

LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

**UMA ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA
DOS CONSUMIDORES DA ILHA DE SANT'ANA EM CAICÓ/RN**

KETTRIN FARIAS BEM MARACAJÁ

UFRN, CERES, Departamento de Ciências Sociais e Humanas/Turismo

VICENTE DE PAULO RODRIGUES DA SILVA

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/Unidade Acadêmica Ciências Atmosféricas

JOSÉ DANTAS NETO

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais/Departamento de Engenharia agrícola

LINCOLN ELOI DE ARAÚJO

UFPB, Departamento de engenharia e meio ambiente/ Ecologia

Resumo: O conceito de pegada hídrica (PH) tem sido recentemente introduzido como um importante indicador do consumo de água humano. A PH é definida como o volume total de água utilizada durante produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto de água pelos seres humanos. O objetivo deste artigo consiste em determinar a PH de consumidores vegetarianos e não vegetarianos com diferentes níveis de renda familiar. Um estudo de caso foi conduzido com habitantes da cidade de Caicó, no Estado do Rio Grande do Norte, para determinar o volume total de água doce consumida e poluída para a produção de bens e serviços utilizados por esses consumidores. A pesquisa analisou aspectos qualitativos e quantitativos, a partir de um estudo de caso. Os resultados indicaram que, em média, a PH do consumidor vegetariano representa 58% do consumidor não vegetariano. Os consumidores não vegetarianos do sexo feminino tem PH 10-13% menor do que aquele do sexo masculino, enquanto os consumidores vegetarianos do sexo feminino tem PH menor do que do sexo masculino em apenas 5,8%. A PH do consumidor aumenta linearmente com a sua renda familiar, com coeficiente de determinação de até 0,95 no caso do grupo com a menor renda familiar. A pegada hídrica da população aumenta em função da renda familiar e diminui de acordo com os hábitos alimentares.

Palavras-chave: Água virtual, pegada hídrica, recursos hídricos.

**AN ANALYSIS OF WATER FOOTPRINT CONSUMER
SANT'ANA ISLAND IN CAICÓ/RN**

Abstract: The concept of the water footprint (WP) has been recently introduced as an important indicator for human induced water consumption. The WP is defined as the total volume of water used during production and consumption of goods and services as well as direct water consumption by humans. The objective of this work was to use WF concept in order to analyze the consumers vegetarian and not vegetarian. A case study was conducted with surveyed residents of the Caicó city, state of Rio Grande do Norte, for determining total amount of water used to produce the goods and services consumed by these consumers. From a case study, the study analyzed qualitative and quantitative aspects. The results indicated that, on average, the WF of the vegetarian consumer represents 58% of those not vegetarian consumers. The WF of female consumer not vegetarian was 10-13% smaller than the male consumer while for vegetarian consumers female has WP less than male in only 5.8%. The WF of the consumer increases linearly with the family income, with a coefficient of determination of 0.95 for the group with the lowest annual income. The water footprint of the population increases as a function of family income and decreases according to eating habits.

Keywords: Virtual water, water footprint, water resources.



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

laboreuerj@yahoo.com.br

www.polemica.uerj.br

Polêm!ca, v. 12, n.3 , julho/ agosto/ setembro de 2013

Introdução

A humanidade nos últimos anos vivencia um período de grande crise em relação ao seu crescimento e degradação ambiental (Ercin et al., 2011), sendo necessária uma reflexão sobre os problemas causados pela sociedade e a sua influência sob o meio ambiente. O equilíbrio ambiental entre o homem e a natureza torna necessária a criação de indicadores do uso da água baseados em metodologias que contemplem índices de sustentabilidade do uso direto e indireto de água (Ercin et al., 2011). A sustentabilidade de uma pegada hídrica (PH) depende inteiramente de fatores locais, tal como as características hídricas da região. Por exemplo, uma PH grande se torna sustentável em áreas ricas em água, enquanto uma PH pequena pode comprometer a sustentabilidade em áreas com escassez de água. A PH é definida como o volume total de água utilizado durante a produção e consumo de bens e serviços, bem como o consumo direto e indireto no processo de produção. A determinação da PH é capaz de quantificar o consumo de água total ao longo da cadeia produtiva (Yu et al., 2010). A maioria dos usos de água ocorre na produção agrícola, destacando-se também um número significativo do volume de água consumido e poluído nos diversos setores industriais e domésticos.

