



A pegada hídrica e o nível da consciência ambiental de três escolas do ensino médio do município de Pombal-PB

The water footprint and the level environmental consciousness three high school education middle municipality of Pombal-PB

Ricardo Ricelli Pereira de Almeida¹, Michel Almeida da Silva², Diêgo Lima Crispim³, Eclivaneide Caldas de Abreu Carolino⁴, Érica Cristine Medeiros Machado⁵.

Resumo: A pegada hídrica é uma ferramenta de gestão de recursos hídricos que indica o consumo de água doce com base em seus usos direto e indireto. O uso direto é feito pelo consumidor ou produtor ao utilizar ou elaborar um produto e uso indireto consiste ao longo da cadeia produtiva dos produtos utilizados pelo consumidor ou produtor. Desta forma, tal indicador pode ser utilizado na conscientização e racionalização do consumo de água doce, uma vez que permite aos usuários em geral o entendimento do quanto de água é utilizado na fabricação de produtos ao longo de sua cadeia produtiva. Portanto, os segmentos da sociedade podem quantificar a sua contribuição para os conflitos de uso da água e degradação ambiental nas bacias hidrográficas em todo o mundo. A metodologia utilizada para a realização deste trabalho consistiu na aplicação de questionários, em três escolas pré-selecionadas, com o propósito de avaliar o nível de conscientização dos alunos em relação ao consumo de água. Este trabalho tem como objetivo utilizar o indicador pegada hídrica na conscientização ambiental do uso da água por alunos do ensino médio do município de Pombal – PB, com base no uso de novas tecnologias de estudo do espaço geográfico. Apesar de os alunos da escola menino Jesus apresentar melhor desempenho no consumo e gerenciamento dos recursos hídricos, sua média de acertos foi muito próxima das escolas públicas Monsenhor Vicente Freitas e Arruda Câmara. O valor médio da pegada hídrica nacional é de 1.381 m³/hab/ano e a média global é de 1.240m³/hab/ano, logo percebe-se que a maioria dos bairros obtiveram média abaixo da global e da nacional.

Palavras-Chave: Recursos hídricos. Gestão. Alunos. Consumo.

Abstract: The water footprint is a water resource management tool that indicates the fresh water consumption based on their direct and indirect uses. The direct use is the use made by the consumer or producer to use or develop a product and indirect use is the use along the supply chain of the products used by the consumer or producer. Thus, such an indicator can be used in awareness and rationalization of consumption of fresh water, as it allows users overall understanding of how much water is used in the manufacture of products throughout its supply chain. Therefore, the segments of society can quantify its contribution to conflicts of water use and environmental degradation in river basins around the world. The methodology used for this work consisted of questionnaires in three pre-selected schools, in order to assess the level of students' awareness of water consumption. This paper aims to use the water footprint indicator on the environmental awareness of water use by high school students in the city of Pombal - PB, based on the use of new study of geographical space technologies. Although the menino Jesus School students perform better in consumption and management of water resources, his batting average was very close to the public schools Monsenhor Vicente Freitas and Arruda camara. The average national water footprint is 1.381 m³ / person / year and the global average is 1.240m³ / person / year, then it is clear that most districts have obtained average below the global and national levels.

Key words: Water resources. Management. Students. Consumption.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 08/04/2015; aprovado em 01/06/2015

¹ Engenheiro Ambiental, Mestrando em Sistemas Agroindustriais, pela UFCG/CCTA, Pombal-PB; (83) 99009003, E-mail: ricelli2008@bol.com.br

² Engenheiro Ambiental, Mestrando em Sistemas Agroindustriais, pela UFCG/CCTA, E-mail: micheldmalmeida@hotmail.com

³ Engenheiro Ambiental, Mestrando em Sistemas Agroindustriais, pela UFCG/CCTA, E-mail: diegolc_85@hotmail.com

⁴ Professora da Faculdade Santa Maria, Cajazeiras-PB, Mestranda em Sistemas Agroindustriais, pela UFCG/CCTA, E-mail: eclivaneide@hotmail.com

⁵ Professora da UFCG, Campus de Pombal-PB, Doutora em Recursos Naturais pela UFCG/CTRN; E-mail: erica@ccta.ufcg.edu.br

INTRODUÇÃO

A pegada hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas, também, seu uso indireto. A pegada hídrica pode ser considerada como um indicador abrangente da apropriação de recursos hídricos. Portanto, é um dado passível de ser analisado por um SIG (Sistema de Informação Geográfica). Este indicador foi introduzido por Hoekstra e Hung (2002), em analogia ao conceito de Pegada ecológica. O conceito de pegada hídrica se encontra relacionado ainda com o conceito de água virtual, introduzido por Allan (Allan, 1993 apud Hoekstra e Chapagain, 2007), e que diz respeito ao consumo de água necessária para produzir um produto ou serviço, levando em conta a análise do comércio indireto de água que está incorporada em determinados produtos.

