

PROBLEMATIZANDO A ÁGUA VIRTUAL EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL: CONCEITO E FORMA DE CÁLCULO

James Lunardi
Universidade Federal de Santa Maria
james.lunardi@hotmail.com

Adriano Figueiró
Universidade Federal de Santa Maria
Adri.geo.ufsm@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS

Resumo

O seguinte trabalho traz à Educação Ambiental como principal objetivo de pesquisa, tratando assim de um tema recente e de valor significativo para a sociedade, chamado de Água Virtual. Procurando tornar a idéia da água existente nos alimentos mais próxima do cotidiano, o presente artigo busca uma série de dados onde simula diferentes quantidades de água presente em produtos. Partindo deste pressuposto busca-se trazer outro conceito chamado de Pegada Hídrica, que tem por objetivo calcular a água embutida nos alimentos. Através da metodologia e fórmulas citadas no artigo, pode-se chegar à quantidade de água de uma cultura. Para o cálculo são usadas variáveis climáticas, que podem ter o auxílio de um software chamado CROPWAT para a formação dos dados. Este trabalho busca o esclarecimento desta nova ferramenta usada pela Educação Ambiental.

Palavras-chaves: Água virtual ; Pegada Hidrica ; Educação Ambiental

Summary

The following work will bring environmental education as main objective research, thus treating a subject of recent and significant value to society, called the Virtual Water. Looking to the idea of making water available in food closer everyday, this article attempts a series of simulated data where different amounts of water present in products. Under this assumption we seek to bring another concept called Water Footprint, which aims to calculate the water embedded in food. Using the methodology and in the formulas mentioned article, can reach to the amount of water from a culture. To calculate climatic variables are used, they can have the help of software called CROPWAT for training data. This paper seeks to clarify this new tool used for environmental education.

Keywords: Virtual water; Hydro Footprint, Environmental Education

Introdução

Em meio a todos os problemas ambientais que temos enfrentado, o século 21 começou com uma grave crise d'água, recurso este que é essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. Nos dias atuais tendo em vista de modo geral as atividades desenvolvidas pelo ser humano no planeta Terra, o uso da água torna-se imprescindível à vida, onde todas as atividades requerem o seu uso como, por exemplo: industriais, comerciais, políticos, sócio-econômicos e sociais no geral. Sendo assim proteger os recursos hídricos do planeta está virando uma grande batalha ambiental e cultural, obrigando assim a sociedade a obter uma nova forma de entendimento sobre a

importância da água, levando ao surgimento de um novo conceito chamado “Virtual water” ou “água virtual”. O conceito que foi uma expressão cunhada por A. J. Allan, professor da School of Oriental & African Studies da University of London, que mostrou como milhões de litros do “ouro azul” são utilizados na produção de alimentos e depois comercializados sem receber o valor devido.

A mesma idéia havia sido chamada pelo autor como “embedded water”, termo que acabou não obtendo impacto, e acabou relegado a um segundo plano, muito embora ainda apareça na literatura. Allan expôs essa idéia durante quase uma década para obter reconhecimento da importância do tema, onde políticos e acadêmicos reconheceram a sua importância. Foi discutido internacionalmente no Terceiro Fórum Mundial da Água, em Março de 2003, no Japão. A repercussão do termo “virtual water” passou a ser mais expressiva quando o grupo liderado por A. Y. Hoekstra da University of Twente (Enschede), na Holanda, e pesquisadores da UNESCO-IHE Institute for Water Education realizaram um trabalho de identificação e quantificação dos fluxos de comércio de água virtual entre os países (HOEKSTRA; HUNG, 2002).

Segundo Kort (2010)

...o conceito continua a ser debatido em todo o mundo, envolvendo disciplinas de meio ambiente, engenharia de alimentos, engenharia de produção agrícola, comércio internacional e tantas outras áreas que se relacionam com a água. Agora ao falar de pegada hídrica, Allan não se refere apenas aos recursos retirados dos rios ou aquíferos, a contabilidade inclui calcular o montante de água que é absorvida nos solos por uma determinada cultura agrícola ou observar o quanto é consumido na criação de animais. Isso tudo representará uma série de novas informações aos consumidores. (KORT, 2010).

Para Chapagain (2005) água virtual expressa uma contabilidade básica, qual seja, a de determinar a quantidade de água exigida no processo de fabricação de um produto, calculando a quantidade de água necessária, ou melhor, consumida na elaboração dos bens, desde a sua origem (água usada na irrigação, na fabricação de maquinário e insumos) até o consumo (água envolvida na produção de combustível, na construção dos veículos de transporte e na comercialização). (CHAPAGAIN, 2005).

