Dom Lustosa		78	Padre Andrade		117	Vila Velha	
Total de indivíduos entrevistados								140

Dos 140 questionários aplicados foi alcançado, na pesquisa, 48% dos bairros de Fortaleza, respondendo principalmente por esse montante, os bairros: Barra do Ceará (19 questionários), Parquelândia (10 questionários), Benfica (9 questionários), Meireles (8 questionários) e Aldeota (6 questionários).

Na coleta de informações, para a pegada hídrica rápida, foi levantado dado, em três questões sobre sexo, renda bruta anual e hábito alimentar da população, este último classificado em vegetariano, consumo médio de carne e consumo alto de carne. Com relação à pegada hídrica estendida foi levantado dados em 29 questões, sobre: consumo de alimentos (11 questões), uso doméstico da água (17 questões) e consumo de bebidas industriais (uma questão).

Após tabulação dos questionários foi calculada a pegada hídrica de cada um, dos 140 indivíduos da comunidade de Fortaleza, no sítio da organização não governamental Water Footprint, sendo representada em termos de volume de água (m^3) por tempo (ano) – uma das formas de representação por unidades de medida da pegada hídrica (Tabela 2).

Tabela 2 – Unidades de medida para representação da pegada hídrica

Seq.	Tipo de Pegada Hídrica	Unid.de Medida
1	Pegada hídrica de um processo	m^3/t (tempo)
2	Pegada hídrica de um produto	m^3/ton ou kg/l
3	Pegada hídrica de um consumidor (ou grupo de consumidores)	m^3/t (tempo)
4	Pegada hídrica de um produtor (ou grupo de produtores)	m^3/t (tempo)
5	Pegada hídrica dentro de uma área (ou bacia ou nação)	m^3/t (tempo)

A Tabela 2 evidencia as unidades de medida representadas quando do cálculo das pegadas hídricas, de acordo com o exposto na Figura 1.

Os dados de renda bruta mensal foram obtidos em real (R\$), convertidos para dólar (US\$), a fim de para fins de informá-la de acordo com a moeda utilizada na metodologia Water Footprint Network. A cotação de paridade cambial utilizada do dia 15/10/2011 foi de R\$1,7449997/US\$.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise dos resultados foi efetuada em três etapas, sendo estas: análise da pegada hídrica rápida, análise da pegada hídrica estendida e interação e/ou correlação entre as pegadas hídricas rápida e estendida, em um grupo comunitário de 140 pessoas, sendo 63% (88 pessoas) do sexo feminino e 37% (52 pessoas) do sexo masculino.

4.1. Pegada hídrica rápida

Com base no país de residência e no padrão de consumo próprio indivíduo tem-se uma pegada hídrica única, no caso do Brasil, de 1.243 m³/ano, de acordo com a metodologia empregada por Water Footprint Network. Seguindo o modelo a Figura 2 representa os valores médios das pegadas hídricas rápidas (Tabela 3), na amostra dos 55 bairros na comunidade de Fortaleza/CE.

Considerando a média da pegada hídrica do Brasil padrão (1.243m³/ano), segundo dados da Water Footprint Network (2011), apenas 20 bairros da amostra estão dentro desse valor de referência e a variação da pegada foi de 606 m³ a 3.667 m³, por ano, respectivamente, para o menor valor de pegada hídrica o bairro Panamericano e para maior valor o bairro Jacarecanga.

Tabela 3 – Média da pegada hídrica rápida, em ordem crescente, nos bairros de Fortaleza/CE/Brasil

Seq.	Bairros de Fortaleza	Pegada Hídrica (m ³ /ano)	Seq.	Bairros de Fortaleza	Pegada Hídrica (m ³ /ano)
1	Panamericano	606,00	29	Barra do Ceará	1.433,47
2	Pici	618,00	30	João XXIII	1.504,00
3	Cidade 2000	629,00	31	Vila União	1.544,00
4	Bonsucesso	646,00	32	Pres. Kennedy	1.587,33
5	Luciano Cavalcante	646,00	33	Lagoa Redonda	1.592,00
6	Damas	664,00	34	Edson Queiroz	1.667,00
7	Jardim Iracema	680,00	35	José Bonifácio	1.789,00
8	Jockey Clube	707,00	36	Demócrito Rocha	1.828,00
9	Parque Iracema	707,00	37	Cambeba	1.926,00
10	Parque 2 Irmãos	776,00	38	Varjota	1.945,50
11	Rodolfo Teófilo	881,00	39	Benfica	1.988,22
12	Bela Vista	923,00	40	Papicu	2.060,00
13	Passaré	926,00	41	Parquelândia	2.074,00

