

PEGADA HÍDRICA COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO SEMIÁRIDO

Lucas da Silva¹ & Gélica de Melo Evangelista²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Campus Quixadá.

E-mail: pesquisaproflucassilva@gmail.com

²Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do IFCE campus Quixadá – Bolsista do PIBIC/IFCE - E-

mail: gelicaeva@gmail.com

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma análise da utilização da pegada hídrica como indicador de sustentabilidade em bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, por meio de uma revisão bibliográfica, além de apresentar os primeiros resultados da Pegada Hídrica Verde da produção de arroz cultivado na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, no sertão central do Estado do Ceará. Esse estudo deve objetivar estimar os volumes de água necessários para a produção de arroz do perímetro irrigado do município de Morada Nova – CE do segundo semestre do ano de 2014. Para avaliar a pegada hídrica verde foi necessário saber a evapotranspiração da água verde que foi estimada utilizando o modelo CROPWAT 8.0 considerando a opção demanda hídrica da cultura (considerando as condições ideais). A evapotranspiração do período de desenvolvimento da cultura, em que apresentou a evapotranspiração da água verde de 89,5 mm. O componente verde da demanda hídrica da cultura do arroz (DHC verde) foi de 895 m³/ha. É possível observar também que é possível observar que no ano do estudo a pegada hídrica desse o componente verde foi de 128 m³/ton. A pegada hídrica é um indicador adequado e essencial para o planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos, pois fornece subsídio que formam a base para a formulação de novas estratégias e políticas de gestão das águas em bacias hidrográficas, principalmente as localizadas em regiões semiáridas.

PALAVRAS-CHAVE: Pegada hídrica, Semiárido, Cultivo do arroz, Sustentabilidade

INTRODUÇÃO

O consumo e a poluição de uma grande quantidade de água, cresce cada vez mais, com o aumento exagerado das atividades humanas. O uso da água está associado às atividades globais e específicas, como por exemplo, na produção agrícola, no consumo e poluição dos setores industriais e domésticos, na irrigação, higiene pessoal, limpeza, refrigeração e processamento. A geração e poluição da água estão relacionadas com o que e quanto certas populações consomem e o quanto a economia global necessita.

O planeta Terra tem cerca de 70% da sua superfície coberta por água, na sua maioria salgada. Apenas 2,5% do total de água existente pode ser utilizada para consumo humano. Da água

existente na Terra, parte dela não se encontra livre na natureza, uma vez que faz parte dos seres vivos. A água que se encontra livre constitui os recursos hídricos, sendo cerca de 97,2 % salgada. Os restantes 2,8% correspondem a água doce, sob a forma de glaciares (2,15%), água subterrânea (0,63%), vapor de água (0,005%), rios e lagos (0,01%) (SEIXAS, 2011)

Reconhecida recentemente a importância da água, e tendo esta uma disponibilidade limitada gerou uma grande preocupação por parte da ciência e da sociedade quanto as questões relacionadas aos recursos hídricos sobre consumo e poluição da água, pois até o passado recente, havia poucos questionamentos das organizações responsáveis pelos recursos hídricos. Isso ocorre em razão do desenvolvimento da indústria e do crescimento dos padrões de consumo, que têm levado a sociedade refletir sobre as consequências do seu modo de vida diante dos recursos hídricos.

Um dos principais desafios enfrentados pela sociedade é a necessidade do aumento do consumo de água para acolher às demandas futuras agrícolas, tentando equilibrar os impactos sociais e ambientais. Contudo, os reservatórios dos recursos hídricos requerem atenção especial de toda a população, tendo em vista o uso e a poluição excessiva deste recurso resultante das atividades humanas. A água é um recurso natural renovável e indispensável a vida dos seres vivos, embora se possa argumentar que não há água suficiente para suprir as gerações presentes e futuras. (NETO *et.al*, 2014)

As bacias hidrográficas têm diminuindo sua produção de água, devido às pressões antrópicas, pelo mau uso e ocupação do solo e da utilização dos recursos da água sem um planejamento adequado. A bacia hidrográfica deve ser reconhecida como uma unidade fisiográfica mais propícia para o planejamento dos recursos hídricos, e por isso deve ser uma área de estudos permanentes por ser sistema aberto de fluxo hídrico e essencial para a manutenção e sobrevivência da dinâmica natural da vida.