A partir de uma perspectiva sobre os recursos hídricos, todos os aspectos da produção e do comércio nos quais a água esteja envolvida passam a requerer uma nova contextualização. Com isso surge um novo conceito muito importante o de “Água Virtual”, de autoria do professor britânico John Anthony Allan, que em 1993, apresentou ao mundo um modo de calcular a água efetivamente envolvida nos processos produtivos, que antes não era contabilizada. Calcular os volumes da água virtual envolvidos na produção de um bem, produto ou serviço é muito complexo, já que, “para estimar estes valores, deve-se considerar a água envolvida em toda a cadeia de produção, assim como, as características específicas de cada região produtora, além das características ambientais e tecnológicas.” (CARMO et al., 2007).

Para Carmo et al., (2005) a água virtual e a pegada hídrica podem ser alternativas para medidas de controle, de educação e de política para diminuir a pressão sobre os recursos hídricos. Portanto, a água virtual e a pegada hídrica tornam-se indicadores ambientais, que podem ser associadas ao nível de escassez da disponibilidade de recursos hídricos, frente a uma análise conjunta com outros fatores, tais como: consumo, geração de resíduos sólidos e uso e ocupação do solo (FERNANDEZ; MENDIONDO, 2011).

Para a Water Footprint Network desenvolveu o seguinte conceito a respeito desse novo indicador de avaliação da consciência ambiental: a pegada hídrica de um indivíduo ou de uma comunidade é definida como o volume total de água doce que é utilizada para produzir os bens e serviços consumidos pelo indivíduo ou pela comunidade que pode ser uma ferramenta de conscientização e incentivo à racionalização no uso da água.

Alguns fatores podem influenciar diretamente na pegada hídrica de um país, como: o volume de consumo (relacionado com o rendimento nacional bruto), o padrão de consumo (por exemplo, alto versus o baixo consumo de carne), o clima (condições de crescimento) e a agricultura prática (uso eficiente da água) (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2007). Isso explica o método do cálculo de consumo de água sejam constantemente discutidos na literatura científica, por ser uma ferramenta útil de conscientização e incentivo à racionalização no uso da água.

O instrumento que melhor expressa essa espécie de matemática espacial é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Qualquer dado que possua um componente espacial,

uma localização determinável, pode ser manuseado, armazenado e analisado por um SIG. (ROMÉRO et al., 2004).

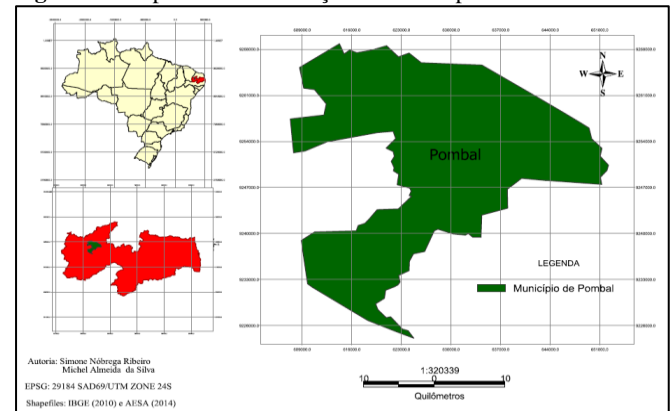
Sabe-se que o Brasil é privilegiado por possuir água em abundância, porém, esta água encontra-se mal distribuída e sua qualidade vem sofrendo alterações ao longo do ciclo hidrológico. Por ser um recurso abundante e renovável, muitas pessoas não se preocupam em economizá-lo, logo há uma grande necessidade de se promover a educação ambiental com o objetivo de conscientizar as pessoas sobre a importância deste recurso.