14	Aldeota	963,83	42	Fátima	2.095,20
15	Castelão	976,00	43	Monte Castelo	2.096,50
16	Cocó	1.158,50	44	Praia de Iracema	2.119,60
17	Parangaba	1.167,00	45	Salinas	2.186,00
18	Conj. Esperança	1.189,00	46	Maraponga	2.248,75
19	Maraponga	1.201,50	47	Aeroporto	2.808,00
20	Henrique Jorge	1.218,67	48	Prefeito José Walter	2.904,00
21	Conjunto Ceara II	1.255,00	49	Serrinha	3.028,00
22	Jardim das Oliveiras	1.255,00	50	Meireles	3.036,00
23	Antônio Bezerra	1.263,67	51	Bom Jardim	3.075,00
24	Álvaro Weyne	1.347,50	52	Jangurussu	3.262,00
25	Montese	1.348,00	53	Centro	3.286,00
26	Jardim América	1.360,00	54	Conjunto Ceara I	3.292,00
27	Carlito Pamplona	1.383,00	55	Jacarecanga	3.667,00
28	Canindezinho	1.425,00			

O valor da pegada hídrica rápida é uma estimativa individual, com base no padrão de consumo médio de um indivíduo em seu país de residência (Hoekstra *et al.*, 2005), ou seja, evidencia uma realidade mais genérica de consumo.

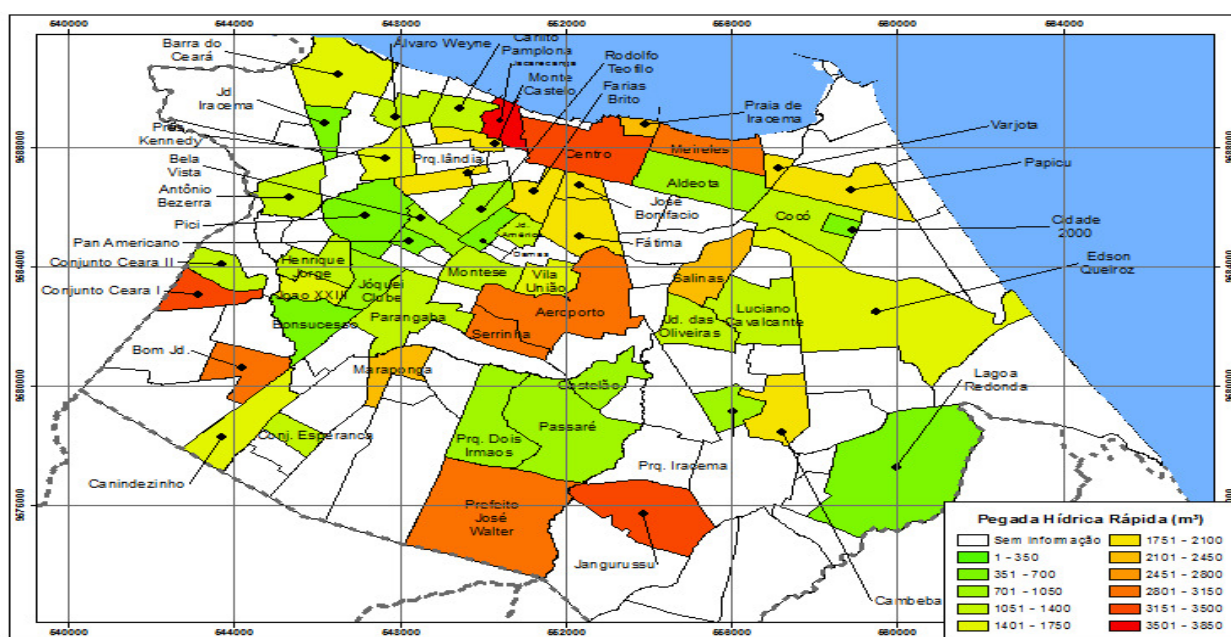


Figura 2 – Representação espacial da pegada hídrica rápida, nos bairros de Fortaleza/CE/Brasil.

A representação espacial (Figura 2) demonstra a média da pegada hídrica rápida, de cada bairro, em uma escala de 1 m³/ano a 3.850 m³/ano, sendo as faixas escalonadas a cada 350 m³/ano. Percebe-se que 20 primeiros bairros da Tabela 3 estão abaixo de 1.243m³/ano (valor médio de pegada hídrica do Brasil), visualizando-se a predominância de cores no degradê verde.