Neste sentido, pesquisadores de diversas áreas têm buscado contribuir com aparatos teóricos e práticos para a concretização e institucionalização do conceito de consumo sustentável dos recursos hídricos, utilizando as bacias hidrográficas como uma unidade especial de planejamento e gestão dos recursos hídricos, segundo o Hoekstra e Chapagain (2008) aperfeiçoar a visualização do uso oculto da água em produtos gerais e na quantificação dos efeitos do consumo e do comercio na utilização dos recursos hídricos pode estabelecer a base para uma melhor gerência dos recursos hídricos do planeta.

Desta forma, pegada hídrica pode ser um indicador eficaz para conhecer e estabelecer estratégias eficientes de planejamento e estão dos recursos hídricos, utilizando as bacias hidrográficas como unidade ideal para a gestão hídrica, garantindo a disponibilidade hídrica para a manutenção das atividades produtiva sustentável no semiárido brasileiro. Este indicador, criado por Hoekstra e Chapagain (2008), contabiliza toda água doce utilizada ao longo de uma cadeia produtiva, ou seja é o volume total de água utilizada durante a produção de bens e serviços, podendo ajudar na compreensão do caráter global de água doce e na quantificação dos efeitos do consumo e do comércio sobre os recursos hídricos. É um indicador que compara a biocapacidade de um local e as pressões a que são expostas seus ecossistemas pelo aumento do consumo de energia e matéria por populações humanas e suas subsequentes poluições (Neto et al., 2014 ; Silva et al., 2012).

Com isso presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise da utilização da pegada hídrica como indicador de sustentabilidade em bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, por meio de uma revisão bibliográfica, além de apresentar os primeiros resultados da Pegada Hídrica Verde da produção de arroz cultivado na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, no sertão central do Estado do Ceará.

METODOLOGIA

O presente trabalho parte de uma revisão bibliográfica elaborada com base nas informações disponíveis em diferentes fontes relacionadas ao tema, além de apresentar os primeiros resultados da Pegada Hídrica Verde da produção de arroz, cultivado na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, no sertão central do Estado do Ceará. Esse estudo deve objetivo estimar os volumes de água necessários para a produção de arroz do perímetro irrigado do município de Morada Nova – CE do segundo semestre do ano de 2014. O estudo foi realizados no perímetro irrigado da cultura de arroz que localiza-se no município de Morada Nova no Centro- Leste do Estado do Ceará, na Mesorregião do Jaguaribe, na microrregião do Baixo Jaguaribe, no Vale do Jaguaribe no sertão central cearense, inserido na região semiárida, situado sob as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 5° 06' 24" Sul e Longitude: 38° 22' 21" Oeste. Para avaliar a pegada hídrica verde foi necessário saber a evapotranspiração da água verde que foi estimada utilizando o modelo CROPWAT 8.0 considerando a opção demanda hídrica da cultura (considerando as condições ideais). O programa utiliza dados referentes a clima, a precipitação, a cultura e solo. Informações

como médias mensais de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar, velocidade do vento, insolação e precipitação foram obtidos na Funceme.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pegada Hídrica: Histórico e Definição

O conceito de pegada hídrica (PH) foi incorporada em 2002 por Arjen Hoekstra em uma reunião internacionais sobre o comércio de água virtual realizada em Delf, Holanda. A Pegada Hídrica das nações foi avaliada quantitativamente por Hoekstra & Huang (2002) e, posteriormente, de forma mais abrangente, por Hoekstra & Chapagain (2007). O termo PH foi escolhido por Hoekstra em analogia à pegada ecológica que foi introduzida nos anos 1990; contudo, os conceitos referentes às pegadas possuem diferenças, visto que pegada ecológica é expressa em hectares necessárias para sustentar uma população e a PH em volume de água doce consumida. (Chapagain, 2006; SILVA, 2013)

Segundo Silva (2013) o propósito da pegada hídrica foi inserir uma demonstração das relações desconhecidas entre o consumo humano e o comércio global com a gestão dos recursos hídricos. O estudo sobre a pegada hídrica iniciou pelo descontentamento de problemas da gestão dos recursos hídricos que era vista como um problema local ou no âmbito de uma bacia hidrográfica (SILVA (2013) apud Hoekstra (2003)).