O aumento do uso da água doce está relacionado com o aumento da população do planeta que pode provocar problemas de escassez e de poluição, que acontece principalmente pelo uso de pesticidas na agricultura, esgotos sanitários e pelos poluentes lançados no ar e na água pelas indústrias. Nos dias atuais, tem sido bastante destacada a abordagem da limitação dos recursos hídricos (Hoekstra & Chapagain, 2007, 2008). Portanto, é essencial o conhecimento das reais necessidades de consumo de água dos diversos bens de consumo, como alimentos, bebidas, energia e das fibras naturais. Essa é uma informação relevante não apenas para os consumidores, mas também para os varejistas, comerciantes e outras empresas que desempenham papel central no fornecimento desses bens aos consumidores (Aldaya et al., 2010). Dessa forma, surge a necessidade de um instrumento de medida dos fluxos de entrada e saída



LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

de recursos hídricos de um determinado local. Nesse aspecto, o conceito de pegada hídrica tem sido usado como indicador do consumo de água de pessoas e produtos em diversas partes do mundo (Van Oel et al., 2009; Zhao et al., 2009; Romaguera et al., 2010; Feng et al., 2011). Entretanto, no Brasil esse tema é ainda totalmente incipiente.

Os brasileiros estão entre os maiores consumidores de carne bovina do mundo, com consumo “per capita” de quase 40 quilos ao ano. Neste particular, isso é um agravante para o aumento da PH no país haja vista que as carnes de boi, de carneiro e de porco apresentam PHs de 15.500, 6100 e 4800 litros Kg^{-1} , as mais altas de produtos de origem animal (Hoekstra, 2011). Portanto, é razoável supor que a PH do consumidor vegetariano seja bastante inferior daquela do consumidor não vegetariano, considerando que as PHs dos produtos hortifrutigranjeiros são significativamente inferiores daquelas dos produtos de origem animal, como o caso da alface que é de apenas 130 litros kg^{-1} . Entretanto, não se conhece ainda quanto a PH do consumidor vegetariano difere daquela do consumidor não vegetariano, principalmente no Brasil onde este assunto ainda não foi abordado. Neste contexto, através de um estudo de caso, objetiva-se comparar as pegadas hídricas de consumidores vegetarianos e não vegetarianos com diferentes níveis de renda familiar, com vistas ao dimensionamento do consumo de água de pessoas com hábitos alimentares diferentes.

Material e métodos

Neste estudo foram selecionados nove grupos de 10 pessoas, com três repetições, que residem na cidade de Caicó, no Estado do Rio Grande do Norte, com diferentes tipos de dieta alimentar. A coleta dos dados necessários para a determinação da PH foi realizada em três diferentes locais da área de estudo com grupos de 10 pessoas para a obtenção de médias representativas dos grupos analisados. Os consumidores não vegetarianos foram agrupados em classes de acordo com o nível de consumo, que foram classificados como: moderado consumidor de carne (Classe A) e grande consumidor de carne (Classe B). Na Classe A estão agrupados os habitantes que consomem carne até 3 vezes por semana e na Classe B aqueles que consomem carne



LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

todos os dias da semana. As classes de consumidores não vegetarianos e os consumidores vegetarianos foram divididas em três grupos de acordo com a renda familiar, expressa em termos de salário mínimo acumulado em um ano. Os dados de renda anual foram convertidos para dólares americanos, utilizando-se a cotação do dia 16/10/2011, ou seja, 1 US\$ = R\$ 1,73. A classificação das classes e grupos de consumidores é apresentada na Tabela 2.

A pegada hídrica de um consumidor é definida como o volume total de água doce consumida e poluída para a produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor. Assim, a pegada hídrica de um consumidor (PH_{cons}) foi calculada pela soma de suas pegadas hídricas direta e indireta:

$$PH_{cons} = PH_{cons,dir} + PH_{cons,ind} \quad [\text{volume/tempo}] \quad (1)$$

A classificação dos consumidores não vegetarianos e vegetarianos em função do nível de consumo de carne (classes) e em grupos de acordo com a renda familiar (RF) é expressa em termos de salário mínimo (SM). Classe A = moderado consumo de carne e Classe B = grande consumo de carne.