Neste caso, pode-se promover a educação ambiental por meio da utilização de indicadores de sustentabilidade, como por exemplo, o indicador pegada hídrica. Este trabalho tem como objetivo utilizar o indicador pegada hídrica na conscientização ambiental do uso da água por alunos do ensino Médio do município de Pombal – PB, com base no uso de novas tecnologias de estudo do espaço geográfico bem como seus aspectos ambientais.

Em virtude de suas funcionalidades as geotecnologias tendem a ocupar um lugar de destaque no estudo e conscientização dos recursos hídricos. A análise dos dados levantados e dos resultados obtidos a partir do indicador já citado é de fundamental importância no manejo dos recursos hídricos nos dias atuais.

MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1 - Mapa com a localização do município de Pombal-PB



Fonte: Ribeiro e Silva, 2015.

O município de Pombal-PB está inserido na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino. A vegetação é basicamente composta por caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia.

O clima da região é do tipo BSh (clima semiárido, quente e seco), segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual de 750 mm e evaporação média anual de 2000 mm (BRITO et al., 2013) e temperatura média de 28°C.

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho consistiu na aplicação de questionários em três escolas pré-selecionadas, com o propósito de avaliar o nível de conscientização dos alunos em relação ao consumo de água e quantificar a pegada hídrica dos alunos, o que requer informações acerca do consumo direto de água, do consumo de alimentos e do consumo de bens industriais.

As escolas públicas Monsenhor Vicente Freitas com 825 alunos e Arruda Câmara com 850 alunos, bem como a Escola

particular menino Jesus (GEO) com 150 alunos, estão localizadas na cidade de Pombal – PB. O município de Pombal possui uma área de 889 km² e está distante 378 km da capital João Pessoa. Com base no último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, existe no município uma população total de 32.110 habitantes, e deste valor 16.381 são homens e 16.729 são mulheres, apresentando uma densidade demográfica de 36,13 hab/km².

A amostra selecionada inicialmente foi de 750 questionários, o que equivale a 41,1% dos 1.825 alunos, porém, apenas 130 (7,1%) alunos responderam os questionários de pegada hídrica, sendo 59 alunos da escola Monsenhor Vicente Freitas, 27 da escola Arruda Câmara e 44 da escola menino Jesus Geo. Dos 300 questionários de avaliação do conhecimento dos alunos em relação aos recursos hídricos aplicados na escola Monsenhor Vicente Freitas, apenas 259 questionários foram devolvidos, dos 300 questionários aplicados na escola Arruda Câmara apenas 157 foram devolvidos e dos 150 questionários aplicados na escola menino Jesus GEO apenas 128 foram devolvidos. Esses questionários foram aplicados com o intuito de verificar o conhecimento dos alunos sobre recursos hídricos e o uso racional da água.

Para espacialização dos resultados utilizou-se aparelhos de GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo Oregon 550t para coletar as informações de localização geográfica de cada residência dos alunos de ensino Médio, a precisão das coordenadas coletadas variaram entre 3 e 4 metros. Em seguida, organizou-se um banco de dados georreferenciado de pegada hídrica. Dessa forma, foi possível realizar uma análise exploratória dos dados com a geração de um mapa com a variação espacial do comportamento deste indicador para as partes da cidade de Pombal-PB.

A confecção do mapa foi realizada utilizando o programa gvSIG e em seguida foi convertido os dados contidos no GPS (formato GPX) em um arquivo vetorial (tipo Shapefile - SHP). Em seguida, converteu-se o arquivo vetorial se encontrava na projeção WGS 84 para a projeção SAD69/UTM Zone 24S.

Tais coordenadas foram adicionadas ao mapa urbano do Município de Pombal, sendo adicionado à sua tabela de atributos o valor da pegada hídrica de cada aluno. Utilizando o método Spatial Join elaborou-se um mapa com a pegada hídrica dos alunos do ensino Médio por bairro. O método supracitado permite transferir os atributos de uma camada para outra com base em uma característica comum. A diferença entre o Join Tradicional e um Join Espacial é que as características comuns consideradas, enquanto o tradicional realiza a junção de um ou muitos atributos a partir das tabelas que possuam o mesmo valor, o espacial realiza a junção dos atributos a partir das características espaciais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário de avaliação do conhecimento dos alunos sobre a importância e a disponibilidade da água no Brasil e no mundo, continha 20 perguntas de múltipla escolha sobre o tema. Após a análise e interpretação de todos os resultados, classificou-se o nível de conhecimento dos alunos de acordo com as informações da tabela 1.