A ideia da pegada hídrica se baseia no conceito de "água embutida" ou "água virtual" introduzido por Allan (1998) quando estudou a possibilidade de importação de água virtual (em oposição à água real) como solução parcial para problemas de escassez de água no Oriente Médio. O interesse em água virtual começou a crescer rapidamente uma vez que os primeiros estudos quantitativos foram publicados em várias partes do mundo (Hoekstra & Huang, 2002; Hoekstra, 2003; Oki & Kanae, 2004; Erkin et al., 2011). Hoekstra & Chapagain(2007) definiram o conteúdo de água virtual de um produto (mercadoria, bem ou serviço) como o volume de água doce usada para produzir tal produto. Esse termo se refere à soma do uso da água nas diversas fases da cadeia de produção. O termo 'virtual' diz respeito ao fato de que a maioria da água usada para produzir um produto não está contida no produto. Geralmente, o verdadeiro conteúdo de água dos produtos é insignificante se comparado com o conteúdo virtual de água. O comércio de água virtual ocorre quando os produtos são comercializados de um lugar para outro (Hoekstra & Hung, 2005; Chapagain & Hoekstra, 2007). Portanto, o conceito de PH tem sido usado pela comunidade científica com o propósito de demonstrar a importância da gestão da água. (SILVA,2013)

A Pegada Hídrica é um indicador da quantidade de água total utilizada direta ou indiretamente por um consumidor ou produtor. (Hoekstra, 2011; Boldrin, 2012; Dantas, 2012). Consiste basicamente em estimar o volume total de água necessário para a produção de um bem ou serviço considerando toda a cadeia produtiva.

Em termos gerais, de acordo com SOUZA et., al (2014) a principal finalidade da pegada hídrica é avaliar como as atividades humanas ou produtos denotam sobre as questões de escassez e poluição d'água, bem como avaliar a sustentabilidade na perspectiva do consumo dos recursos hídricos.

Pegada Hídrica Direta e Indireta

A pegada hídrica direta de um produtor ou consumidor corresponde ao consumo e poluição da água que está associada ao uso da água pelos mesmos. E a pegada hídrica indireta refere-se ao consumo e poluição associados à produção de bens e serviços utilizados pelo consumidor. (Hoekstra et al., 2011).

Avaliação da Pegada Hídrica

A avaliação da pegada hídrica de acordo com Hoekstra et al., (2011), corresponde a um vasto escopo de atividades completa de quatro fases distintas: (1) Definição de objetivos e escopo; (2) Contabilização da pegada hídrica; (3) Avaliação da sustentabilidade da pegada hídrica; (4) Formulação de respostas á pegada hídrica.

Conforme aborda o conceito da pegada hídrica, cunhado por Hoekstra (2011), a pegada hídrica considera a incorporação de três tipos de água no processo produtivo: azul, verde e cinza, sendo que essas apresentam diferentes aspectos e por isso requerem diferentes abordagens.

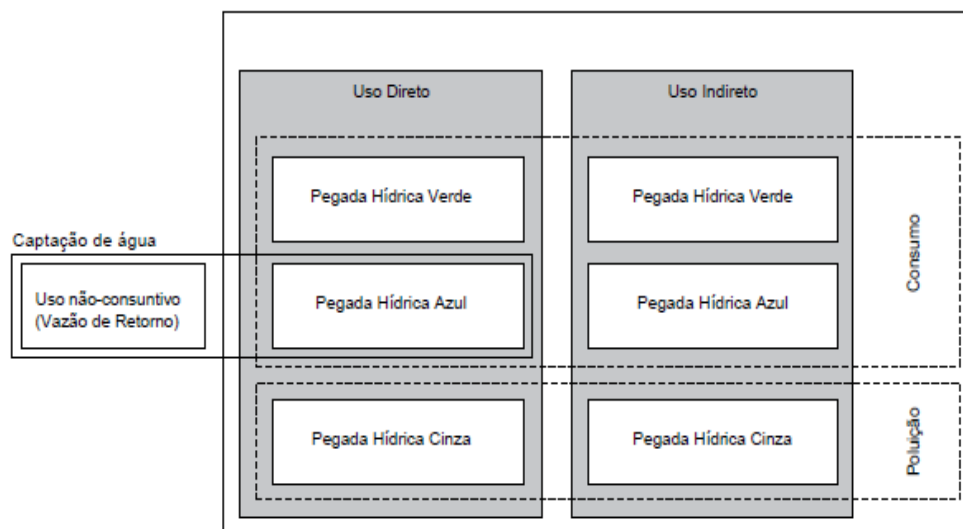


Figura 1: Representação dos componentes de uma pegada hídrica.