A pegada hídrica direta ($PH_{con,dir}$) se refere ao consumo e a poluição de água que é utilizada em todas as atividades da casa, inclusive do jardim. Já a pegada hídrica indireta ($PH_{con,ind}$) se refere ao consumo e a poluição de água utilizada na produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor (exemplo: alimentação, vestuário, energia, papel e consumo de bens industriais). O uso da água indireta ($PH_{con,ind}$) foi calculado multiplicando todos os produtos consumidos por suas respectivas pegadas hídricas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os nove grupos pesquisados contêm o mesmo número de pessoas dos sexos masculino e feminino e diferem em termos de hábitos alimentares (vegetariano e não vegetariano) (Tabela 1). A pegada hídrica média do grupo I (renda familiar de até um salário mínimo) da classe A (consumidor moderado de carne) é de $981 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$, nos seus usos diretos e indiretos durante um ano. Por outro lado, a pegada hídrica da classe



LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

B desse mesmo grupo é 14,7% superior daquela da classe A em face do aumento do consumo.

O impacto da renda familiar na pegada hídrica é observado na comparação entre grupos de consumidores. A PH do grupo II da classe A é 191% maior do que aquela do grupo I, enquanto a PH do grupo III é apenas 4,5% maior do que a do grupo II dessa mesma classe. Valores similares foram obtidos para a classe B, em que a PH do grupo II dessa classe foi 188% maior do que do grupo I e o aumento da PH do grupo II para o grupo III foi 4,8%. Isso demonstra que a PH entre os consumidores com renda familiar menor ou igual a um salário mínimo difere de forma expressiva daquela dos consumidores com renda familiar superior a um salário mínimo. Por outro lado, as PHs dos consumidores com médio e alto poder aquisitivo não diferem de forma significativa.

Tabela 1: Pegada hídrica média ($m^3 \text{ ano}^{-1}$) de consumidores masculinos e femininos vegetarianos e não vegetarianos em função da renda familiar (RF, U\$) expressa através de salário mínimo (SM). Classe A = moderado consumo de carne, Classe B = grande consumo de carne, Grupo I = $RF \leq 1SM$, Grupo II = $1SM < RF \leq 5SM$ e Grupo III = $RF > 5SM$

Consumidores não vegetarianos						
Classe A						
Sexo	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	Renda	PH	Renda	PH	Renda	PH
Feminina	1.998,00	839	15.217,00	2.751	19.166,20	2.864
Masculino	2.667,00	1.123	16.148,00	2.959	19.704,20	3.108
Média	2.333,00	981	15.683,00	2.855	19.435,20	2.986
Classe B						
Sexo	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	Renda	PH	Renda	PH	Renda	PH
Feminina	2.275,00	1.045	15.909,00	3.063	20.106,00	3.256
Masculino	2.570,00	1.205	16.386,00	3.429	20.829,00	3.554
Média	2.423,00	1.125	16.148,00	3.246	20.468,00	3.405
Consumidores vegetarianos						
Sexo	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	Renda	PH	Renda	PH	Renda	PH
Feminina	2.625,00	844	16.036,00	1.581	20.488,00	1.707
Masculino	2.484,00	896	15.706,00	1.685	20.038,00	1.809
Média	2.554,70	870	15.870,60	1.632,8	20.262,80	1.758,1



LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

As pegadas hídricas dos consumidores dos grupos I, II e III da classe B (grande consumo de carne) aumentaram, respectivamente, 14,7; 13,7 e 14% em relação aos consumidores dos grupos I, II e III da classe A (moderado consumo de carne). Portanto, a renda familiar exerce um impacto maior na PH do que o nível de consumo da população não vegetariana, principalmente entre os grupos I e II de ambas as classes. A pegada hídrica do sexo masculino foi sempre superior a do sexo feminino em todas as classes e grupos de consumidores vegetarianos e não vegetariano. Essa diferença é mais expressiva no grupo I da classe A que foi de 34% entre homens e mulheres. Entretanto, entre os consumidores não vegetarianos dentro dos grupos II e III essa diferença variou entre 9 e 11% e para os consumidores vegetarianos foi em torno de 6% em todos os grupos.

Os valores da PH dos consumidores vegetarianos foram de 870, 1636,8 e 1758,1 $\text{m}^3 \text{ano}^{-1}$, respectivamente, nos grupos I, II e III. Isso representa um aumento no consumo de água do grupo I para o grupo II de 87,6% e do grupo II para o grupo III de 7,6%. Para esse tipo de consumidor a renda familiar também é determinante no aumento da pegada hídrica principalmente do grupo I para o grupo II. Considerando que a PH per capita no Brasil é $1.381 \text{ m}^3 \text{ano}^{-1}$ (Hoekstra (2011)), apenas os consumidores vegetarianos e não vegetarianos dentro do grupo I (renda familiar de até um salário mínimo) apresentam consumo hídrico inferior à média nacional. Por outro lado, o grupo III da classe B tem pegada hídrica mais elevada, sendo 2,6 maior do que a média nacional.