Tabela 1 – Percentual de acertos do nível de conhecimento dos alunos sobre o recurso água

Percentual de Acertos	Nível de Conhecimento
0 – 20	Péssimo
21 – 40	Ruim
41 – 60	Regular
61 – 80	Bom
81 – 100	Ótimo

O questionário de avaliação solicitava dados pessoais dos alunos do ensino Médio (endereço, sexo, número de moradores entre outros), consumo de alimentos, doméstico e industrial, com esses dados calculou-se a pegada hídrica de toda a família e dividiu-se tal valor pelo número de moradores da residência, e com isso obteve-se a pegada hídrica individual dos alunos. O cálculo do indicador realizou-se, por meio da calculadora estendida de pegada hídrica.

A amostra selecionada foi de 750 questionários de avaliação do conhecimento dos alunos sobre a importância e disponibilidade da água no Brasil e no mundo e 750 questionários de pegada hídrica.

Dos 750 questionários de pegada hídrica apenas 130 (7,1%) dos alunos responderam e devolveram, sendo 59 alunos da escola Monsenhor Vicente Freitas, 27 da escola Arruda Câmara e 44 da escola menino Jesus Geo.

Com relação à avaliação do conhecimento dos alunos sobre a importância e disponibilidade da água no Brasil e no mundo apenas 544 (29,8% dos 1825 alunos) foram devolvidos, pois nem todos os alunos mostraram interesse em participar da pesquisa.

Com relação à avaliação do conhecimento dos alunos sobre a importância e disponibilidade da água no Brasil e no mundo apenas 544 (29,8% dos 1825 alunos) questionários foram devolvidos, pois nem todos os alunos mostraram interesse em participar da pesquisa.

Dos 259 questionários de avaliação da consciência ambiental aplicados na escola Monsenhor Vicente Freitas 69 foram aplicados aos alunos 1º ano médio, 95 aos alunos do 2º ano médio e 85 aos alunos do 3º ano médio. Neste caso, a variável estudada é a quantidade de acertos obtida pelos alunos no questionário, o qual teve uma média de 9,31 acertos (46,55%), com um desvio padrão de 2,4.

Para este tamanho de amostra é considerando um grau de confiança de 99% ($Z_{\alpha,2} = 2,575$) a margem de erro é de $\pm 0,33$ questões. Ou seja, é possível afirmar com 99% de confiança que os alunos de ensino médio da escola acertaram $9,31 \pm 0,33$ questões de um total de 20, o que equivale a um nível de conhecimento regular.

Dos 157 questionários de avaliação da consciência ambiental aplicados na escola Arruda Câmara 57 foram aplicados aos alunos do 1º ano do Médio, 60 aos alunos do 2º ano médio e 40 aos alunos do 3º ano médio. Neste caso, a variável estudada é a quantidade de acertos obtida pelos alunos no questionário, o qual teve uma média de 9,13 acertos (45,65%), com um desvio padrão de 2,37. Desta forma, para este tamanho de amostra e considerando um grau de confiança de 99% ($Z_{\alpha,2} = 2,575$) a margem de erro é de $\pm 0,44$ questões. Ou seja, é possível afirmar com 99% de confiança que os alunos de ensino médio da escola acertaram $9,13 \pm 0,44$ questões de um total de 20, o que equivale também a um nível de conhecimento regular.

Dos 128 questionários de avaliação da consciência ambiental aplicados na escola menino Jesus GEO 46 foram aplicados aos alunos do 1º ano do ensino Médio, 37 aos alunos do 2º ano médio e 45 aos alunos do 3º ano médio. Neste caso, a variável estudada é a quantidade de acertos obtida pelos alunos no questionário, o qual teve uma média de 10,56 acertos (52,8%), com um desvio padrão de 2,38. Desta forma, para este tamanho de amostra e considerando um grau de confiança de 99% ($Z_{\alpha,2} = 2,575$) a margem de erro é de $\pm 0,21$ questões. Ou seja, é possível afirmar com 99% de confiança que os alunos de ensino médio da escola acertaram $10,56 \pm 0,21$ questões de um total de 20, o que equivale a um nível de conhecimento regular a bom.

O AQUASTAT (Sistema de Informação sobre o Uso da Água na Agricultura e o Meio Rural do Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação- FAO) vem se ocupando em atenuar a complexidade dos métodos de avaliação utilizados pelos diversos países para implementar sistemas de medição efetiva de toda a água usada na agricultura, já que esses números são indicadores dos mais expressivos para a confiabilidade do monitoramento do uso da água doce no planeta, e a medição mais real da nossa pegada hidrológica.