A partir da figura abaixo (figura 1) se pode observar uma simulação da água “embutida” em diferentes produtos consumidos no cotidiano da sociedade. Percebe-se que a quantidade de água virtual está diretamente ligada ao conceito de sustentabilidade, pois, se ao invés de gastarmos 3.700 litros de água para produzir 1 Kg de frango, optarmos pelo consumo de carne bovina, estaremos imobilizando 17.100 litros de água (quase cinco vezes mais) para produzir a mesma quantidade de carne.

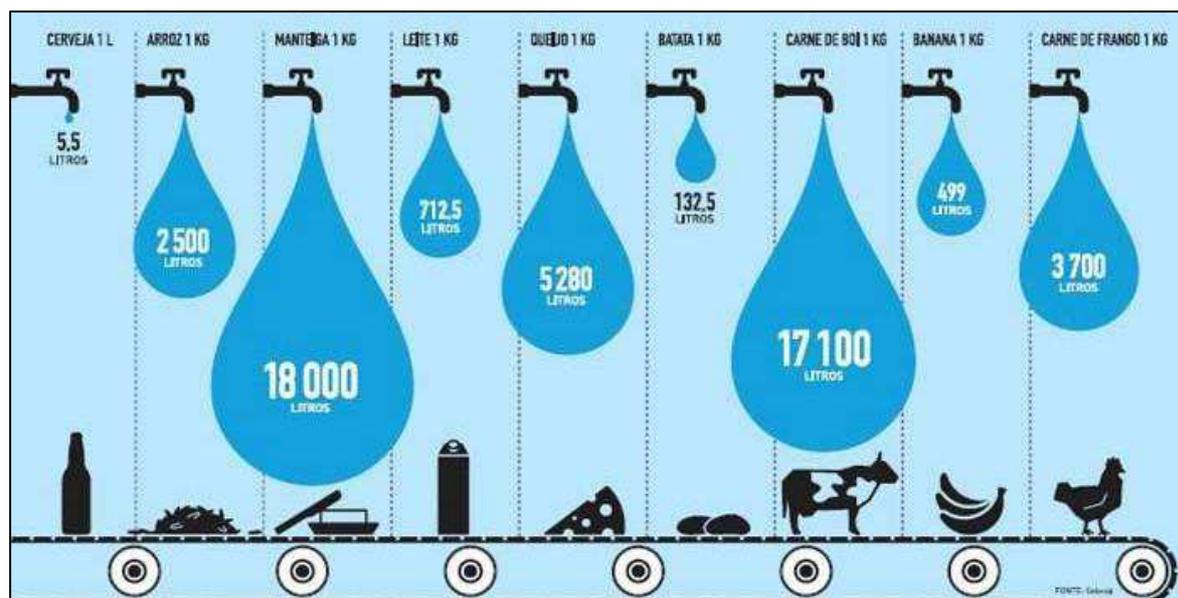


Figura 1- Gráfico demonstrando a quantidade média de “água virtual” (em litros) necessária à produção de uma unidade de peso (Kilograma ou litro) de produto. Este valor pode ser alterado para mais ou para menos em função das condições de produção.

Tautz (2011) transcreve a afirmação de Arjen Hoekstra, especialista internacional na matéria, que resume: “[...] Água virtual’ é o conceito utilizado por cientistas para calcular a quantidade de água necessária para produzir um determinado bem. ‘É virtual’ porque é calculada após o bem ser produzido”. O especialista alerta também que: [...] os países devem levar em consideração o volume de água obtida em exportações e importações [...]. (TAUTZ, 2011). Na sua formulação como conceito, água virtual se refere ao uso direto ou indireto de água embutida na composição de um dado produto; assim em toda água envolvida no processo produtivo de qualquer espécie passa a ser denominada água virtual. Sendo assim, a concepção de água virtual se apóia em um argumento relativamente simples, muito embora exista uma grande complexidade para sua aferição empírica. O que significa dizer a água virtual está em tudo o que usamos ou consumimos.

A este respeito, surgiu uma forma similar a de água virtual, chamada de pegada hídrica, onde o conceito pode ser aplicado de forma mais larga e ampla à água consumida por pessoas ou empresas, incluindo a dimensão do local e do tempo a ela associados. A medida é uma ferramenta de gestão de recursos hídricos que indica o consumo de água doce em seus usos diretos e indiretos. O método permite a compreensão da quantidade de água necessária para a fabricação de produtos ao longo de toda a cadeia produtiva.

A metodologia de cálculo da pegada hídrica foi criada pelo professor Arjen Hoekstra, com o objetivo de avançar na conservação e gestão da água doce. O autor publicou três livros muito importantes nesta linha: *Perspectives on Water* (Perspectivas sobre a Água, 1998), *Globalization of Water* (Globalização da Água, 2008) e *The Water Footprint Assessment Manual* (Manual Técnico da

Pegada Hídrica, 2011), este último citado é o mais importante por indicar um método de cálculo do volume total de água utilizado direta e indiretamente no ciclo de vida de bens de consumo ou serviços. Sua idéia é ampliar conscientização e reduzir uso da água.