O grupo I dos consumidores vegetarianos foi o que apresentou a menor pegada hídrica ($870 \text{ m}^3 \text{ano}^{-1}$); portanto significativamente inferior à média nacional. Esses resultados indicam que PH aumenta de acordo com a renda familiar e diminui em função dos hábitos alimentares. A população não vegetariana com maior poder aquisitivo tem PH 3 vezes maior do que a população com renda familiar de até um salário mínimo. Por outro lado, a população não vegetariana com maior renda familiar tem PH 1,7 vezes maior do que o consumidor vegetariano dentro do grupo III. Dessa forma, a renda familiar anual também interfere na pegada hídrica, em face da água

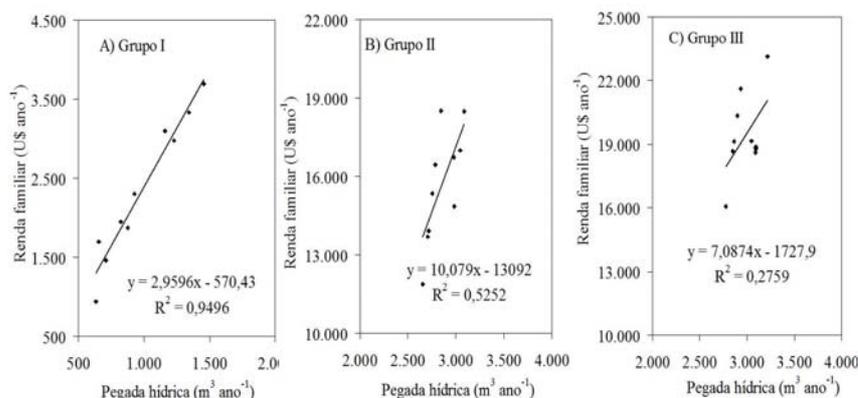


LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

virtual acumulada nos bens e serviços, que é diretamente proporcional aos hábitos de consumo da população.

A Figura 1 apresenta o relacionamento entre renda familiar e pegada hídrica do consumidor não vegetariano da classe A (moderado consumo de carne), enquanto a Figura 2 apresenta tal relacionamento para a classe B (grande consumo de carne). De forma análoga, na Figura 3 é exibido o relacionamento entre renda familiar e pegada hídrica do consumidor vegetariano, também para os grupos I, II e III.

O grupo I, que tem renda familiar (RF) menor do que um salário mínimo (SM) foi o que apresentou o melhor relacionamento entre essas duas variáveis, com coeficiente de determinação de 0,94 (classe A) (Figura 1A) e de 0,96 (classe B) (Figura 3A) para os consumidores não vegetarianos e de 0,83 para os consumidores vegetarianos (Figura 3A). Esses coeficientes de determinação são estatisticamente significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t-Student. Por outro lado, esse relacionamento para o grupo II (RF > 5SM) os coeficientes de determinação são menores (Figuras 1B, C e D), variando entre 0,52-0,54, porém estatisticamente significativos ao nível de 5% de probabilidade. Entretanto, tal relacionamento para o grupo III dos consumidores não vegetarianos (Figura 2C e 3C) e vegetarianos (Figura 4C) não apresenta nenhuma significância estatística. Esse resultado sugere que os consumidores com renda familiar mais elevada têm uma conscientização maior quanto à importância dos recursos hídricos, bem como hábitos alimentares mais saudáveis que contribuem para reduzir a PH.