Os quatro principais fatores de determinação da pegada hídrica de um país são: o volume de consumo (em relação ao Produto Interno Bruto - PIB), o padrão de consumo (por exemplo, alto e baixo consumo de carne), as condições climáticas (condições de crescimento das culturas agrícolas) e práticas agrícolas (uso eficiente da água).

Oito países contribuem 50% para a pegada hídrica total global: Índia, China, EUA, Rússia, Indonésia, Nigéria, Brasil e Paquistão. Índia (13%), China (12%), e EUA (9%) são os maiores consumidores dos recursos hídricos globais (HOEKSTRA; CHAPAGAIN, 2007).

Na média anual, os norte-americanos têm uma pegada hídrica de 2.482 m^3 . Já a média global é de 1.243 m^3 e a do Brasil é de 1.381 m^3 (CINTRA, 2011).

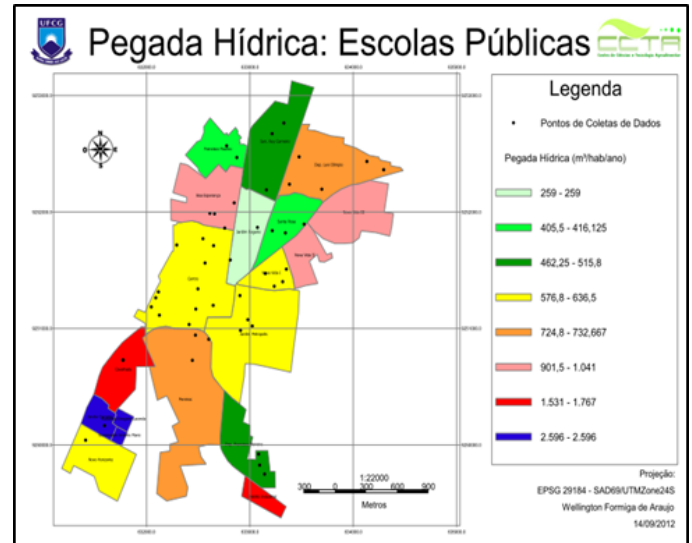
Segundo SEIXAS (2013), a média global da pegada hídrica é de aproximadamente $1385 \text{ m}^3/\text{ano}$ per capita, variando substancialmente este valor de país para país. Seguindo pelos países do sul da Europa ($2300 - 2400 \text{ m}^3/\text{hab/ano}$).

Cerca de 38% da pegada hídrica global refere-se à três países: China, Índia e Estados Unidos. O próximo país no ranking é o Brasil, com uma pegada hídrica total de $482 \text{ Gm}^3/\text{Ano}$ (HOEKSTRA et al., 2012).

Em pesquisa publicada em 2011, Arjen Y. Hoekstra e Mesfin M. Mekonnen mostram que cerca de 27% da pegada hídrica da humanidade está relacionada com a fabricação de produtos de origem animal.

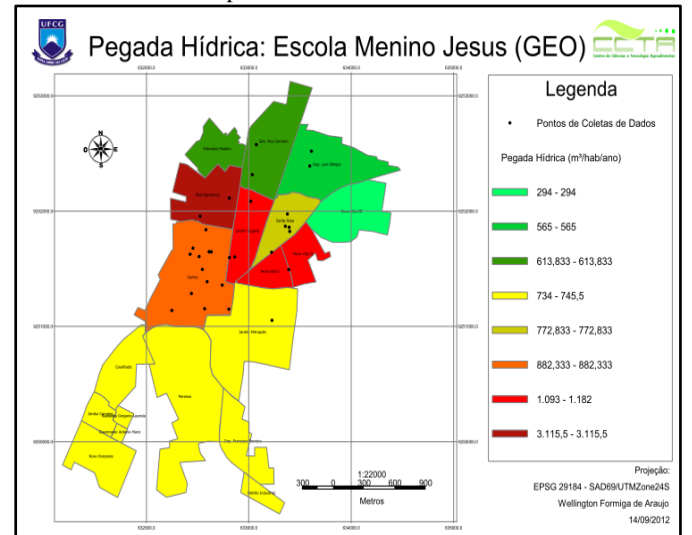
No primeiro mapa (Figura 2) é possível analisar o comportamento da pegada hídrica dos alunos das escolas públicas, onde observa que apenas quatro bairros apresentaram pegada hídrica média ($1.531 - 2.596 \text{ m}^3/\text{hab/ano}$) acima da média global e nacional (1.240 e $1.381 \text{ m}^3/\text{hab/ano}$).