A análise rápida da pegada hídrica não especifica a realidade individual de forma mais apropriada. No entanto a pegada hídrica estendida é levantada com base no padrão de consumo do indivíduo, levando em consideração diversas variáveis, especificando o consumo médio hídrico.

4.2. Pegada hídrica estendida

Embasado no conceito de pegada hídrica individual como a quantidade de água necessária para produção de bens e serviços consumidos, direta e indiretamente, por este, o cálculo da pegada estendida busca quantificar a água necessária para produzir uma unidade de produto, considerando o país de residência, para fins de utilização da metodologia no que tange ao *stress* hídrico.

Os valores médios das pegadas hídricas estendidas (Tabela 4), na amostra dos 55 bairros, na comunidade de Fortaleza/CE, variou entre 712 m³/ano e 3.407 m³/ano, tendo o bairro Cidade 2000 apresentado o menor valor para a pegada e o bairro Jacarecanga o maior valor.

Tabela 4- Média da pegada hídrica estendida, em ordem crescente, nos bairros de Fortaleza/CE/Brasil

Seq.	Bairros de Fortaleza	Pegada Hídrica (m ³ /ano)	Seq.	Bairros de Fortaleza	Pegada Hídrica (m ³ /ano)
1	Cidade 2000	712,00	29	Rodolfo Teófilo	1.749,00
2	Montese	798,50	30	Parquelândia	1.828,30
3	Damas	836,00	31	Vila União	1.878,00
4	Cambeba	865,00	32	Jangurussu	1.883,00
5	Parque 2 Irmãos	959,00	33	Conj.Esperança	1.916,50
6	Castelão	967,00	34	Jockey Clube	1.958,00
7	Demócrito Rocha	1.014,00	35	Monte Castelo	1.979,00
8	Edson Queiroz	1.086,00	36	Barra do Ceará	2.000,26
9	Varjota	1.107,00	37	Bom Sucesso	2.049,00
10	Panamericano	1.108,00	38	Canindezinho	2.105,00
11	Ellery	1.141,00	39	Parque Iracema	2.131,00
12	Pici	1.175,00	40	Serrinha	2.139,00
13	Cocó	1.182,50	41	Praia de Iracema	2.211,00
14	Bela Vista	1.270,00	42	Aldeota	2.241,33
15	Moura Brasil	1.330,00	43	Benfica	2.249,00
16	Henrique Jorge	1.410,00	44	Centro	2.313,00
17	Fátima	1.425,20	45	Ant. Bezerra	2.399,00
18	Maraponga	1.435,75	46	Luciano Cavalcante	2.408,00
19	Bom Jardim	1.444,00	47	Pres.Kenedy	2.647,75
20	Papicu	1.454,00	48	Jardim América	2.769,50
21	Passaré	1.514,00	49	Salina	2.772,00
22	José Bonifácio	1.527,00	50	Álvaro Weyne	2.910,00
23	Carlito Pamplona	1.656,67	51	Conj.Ceará	3.083,00
24	Jardim das Oliveiras	1.665,00	52	Lagoa Redonda	3.139,00
25	Aeroporto	1.671,00	53	Jardim Iracema	3.192,00
26	Meireles	1.675,75	54	Pref. José Walter	3.260,00
27	João XXIII	1.678,67	55	Jacarecanga	3.407,00
28	Parangaba	1.717,50			

O nível de detalhamento utilizado na pegada hídrica estendida pode ter causado um acréscimo no menor valor da pegada, observada na amostra dos 55 bairros, se comparado com a pegada hídrica rápida.

A Figura 3 demonstra que maior parte da pegada hídrica estendida está na escala de 1.201 m³/ano a 2000 m³/ano de consumo de recursos hídricos, encontrando-se na faixa degradê amarela. É importante ressaltar que dos 55 bairros da amostra foram mapeados, no Arcgis 9.3, 52 bairros, uma vez que no mapa georreferenciado 3 bairros foram incorporados por outros próximos, sendo estes: bairro Ellery incorporado pelo bairro Álvaro Weyne; bairro Luciano Cavalcante incorporado pelo bairro Lagoa Redonda e bairro Moura Brasil incorporado pelo bairro Centro.