De acordo com Hoekstra (2011), a Figura 1 mostra que o uso não-consuntivo da água captada (a vazão de retorno) não faz parte da pegada hídrica. Também mostra que, ao contrário da

medida da ‘captação de água’, a ‘pegada hídrica’ inclui as águas verde e cinza e o componente do uso indireto da água.

Existem diferentes entidades para calcular a pegada hídrica, por exemplo pegada hídrica de uma etapa do processo, pegada hídrica de um produto, pegada hídrica de um consumidor, pegada hídrica de um grupo de consumidores, pegada hídrica de consumidores em um país, pegada hídrica de consumidores em um município, província ou outra unidade administrativa, pegada hídrica de consumidores em uma bacia hidrográfica, pegada hídrica dentro de uma área delimitada geograficamente, pegada hídrica dentro de um país, pegada hídrica dentro de um município, província ou outra unidade administrativa, pegada hídrica dentro de uma bacia hidrográfica, pegada hídrica de um negócio, pegada hídrica de um setor de negócios, pegada hídrica da humanidade como um todo. (Hoekstra et al., 2011)

A avaliação da pegada hídrica de uma plantação ou cultura em desenvolvimento, considerando os setores agrícolas e florestais, são importantes consumidores de água. Logo, os produtos que são envolvidos neste setor em seu sistema de produção, geralmente apresentam uma pegada hídrica significativa. A pegada hídrica é aplicável tanto a culturas anuais quanto a culturas permanentes e consiste na soma das componentes verde, azul e cinza (Hoekstra, 2011).

Tipos de Pegadas Hídricas

Pegada Hídrica Azul

A Pegada Hídrica azul é um indicador de uso consuntivo de água doce subterrânea ou superficial, ou seja, é o volume de água superficial ou subterrânea consumida pela produção de um bem ou serviço. A expressão água consumida se refere a um dos quatro casos abaixo:

1. Quando a água evapora;
2. Quando a água é incorporada ao produto;
3. Quando a água não volta mais para a mesma bacia, mas sim para outra bacia ou para o mar
4. Quando a água retorna em outro período; por exemplo, água retirada em um processo chuvoso e retorna em um período de seca.

O primeiro caso é geralmente o mais significativo, mas os outros casos devem ser incluídos quando forem necessários. A água por ser evaporada, ou seja consuntiva não significa que esta desaparece, pois a mesma retoma o ciclo hidrológico de forma natural. (Hoekstra et al., 2011; Seixas 2011)

Dessa forma, ela fornece uma medida da quantidade de água azul consumida pelo homem. O restante, ou seja, os fluxos de água subterrânea e superficial não utilizados para as atividades humanas permitem a manutenção da vida nos ecossistemas que dependem destes fluxos. A pegada hídrica azul em uma etapa do processo é calculada da seguinte forma:

A pegada hídrica azul mede a quantidade de água disponível consumida num determinado período (ou seja, água que não retornou imediatamente à mesma bacia hidrográfica). Desta forma, esta pegada fornece informação relativamente à quantidade de água azul disponível consumida por seres humanos. A restante parte não consumida pelos seres humanos destina-se à manutenção dos ecossistemas que dependem dos fluxos de água subterrânea e superficial (Hoekstra et al., 2011). A pegada hídrica azul é calculada tendo em conta três factores:

Apesar da água ser um recurso renovável, não significa que a sua disponibilidade seja ilimitada. Durante um certo período de tempo, não se pode consumir mais água do que o disponível, pois a quantidade de água que recarrega as reservas de águas subterrâneas e que escoam através de um rio é sempre limitada a um determinado montante. A pegada hídrica azul verifica a quantidade de água disponível que é consumida em um determinado período (ou seja, a água que não retorna rapidamente para a mesma bacia hidrográfica). Assim, esta pegada fornece informações da quantidade de água azul consumida por seres humanos. O restante da água azul não utilizada para as atividades humanas permitem a manutenção do ecossistema que depende dos fluxos de água. (Hoekstra et al., 2011).

A pegada hídrica azul é calculada da seguinte forma em uma etapa do processo:

$$\text{PH azul} = \text{Evaporação Água AZUL} + \text{Água Azul Incorporada} + \text{Fluxo de Retorno Perdido}$$

[volume/tempo]

A última componente diz respeito ao fluxo de água de retorno indisponível para reutilização na mesma área, e no mesmo período de tempo, onde foi captada, porquanto pode ter sido lançada em outra área (ou foi lançada para o mar) ou retorna num período de tempo diferente.