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

laboreuerj@yahoo.com.br

www.polemica.uerj.br

Polêm!ca, v. 12, n.3 , julho/ agosto/ setembro de 2013

LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

Figura 1: Relacionamento entre renda familiar e pegada hídrica do consumidor não vegetariano (classe A = moderado consumo de carne) para os grupos I = $RF \leq 1SM$, II = $1SM < RF \leq 5SM$ e III = $RF > 5SM$. As médias foram obtidas com base em três amostras de 10 pessoas (n=30)

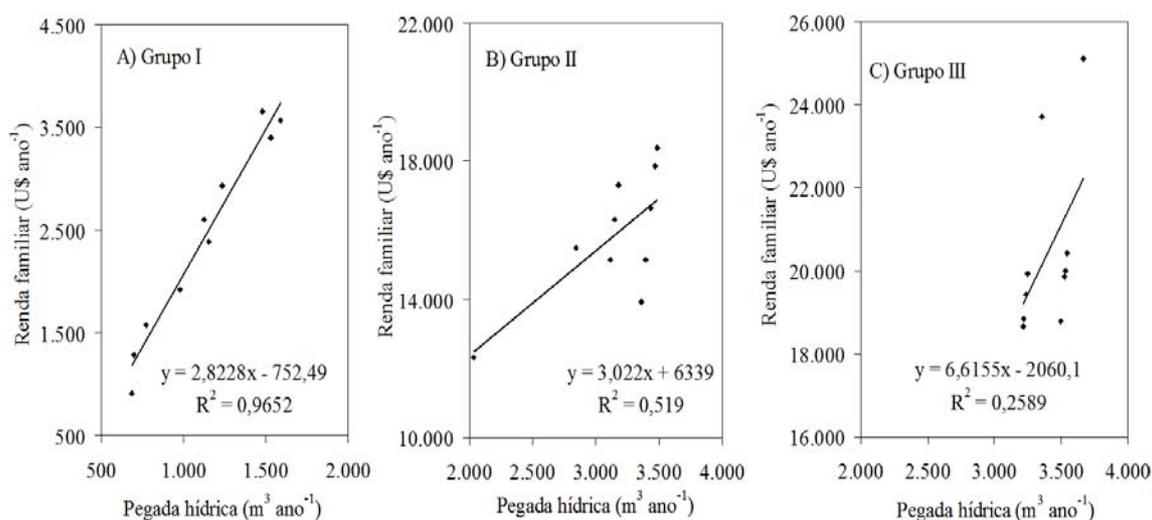


Figura 2: Relacionamento entre renda familiar e pegada hídrica do consumidor não vegetariano (classe B = grande consumo de carne) para os grupos I = $RF \leq 1SM$, II = $1SM < RF \leq 5SM$ e III = $RF > 5SM$. As médias foram obtidas com base em três amostras de 10 pessoas (n=30)

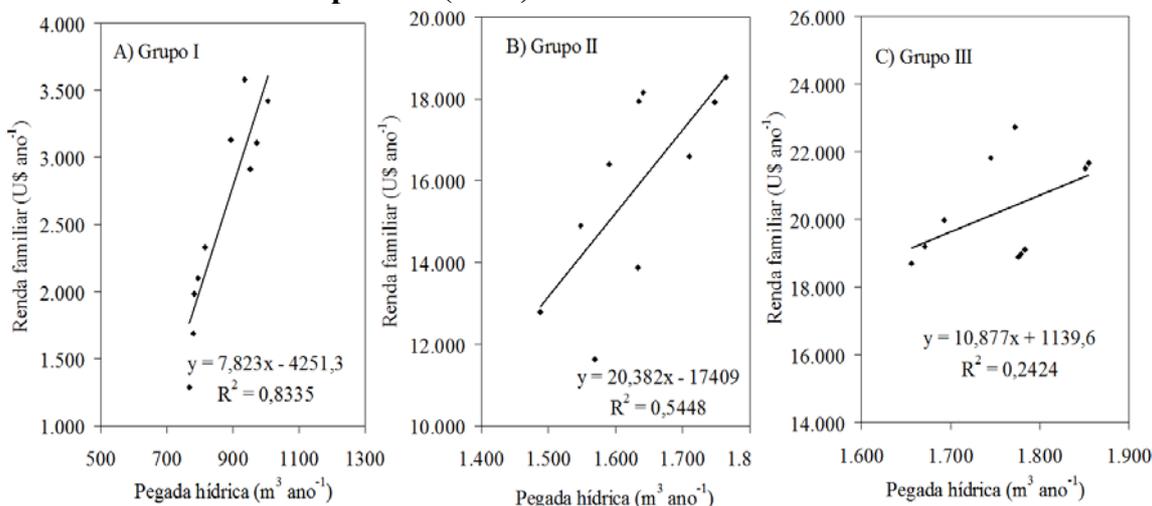


Figura 3: Relacionamento entre renda familiar e pegada hídrica do consumidor vegetariano para os grupos I = $RF \leq 1SM$, II = $1SM < RF \leq 5SM$ e III = $RF > 5SM$. As médias foram obtidas com base em três amostras de 10 pessoas (n=30)



LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

O relacionamento entre pegada hídrica e renda familiar é linear. Muito embora a renda familiar e a pegada hídrica da população do sexo masculino sejam maiores do que a do sexo feminino, essa diferença não é expressiva, em nenhum dos grupos analisados.