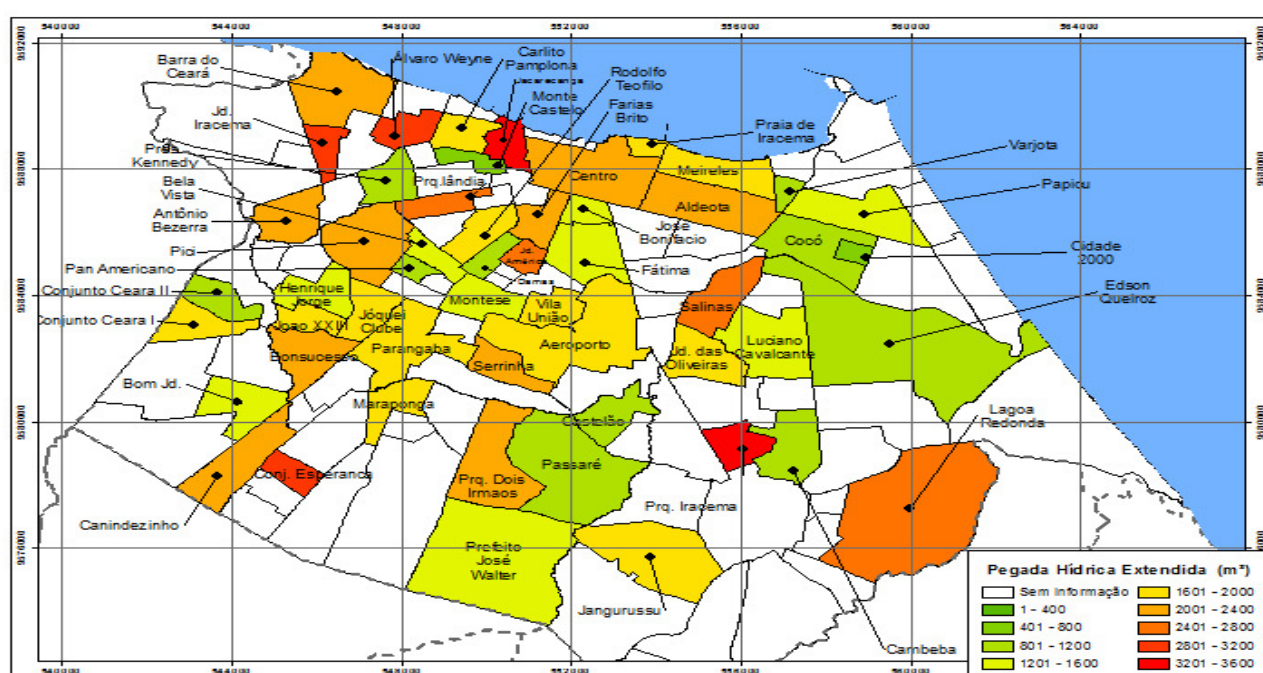


Figura 3 – Representação espacial da pegada hídrica estendida, nos bairros de Fortaleza/CE/Brasil

Os dados interpolados e visualmente identificados na Figura 3 mostram que existem dois bairros (Pref. José Walter e Jacarecanga) que estão enquadrados na última faixa da escala utilizada – de 3.201 m³/ano a 3.600 m³/ano.

Para análise mais detalhada dos resultados obtidos no cálculo da pegada hídrica rápida e da pegada hídrica estendida foram verificados os componentes dessas pegadas, demonstrando onde é consumido o volume de recursos hídricos, por indivíduos da comunidade pesquisada. Os componentes são: a) pegada hídrica rápida: cereais, carnes, vegetais, frutas, lácteos, industrializados, doméstico e outros; e b) pegada hídrica estendida: cereais, carnes, vegetais, frutas, lácteos, estimulantes, gorduras, açúcares, ovos, industrializados, doméstico e outros.

4.3. Comparação entre a pegada hídrica rápida e a pegada hídrica estendida

A composição da pegada hídrica rápida está demonstrada numericamente na Tabela 5, com oito componentes. Os três mais representativos, em ordem decrescente, são: carnes, cereais e outros, este último composto óleos vegetais, raízes ricas em amido (por exemplo, batata), açúcares, legumes, gorduras animais, estimulantes (por exemplo, café, chá, cacau).

Tabela 5 – Composição da pegada hídrica rápida (em m³/ano)