A maior parte do consumo global da água azul, nos dias atuais, é utilizada no setor agrícola.

Pegada Hídrica Verde

A Pegada Hídrica verde é um indicador do uso da água oriunda de precipitações, que não é retirada nem armazenada pelos mananciais e, sim, armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou vegetação. Ela corresponde ao volume de água resultante da chuva consumida durante o processo de produção. (Hoekstra, 2011). O cálculo da Pegada Hídrica é considerável relevante para produtos baseados da agricultura, devido a evapotranspiração.

A fórmula para calcular a pegada hídrica verde em uma etapa do processo é a seguinte:

$$PH_{verde} = \frac{\text{Evaporação Água verde} + \text{Água Azul Incorporada}}{[\text{volume/tempo}]}$$

Pegada Hídrica Cinza

A pegada hídrica cinza é um indicador do grau de poluição da água doce de uma etapa do processo que pode estar engajada á etapa do processo de produção. A pegada em estudo é caracterizada como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes baseando-se nas concentrações naturais e nos padrões ambientais verdadeiros. A pegada hídrica cinza surgiu a partir de estudos que reconheceram que a poluição das águas pode ser expressa em termos de volume de água necessário para diluir os poluentes de forma que eles se tornem ineficaz (Hoekstra et al., 2011).

A pegada hídrica cinza é calculada pela divisão da carga poluente (L, em massa/tempo) pela diferença entre a concentração do padrão ambiental de qualidade da água para um determinado poluente (a concentração máxima aceitável C_{max} , em massa/volume) e sua concentração natural no corpo d'água receptor (C_{nat} , em massa/volume).

$$PH_{cinza} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}}$$

[volume/tempo]

A concentração natural num corpo receptor é a concentração na massa de água que ocorreria se não houvesse perturbações humanas na captação. Para as substâncias de origem humana, que em condições naturais não estariam presentes na água, e quando as concentrações naturais não são conhecidas com precisão mas estima-se que sejam baixas, admite-se que a concentração natural na massa de água receptora é nula ($c_{nat} = 0$). A razão porque se utiliza a concentração natural como referência e não a concentração real deve-se ao facto de a pegada hídrica cinzenta ser um indicador da capacidade de assimilação apropriada. A capacidade de assimilação de um corpo receptor depende da diferença entre o máximo admissível e a concentração natural de uma substância. Os cálculos da pegada hídrica cinzenta são realizados utilizando as normas de qualidade ambiental da água para a massa de água receptora, ou seja, normas que têm em conta as concentrações máximas admissíveis. Tal acontece pois a pegada hídrica cinzenta tem como função determinar o volume de água necessário para assimilar produtos químicos. De realçar que para a mesma substância, o

padrão de qualidade ambiental da água pode variar de acordo com a massa de água em questão tal como a concentração natural pode variar tendo em conta a localização. Assim, uma carga poluente pode resultar numa determinada pegada hídrica cinzenta num certo local e num outro local uma outra pegada hídrica cinzenta, com maior ou menor impacto, determinada pela diferença entre a concentração máxima permitida e a concentração natural do local em causa (Hoekstra et al., 2011).

Avaliação da Pegada Hídrica Verde da Cultura do Arroz Irrigado de Morada Nova-CE

A Tabela 1 apresenta o componente para obtenção da pegada hídrica verde, através do modelo CROPWAT. Entre esses componentes pode-se observar a evapotranspiração do período de desenvolvimento da cultura, em que apresentou a evapotranspiração da água verde de 89,5 mm.

O componente verde da demanda hídrica da cultura do arroz (DHC verde) foi de 895 m³/ha, isso considerando uma produtividade 7 ton/ha de arroz. É possível observar também que é possível observar que no ano do estudo a pegada hídrica desse o componente verde foi de 128 m³/ton

Tabela 1. Cálculo dos componentes da pegada hídrica Verde do processo (m³/ton) do arroz em Morada Nova- CE, utilizando a opção DHC.