Figura 2 – Mapa com pegada hídrica por bairro dos alunos do ensino Médio da rede pública de ensino médio da cidade de Pombal – PB



No segundo mapa (Figura 3) demonstra o comportamento da pegada dos alunos da escola particular, onde é visível que apenas um bairro apresentou média muito acima da global e nacional chegando ao valor $3115,5 \text{ m}^3/\text{hab/ano}$. Comparando os dois primeiros mapas ver-se que o primeiro apresenta amostra bem distribuída em toda área urbana e possui pegadas bem diversificadas, enquanto no segundo as amostras estão concentradas no sentido centro – sul e possui pegadas padronizadas com média constante ao sul.

Figura 3 – Mapa com pegada hídrica por bairro dos alunos do ensino Médio da rede privada da cidade de Pombal – PB



CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pode-se afirmar que os alunos de ensino Médio da cidade de Pombal – PB apresentaram um nível de conhecimento regular com relação à importância da disponibilidade de água no Brasil e no mundo.

Apesar dos alunos da escola menino Jesus apresentar melhor desempenho, sua média de acertos foi muito próxima

das escolas públicas Monsenhor Vicente Freitas e Arruda Câmara.

Percebe-se que a maioria dos bairros da cidade de Pombal-PB, obtiveram uma pegada hídrica média abaixo da nacional e da global.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALLAN, J. A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro political futures would be impossible. In: Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, pp. 13-16.
- AQUASTAT – FAO’s Information System on Water and Agriculture. Aquastat country data base, consulta em www.fao.org/nr/water/aquastat/dbases/indexesp.stm (consultado em 02/1/2010/09:11h).
- CARMO, R. L., OJIMA, A. L. R. O., OJIMA, R., NASCIMENTO, T.T. (2007) Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água. *Revista Ambiente & Sociedade*, v.X, n.1., p. 83-96.
- CARMO, R. L. et. al. (2005). “Água virtual e desenvolvimento sustentável: o Brasil como grande exportador de recursos hídricos”. XXV Congresso de La Asociación Latini americana de Sociologia. Porto Alegre.
- CINTRA, L. Pegada hídrica: você sabe a quantidade de água que consome todos os dias? Blog Ideais Verdes. Abril, 2011. Disponível em. Acesso em março de 2013.
- FERNANDEZ, J. A. B. & MENDIONDO, E. M. (2011). “Água Virtual na Gestão de Águas Urbanas sob Cenários de Adaptação”. In Anais do XIX Simpósio.
- FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- HOEKSTRA, A.Y.; MEKONNEN, M.M.; CHAPAGAIN, A. K.; MATHEWS, R. E.; RICHTER, B.D. Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability. *PLoS ONE* 7(2). 2012.
- HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M. AND MEKONNEN, M.M. (2011) The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK.
- HOESKTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. In *Water Integrated Assessment of Water Resources and Global Change*, 35-48, DOI: 10.1007/978-1-4020-5591-1_3.
- Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global / Arjen Y. Hoekstra et., al. Inclui índices e referência bibliográfica. 1. Métricas de Consumo de Água. 2. Contabilidade Hídrica 3. Aspectos ambientais do consumo de água 4. Contabilização do abastecimento de água.
- PENTEADO, H. D. Meio ambiente e formação de professores. São Paulo: cortez, 2001.
- ROMÉRO, M. A., PHILIPPI JR, A. e BRUNA, G. C. Curso de Gestão Ambiental. Barueri, SP: Manole, 2004.
- SCHWAMBACH, A. (2010) Avaliação da Consciência Ambiental de Estudantes da Rede Pública Estadual: Um Indicador da Qualidade da educação Ambiental em São Leopoldo/RS. 2010. 90p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SEIXAS, V. S. C. Análises da Pegada Hídrica de um Conjunto de Produtos Agrícolas. Originalmente apresentada como Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais. Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, 2011.
- URBAN, T. Falta de água na terra é preocupação presente e futura. Disponível em: <<http://hugoprado.blospot.com.br/2012/05/falta-de-água-na-terra-e-preocupação.html>> Acessado em 10/03/2015 às 20:00 hs.