Bairro		Pegada Rápida (m ³)	Composição Pegada Hídrica Rápida (8 componentes)							
			Alimentos (6 componentes)						Indústria	Doméstico
			Cereais	Carnes	Vegetais	Frutas	Lácteos	Outros		
001	Aeroporto	2.808	283	1.240	13	188	208	352	321	203
002	Aldeota	964	288	219	8	63	139	131	55	62
003	Álvaro Weyne	1.348	247	612	9	69	98	189	61	65
004	Ant. Bezerra	1.264	259	516	9	72	104	175	64	66
005	Barra do Ceará	1.433	283	520	10	84	138	188	117	93
006	Bela Vista	923	353	-	9	69	240	121	64	67
007	Benfica	1.988	285	859	11	133	175	267	148	110
008	Bom Jardim	3.075	283	1.550	13	188	208	407	257	169
009	Bom Sucesso	646	226	181	6	22	50	89	26	46
010	Cambeba	1.926	271	892	11	131	159	266	107	89
011	Canindezinho	1.425	261	608	10	84	118	197	75	72
012	Carlito Pamplona	1.383	285	489	9	83	157	186	93	82
013	Castelão	976	252	354	8	43	82	134	46	57
014	Centro	3.286	313	1.713	15	208	230	450	212	145
015	Cidade 2000	629	226	181	6	22	50	88	15	41
016	Cocó	1.159	302	91	10	105	197	128	193	135
017	Conj.Ceará	1.189	245	518	8	60	90	167	46	57
018	Conj.Esperança	3.292	313	1.542	15	208	230	420	351	214
019	Damas	1.255	373	-	12	162	320	159	128	101
020	Demócrito Rocha	664	321	-	6	22	185	97	-	33
021	Edson Queiroz	1.828	378	-	13	188	343	168	467	271
022	Ellery	1.667	302	620	10	105	197	225	116	94
023	Fátima	2.095	301	899	12	154	204	285	136	104
024	Henrique Jorge	1.219	281	449	8	62	139	171	49	59
025	Jacarecanga	3.667	313	1.713	15	208	230	450	467	271
026	Jangurussu	3.262	313	1.370	15	208	230	388	467	271
027	Jardim América	1.360	269	604	10	63	102	190	59	64
028	Jardim das Oliveiras	1.255	373	-	12	162	320	159	128	101
029	Jardim Iracema	680	249	200	7	25	56	98	8	37
030	João XXIII	1.504	310	436	11	123	199	196	128	101
031	Jockey Clube	707	249	200	7	25	56	98	26	46
032	José Bonifácio	1.789	347	669	12	117	226	250	90	81
033	Lagoa Redonda	1.592	264	703	10	100	132	219	86	78
034	Luciano Cavalcante	646	226	181	6	22	50	89	26	46
035	Maraponga	1.202	254	494	9	69	97	168	51	60

036	Meireles	2.249	313	889	13	166	226	292	209	142
037	Monte Castelo	3.036	283	1.550	13	188	208	408	231	155
038	Montese	2.097	359	685	14	177	277	275	182	129
039	Moura Brasil	1.348	259	564	9	77	112	187	70	70
040	Panamericano	606	226	181	6	22	50	88	-	33
041	Papicu	2.060	307	842	12	130	193	270	179	128
042	Parangaba	1.167	257	476	9	59	94	163	51	60
043	Parque 2 Irmãos	926	353	-	9	70	241	121	65	67
044	Parque Iracema	618	226	181	6	22	50	88	8	37
045	Parquelândia	2.120	321	829	12	140	223	277	187	131
046	Passaré	2.904	298	1.305	14	198	219	370	309	192
047	Pici	1.587	264	700	10	100	131	219	85	78
048	Praia de Iracema	776	249	250	7	25	56	107	32	50
049	Pref. José Walter	707	249	200	7	25	56	98	26	46
050	Pres. Kenedy	2.074	297	795	11	137	195	262	227	150
051	Rodolfo Teófilo	881	252	320	7	35	69	125	26	47
052	Salinas	2.186	296	1.102	12	127	160	309	96	84
053	Serrinha	3.028	313	1.370	15	208	230	388	308	196
054	Varjota	1.946	270	776	11	115	140	238	241	156
055	Vila União	1.544	285	709	10	76	116	217	64	67
Pegada total média		89.963	15.772	34.344	558	5.742	8.804	11.864	7.275	5.605

Os valores médios da pegada hídrica rápida, dos 55 bairros e dos oito componentes na Tabela 5 e 6, foram obtidos pelo somatório das 140 pessoas entrevistadas em cada bairro.

Tabela 6 – Composição da pegada hídrica estendida (em m³/ano)