Os resultados aqui apresentados permitem inferir que a pegada hídrica da população pode ser minimizada através da mudança dos hábitos alimentares, bem como através da redução de consumo de produtos que envolvem a importação de água virtual; e, ainda, que grande parte da população desconhece os impactos dos hábitos alimentares sobre os recursos hídricos e ao meio ambiente. Nesse sentido, Chapagain & Orr (2009) destacam que a PH se torna quase sustentável se o sistema em que a água for extraída for bem gerenciado, através da utilização conscientizada pelo consumidor.

4. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem concluir que a metodologia da pegada hídrica é uma ferramenta adequada para se avaliar uso consuntivo de água de indivíduos, fornecendo subsídios que formam a base para a formulação de novas estratégias de gestão da água. A população não vegetariana com maior poder aquisitivo tem o consumo de água 3 vezes maior do que a população com renda familiar de até um salário mínimo. A renda familiar também interfere na pegada hídrica, em face da água virtual acumulada nos bens e serviços. A pegada hídrica da população aumenta em função da renda familiar e diminui de acordo com os hábitos alimentares. Os consumidores não vegetarianos do sexo feminino têm PH 10-13% menor do que o sexo masculino enquanto os consumidores vegetarianos do sexo feminino têm PH menor do que do sexo masculino em apenas 5,8%. A pegada hídrica pode ser uma informação de grande interesse dos planejadores, políticos e empresas de fornecimento de água que estão preocupados com o equilíbrio de oferta e demanda dos recursos hídricos dentro de suas respectivas áreas administrativas. Neste sentido, os estudos regionais sobre pegada hídrica nos diversos setores da atividade humana são relevantes no contexto atual, em



que os recursos hídricos são bens preciosos e tornam cada vez mais escassos no milênio atual.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDAYA, M. M.; SANTOS, P. M.; LLAMAS, M. R. Incorporating the water footprint and virtual water into policy reflections from the Mancha Occidental region, Spain. **Water Resources Management**, v. 24, pp. 941-958, 2010.

CHAPAGAIN, A. K.; ORR, S. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: a case of Spanish tomatoes. **Journal of Environmental Management**, v. 90, pp. 1219-1228, 2009.

ERCIN, A. E.; ALDAYA, M. M., HOEKSTRA, A. Y. Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of sugar-containing carbonated beverage. **Water Resources Management**, v. 25, pp. 721-741, 2011.

FENG, K.; SIU, Y. L.; GUAN, D.; HUBACEK, K. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. **Applied Geography**, v. 32, pp.691-701, 2011.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. **Water Resources Management**, v. 21, pp. 35-48, 2007.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. **Globalization of water: sharing the Planet's freshwater resources**. 1.ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2008. 232p.

HOEKSTRA, A.Y. **How sustainable is Europe's water footprint?** **Water and Wastewater International**, v. 26, p. 24-26, 2011.

ROMAGUERA, M.; HOEKSTRA, A. Y.; SU, Z.; KROL, M. S.; SALAMA, M. S. Potential of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. **Journal. Remote Sensing**, v. 2, pp. 1177-1196, 2010.

VAN OEL, P. R.; MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A.Y. The external water footprint of the Netherlands: Geographically-explicit quantification and impact assessment. **Ecological Economics**, v. 69, pp.82-92, 2009.



LABORE
Laboratório de Estudos Contemporâneos
POLÊMICA
Revista Eletrônica

YU, YANG; HUBACEK, K.; FENG, K. GUAN, D. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecological Economics**, v.69, pp. 1140-1147, 2010.

ZHAO, X.; CHEN, B.; YANG, Z. F. National water footprint in an input–output framework-A case study of China 2002. **Ecological Modeling**, v. 220, pp.245-253, 2009.

Recebido em: 04/10/2012

Aceito em: 15/09/2013



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

laboreuerj@yahoo.com.br

www.polemica.uerj.br

Polêm!ca, v. 12, n.3 , julho/ agosto/ setembro de 2013