Opção CROPWAT	Et verde	ETa	DHC verde	Prtv	PHverde proc
	mm/ período de crescimento		m ³ /ha	ton/ha	m ³ /ton
Opção de Demanda Hídrica da Cultura	89,5	1.052	895	7	128

Por se tratar de uma região semiárida, seu potencial de acúmulo de água superficial, devido suas chuvas se concentra em apenas quatro meses durante o ano, restando poucas opções hídricas. No entanto esse tipo de armazenamento em açudes favorece a uma elevada perda de água por evaporação.

Com isso, deve-se fazer o uso eficiente dos recursos hídricos disponível, por meio de manejos adequado otimizando períodos em períodos com maior disponibilidade hídrica e fazendo o uso racional nos períodos de escassez de água, para não comprometer a sustentabilidade produtiva do arroz e outras culturas da região.

CONCLUSÃO

A pegada hídrica sugere a possibilidade de uma avaliação mais profunda e adequado para o uso e consumo dos recursos hídricos, fornecendo subsídios para os consumidores e poluidores a contribuírem para a formulação de novas estratégias de gestão da água.

A pegada hídrica é um indicador adequado e essencial para o planejamento e gestão sustentável dos recursos hídricos, pois fornece subsídio que formam a base para a formulação de novas estratégias e políticas de gestão da água em bacias hidrográficas, principalmente as localizadas em regiões semiáridas. Por meio do acesso à pegada hídrica em várias vertentes, os consumidores finais, revendedores, indústrias de alimentos e comerciantes de produtos podem ser agentes de mudança em potencial, devido ao seu papel de usuários de água diretos e indiretos.

REFERENCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. 300p. Roma, 1998.

ALLEN, Richard G. et al. **Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Food & Agriculture Org., 2006.

BOLDRIN, Mirtes Tatiane Neisse; BOLDRIN, Duljon Laerti. ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA DO CULTIVO DE SOJA EM MATO GROSSO.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, 2008.

CHAPAGAIN, A. K. et al. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. **Ecological economics**, v. 60, n. 1, p. 186-203, 2006.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water International*, v.33, p.19-32, 2008.

CHAPAGAIN, Ashok K.; HOEKSTRA, Arjen Y. The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. **Ecological economics**, v. 64, n. 1, p. 109-118, 2007.

CHAPAGAIN, Ashok 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, n. 2, p. 1219-1228, 2009.

COLARES, Daniel Santana. Análise técnico-econômica do cultivo de arroz irrigado no Perímetro Irrigado Morada Nova, Ceará. **UFC. Dep. Eng. Agric. Dissertation. 58pp**, 2004.

DA SILVA, Vicente de PR et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 100-105, 2013.

DANTAS, Eduardo Jorge da Cruz. Análise comparativa entre a Pegada Hídrica do Norte de Portugal e a Pegada Hídrica Nacional. 2012.

HOEKSTRA, Arjen Y.; CHAPAGAIN, Ashok K.; ALADAYA, Maite M. Manual de Avaliação da Pegada Hídrica. 2011.

HOEKSTRA, Arjen Y.; MEKONNEN, Mesfin M. The water footprint of humanity. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 109, n. 9, p. 3232-3237, 2012.

INSTITUÍDO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Painel cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=230870>; Acessado em Maio de 2016.

MEKONNEN, Mesfin M.; HOEKSTRA, Arjen Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 5, p. 1577-1600, 2011.

MACEDO, Vera Regina Mussoi et al. Influência dos sistemas de produção e manejo no uso da água pela planta de arroz. In: **Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura**. UPF, 2004. p. 20.

NETO, Geraldo Moura Baracuh; DE AZEVEDO, Carlos Alberto Vieira; DE LIMA, Vera Lúcia Antunes. ESTIMATIVA DA PEGADA HÍDRICA PARA DISTINTOS GRUPOS DE CONSUMIDORES, 2014.

SEIXAS, Vanessa Sofia de Carvalho. Análise da pegada hídrica de um conjunto de produtos agrícolas. 2011.

SOUZA, Jackeline Lucas et al. PEGADA HÍDRICA DE UMA COMUNIDADE DE CONSUMIDORES EM FORTALEZA/CE/BRASIL: ANÁLISE DAS PEGADAS RÁPIDA E ESTENDIDA NA METODOLOGIA 'WATER FOOTPRINT NETWORK', 2014.

SALAZAR, Vera Lúcia Pimentel. **Pegada hídrica: Informações Tecnológicas**. 2012. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1319-pegada-hidrica/file.html?force_download=1>. Acesso em: 15 mar. 2016.

VIEIRA, VPPB. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 7-17, 2003.