Bairro		Pegada Estendida (m3)	Comparação Pegada Hídrica Estendida (12 componentes)											
			Alimentos (10 componentes)										L	M
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
001	Aeroporto	1679	210	323	17	51	208	41	1	3	17	116	458	234
002	Aldeota	1779	839	202	3	17	0	41	0	4	69	171	208	225
003	Álvaro Weyne	1665	168	202	13	34	208	164	0	3	52	118	575	128
004	Ant. Bezerra	1989	168	807	6	17	26	123	1	4	17	192	521	107
005	Barra do Ceará	2802	503	1009	4	0	52	288	1	3	52	242	225	423
006	Bela Vista	1979	168	605	1	7	104	0	1	3	26	118	715	231
007	Benfica	2851	839	807	0	84	104	205	0	4	26	266	285	231
008	Bom Jardim	993	252	282	4	34	16	82	1	4	0	96	158	64
009	Bom Sucesso	1086	0	0	38	168	52	0	1	3	43	39	275	467
010	Cambeba	2860	336	1211	26	67	5	123	1	4	104	259	493	231
011	Canindezinho	1732	587	0	90	135	0	41	0	3	0	175	316	385
012	Carlito Pamplona	2321	168	1211	13	34	156	0	1	6	26	224	328	154
013	Castelão	1444	126	404	3	7	208	0	0	3	0	94	342	257
014	Centro	1043	42	404	1	13	52	0	1	4	17	68	287	154
015	Cidade 2000	1729	168	807	6	34	0	0	1	6	0	139	419	149
016	Cocó	1039	84	404	6	34	62	0	1	6	0	82	206	154
017	Conj. Ceará	878	168	101	6	7	52	50	1	4	26	55	254	154
018	Conj. Esperança	1472	84	404	13	67	78	100	1	4	17	120	434	150

019	Damas	1465	84	404	13	34	16	123	1	3	43	101	258	385
020	Demócrito Rocha	8273	5874	807	13	17	0	0	0	4	43	856	467	192
021	Edson Queiroz	1748	84	807	6	34	26	123	0	4	17	151	271	225
022	Ellery	633	84	202	6	34	52	0	1	4	9	49	192	0
023	Fátima	1671	252	202	9	10	0	493	1	4	26	133	220	321
024	Henrique Jorge	2182	168	807	9	140	208	0	0	3	35	173	318	321
025	Jacarecanga	1577	117	424	13	47	55	41	0	3	26	99	285	467
026	Jangarussu	1078	252	161	4	7	52	21	1	4	35	67	314	160
027	Jardim América	2345	176	1130	8	114	208	0	1	6	17	216	392	77
028	Jard.das Oliveiras	1634	59	565	9	10	16	82	1	4	43	105	273	467
029	Jadrim América	1408	46	282	4	32	26	82	1	3	26	67	372	467
030	João XXIII	1031	0	0	0	0	26	50	1	3	35	15	670	231
031	Jockey Clube	1644	352	565	4	13	146	82	1	4	17	160	236	64
032	José Bonifácio	1569	117	565	9	94	73	0	1	6	0	120	392	192
033	Logoa Redonda	1941	76	847	9	24	88	41	0	3	17	163	206	467
034	Luciano Cavalcante	2869	235	1695	13	72	10	82	1	3	69	286	339	64
035	Maraponga	1197	117	565	4	51	73	0	0	4	9	120	208	46
036	Meireles	1521	294	565	4	71	73	41	1	4	17	151	236	64
037	Monte Castelo	1270	376	202	0	0	0	82	1	3	9	84	449	64
038	Montese	649	63	0	45	34	43	55	0	3	17	38	94	257
039	Moura Brasil	1502	84	525	4	17	10	0	0	4	9	87	295	467
040	Panamericano	2185	168	807	6	34	78	59	1	6	35	183	701	107
041	Papicu	1903	84	807	13	67	26	164	1	6	26	161	473	75
042	Parangaba	1222	168	404	13	34	5	41	0	4	0	90	249	214
043	Parque 2 Irmãos	3407	176	807	15	67	104	1233	1	4	43	317	173	467
044	Parque Iracema	2482	168	807	6	17	104	128	1	3	35	170	576	467
045	Parquelândia	2248	201	323	1	1010	16	0	1	4	26	203	335	128
046	Passaré	705	84	202	3	67	26	41	1	6	9	59	207	0
047	Pici	1032	168	202	6	17	42	0	0	6	0	57	277	257
048	Praia de Iracema	2220	420	807	13	101	260	123	0	3	35	234	224	0
049	Pref.José Walter	871	42	0	13	84	208	41	0	3	0	55	265	160
050	Pres.Kenedy	2105	336	807	6	34	104	82	1	6	26	187	441	75
051	Rodolfo Teófilo	887	84	323	4	34	16	82	1	4	9	80	186	64
052	Salinas	3378	336	1412	6	17	26	205	1	4	35	269	600	467
053	Serrinha	1245	210	404	3	67	26	82	1	4	61	114	209	64
054	Varjota	1822	235	807	13	17	78	41	1	4	35	168	305	118
055	Vila União	1216	323	282	0	0	0	82	1	4	61	102	335	26
Pegada Média Total		99.476	17.023	29.704	557	3.332	3.703	5.060	38	221	1.447	8.264	18.542	11.585

Legenda:

A - Cereais G - Gordura
B - Carnes H - Açúcar
C - Vegetais I - Ovos
D - Frutas J - Outros
E - Lácteos K - Doméstico
F - Estimulantes L - Industriais

Para a pegada hídrica estendida o detalhamento de sua composição é maior, uma vez que considera 12 componentes (Tabela 6). Os três mais representativos, em ordem decrescente, são: carnes, cereais e consumo doméstico dos recursos hídricos.

A avaliação da relação entre a pegada hídrica rápida e a estendida apontou (Gráfico 1) semelhança nos componentes cereais, carnes, frutas, vegetais e lácteos; e distorções nos componentes produtos industrializados, doméstico e outros. Para os componentes estimulantes açúcares, gorduras e ovos, específicos da pegada estendida, não pôde-se fazer comparações com a pegada rápida, apesar desses componentes fazerem parte do componente outros (pegada rápida).

Dos componentes das pegadas hídricas, rápida e estendida, não fazem parte da análise de forma direta, os estimulantes, as gorduras, os açúcares e os ovos em virtude da não existência desta classificação na pegada rápida. O Gráfico 1 mostra, no eixo X, que esses quatro componentes aparecem com o valor zero de pegada hídrica rápida e demonstra, ainda, a uma boa correlação entre as pegadas, nos componentes cereais e vegetais; e parcialmente nos componentes carnes, frutas, lácteos e outros. Um pequena análise foi feita sobre o desvio padrão demonstrando o consumo de produtos industrializados, seguido pelo consumo de carnes, são os que mais impactam neste fator.

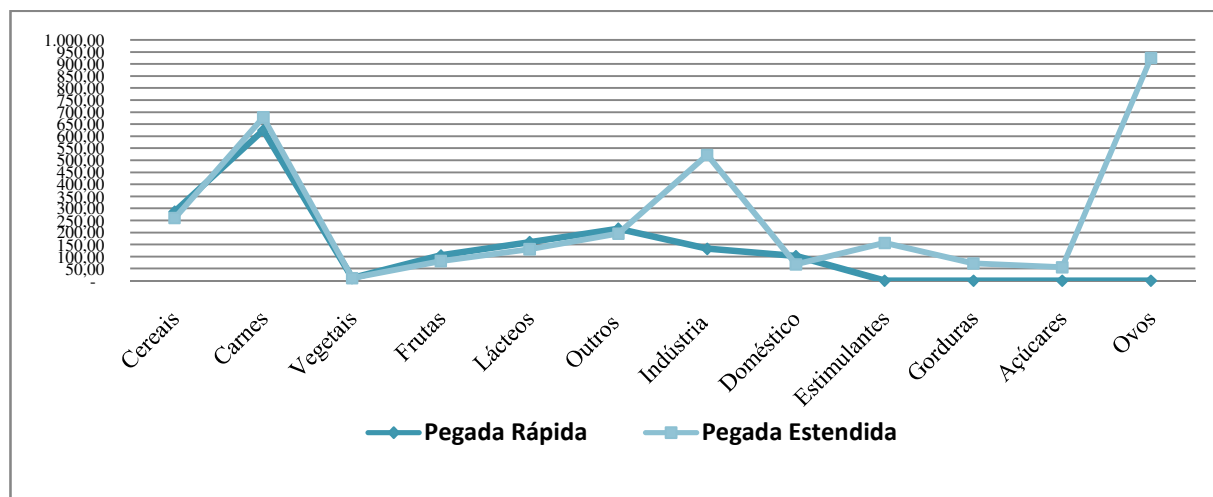


Gráfico 1 – Demonstração da interação entre a pegada hídrica rápida e a pegada hídrica estendida

O Gráfico 1 resulta na demonstração dos valores obtidos de pegadas hídricas, a fim de verificar a existência de correlação entre esses componentes..

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade de terras cultiváveis e de recursos hídricos, além dos custos relativamente baixos de produção, faz com que o Brasil ocupe uma posição de destaque no cenário internacional na transferência dos recursos hídricos, como exportador, por possuir grande quantidade deste em relação aos países que não dispõem do mesmo.

Esse processo de transferência – também denominado “água virtual” (ALLAN, 1998 apud CARMO *et al.*2007, p.84), gera implicações de risco no que diz respeito ao consumo de água,

levando em consideração o conceito de *stress* hídrico e, conseqüente, necessidade de mensuração desse consumo por uma metodologia. No caso, o presente estudo utilizou a metodologia da Water Footprint Network para cálculo da pegada hídrica rápida e da pegada hídrica estendida.

Da análise das duas pegadas hídricas (rápida e estendida), empregadas no presente estudo, na comunidade de consumidores de Fortaleza/Ce/Brasil, em 55 bairros, identificou que a pegada hídrica rápida é mais elevada nos bairros Conjunto Ceará e Jacarecanga, enquanto que a pegada hídrica estendida é intensa nos bairros Pref. José Walter e Jacarecanga, apontando para os quatro bairros os respectivos valores: 3.292 m³/ano, 3.667 m³/ano, 3.260 m³/ano e 3.407 m³/ano.

Outra análise foi realizada, não em relação aos bairros, mas buscando a correlação entre os componentes de ambas as pegadas hídricas. Desta observação foram obtidos, resultados preliminares, que o consumo de cereais e vegetais é intensamente parecido nas duas pegadas, e que os componentes carnes, frutas, lácteos e outros são semelhantes nas duas pegadas.

Um fator relevante no exame dos componentes das pegadas (pegada estendida em relação à pegada rápida) foi o desvio padrão apresentado no consumo de produtos industrializados, no montante de 275,63 - representando mais de 50% da probabilidade dos valores acontecerem longe da média de consumo.

Outros estudos poderão vislumbrar evidências e esclarecer a correlação ou não entre as pegadas hídricas da metodologia Water Footprint Network, aprofundando os dados coletados versus metodologia aplicada poderá satisfazer os questionamentos desta e outras evidências. Esses ampliarão a metodologia aplicada neste estudo, bem como na validação de variáveis utilizadas no mesmo.

BIBLIOGRAFIA

BULSINK, F., HOEKSTRA, A. Y.; BOOIJ, M. J. (2010). “*The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products*”. Hydrology and Earth System Sciences, vol 14, no 1, pp119–128.

CARMO, R.L; OJIMA, A.L.R. de O; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T.T. (2007). “*Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água*”. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas, v.X, n.2, p.83-96, jul-dez.2007.

CHAPAGAIN, A.K. (2010). *Water Footprint of Nations Tool*. Living Planet Reporting 2012 WWF-UK, Godalming, UK.

FAO (2006). “*World agriculture: towards 2030/2050*”. Global Perspective Studies Unit Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, June 2006, pp.78.

GARRIDO, A.; LLAMAS, M. R.; VARELA-ORTEGA, C.; NOVO, P., RODRÍGUEZ-CASADO, R.; ALDAYA, M. M. (2010). “*Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain*”. Springer, New York, NY.

GLEICK, P.; COOLEY, H.; COHEN, M.; MORIKAWA, M.; MORRISON, J.; PALANIAPPAN, M. (2009). “*The World’s Water 2008-2009: the biennial report on freshwater resources*”. Island Pr, Washington/D.C., USA, 432 p.

HALIS, C.; HUMPHREY, S.; GOLDFINGER, S. (2010). *Living planet report 2008*. World Wide Fund for Nature, Gland, Switzerland, 48 p.

HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K. (2008). *Globalization of water: Sharing the Planet’s Freshwater Resources*. Blackwell Publishing/Oxford, UK, 232 p.

HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K.; ALDAYA, M.M.; MEKONNEN, M.M. (2005). The water footprint calculators. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator>>. Acesso em 15 de Nov. 2011.

HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K.; ALDAYA, M.M.; MEKONNEN, M.M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Earthscan Publishing/ London - Washington, DC, 224 p.

IBGE. *Metodologia das estimativas da população residente nos municípios brasileiros para 1o. de julho de 2011*. 2ª.edição. IBGE: Rio de Janeiro, 2011.

MA, J.; HOEKSTRA, A. Y.; WANG, H.; CHAPAGAIN, A. K.; WANG, D. (2006). “*Virtual versus real water transfers within China, Philosophical Transactions of the Royal Society*”. B: Biological Sciences, v.361, no 1469, pp 835–842.

MEA (2005). “*Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*”. World Resources Institute, Washington, DC. Planet's freshwater resources, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

UNESCO-WWAP (2006). *Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development Report 2*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, France.

VERMA, S.; KAMPMAN, D. A.; VAN DER ZAAG, P.; HOESKSTRA, A. Y. (2009). “*Going against the flow*”: A critical analysis of inter-state virtual water trade in the context of India’s National River Linking Programme. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.34, pp 261–269.

WWF (2011). “*Relatório Planeta Vivo 2010*”: biodiversidade, biocapacidade e desenvolvimento. Global Footprint Network, p.116.