A Pegada de Hídrica de um país é a quantidade de água incorporada nos bens que este importa e exporta. (LANGE e HASSAN 2006). Com isso, pode-se comparar a eficiência dos diferentes processos produtivos. Isso passa a ser incluído no custo ambiental, podendo ser avaliado na indústria, assim como na agricultura, visando à economia do recurso natural. Como destacado no quadro abaixo (figura 2), onde são citados alguns outros exemplos de produtos, além dos já referidos, utilizados diariamente em todo planeta Terra.



Figura 2- Quantidade média de “água virtual” (em litros) necessária à produção de uma unidade de peso (Kilograma ou litro) de produto. Este valor pode ser alterado para mais ou para menos em função das condições de produção.

A Water Footprint Network (WFN, 2009) cita que um total de 140 litros de água são consumidos direta e indiretamente em toda a cadeia produtiva do café para que se possa tomar uma xícara dessa bebida. Se trocarmos o café pelo chá, diz a organização Water Footprint Network, contribuiremos para a economia de água: para fazer uma xícara de chá padrão, de 250 ml, são necessários 30 litros de água. Para um quilo de açúcar são consumidos em média 1,5 mil litros de água; para uma taça de vinho, 120 litros; para um quilo de carne bovina, 15 mil litros – dependendo das características regionais, há variação nos números. Essa quantidade de água para produção de um bem recebeu o nome de “pegada hídrica”. (WFN, 2009). A tabela 1 apresenta a demanda de água de outros produtos agrícolas.

Produto	Demanda espec. de água	Produto	Demanda espec. de água
Banana	483	Vegetais	273
Cevada	1.823	Melancia	596
Feijão seco	5.846	Trigo	1.706
Feijão verde	***	Algodão	3.095
Uvas	485	Repolho	***
Amendoim	2.701	Cenoura	235
Milho	1.261	Couve-flor	360
Manga	1.878	Pepino	401
Milheto	***	Alface	203
Palm	1.286	Aveia	4.592
Pimenta	1.470	Cebola verde	220
Batata	305	Cebola seca	528
Sorgo	2.467	Ervilha	461
Soja	2.244	Açafrão	***
Beterraba	220	Espinafre	***
Cana de açúcar	209	Batata doce	565
Girassol	5.351	Alcachofra	***
Tabaco	2.295	Cítricos	1.741
Tomate	954	Arroz	2.720

Tabela 1- demanda de água por produtos (em m³/t), no Brasil 1999.

*** Não disponível. Fonte: <http://www.ecodebate.com.br/2009/08/11/agua-virtual-escassez-e-gestao-o-brasil-como-grande-exportador-de-agua/>

Cálculo da pegada hídrica

Ajen Hoekstra e Ashok Chapagain se propuseram a calcular a quantidade de água necessária para se produzir alguns tipos de alimentos. O resultado deste cálculo é interessante e pode ser um importante balizador para consumidores que procuram adequar sua dieta dando prioridade a produtos que tenham uma menor Pegada Hídrica. O cálculo da pegada hídrica é relativamente simples, sendo uma relação entre a quantidade total de água usada no cultivo e a produção obtida (m³/ton). A estimativa da água requerida no cultivo dos vários tipos de plantas é feita em função do tipo de solo, clima e técnica de plantio.

Hoekstra e Hung (2002, 2005) e Hoekstra e Chapagain (2003, 2004) desenvolveram uma metodologia com a distinção entre os assim chamados componentes verde (quantidade de água da chuva envolvida no processo), azul (quantidade de água suplementar, oriunda de fontes superficiais ou subterrâneas, envolvidas no processo) e cinza (quantidade de água usada para diluir os resíduos poluentes) da água, descritos no Manual da Pegada Hídrica. Com esta metodologia é possível a realização do cálculo da Pegada Hídrica, este feito ao longo de toda cadeia produtiva, contabilizando a soma das águas verde, azul e cinza das culturas. (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2010).

Para se obter um resultado de consumo hídrico é necessário conhecer cada tipo de água encontrada na metodologia e sua aplicabilidade.

Para obter a pegada da água verde da cultura (m^3 / ton) soma-se as precipitações ocorridas no local da cultura, sendo que o valor do uso total de água verde é obtido somando-se a evapotranspiração durante o período de crescimento. A evapotranspiração da água é calculada em um espaço de tempo de cinco dias, partindo do mínimo de chuva efetiva e exigência da cultura. O componente verde do processo de crescimento de uma cultura é calculado da seguinte forma: $m^3 \text{ água} / tonelada / hectare$.

Fórmula:

$$\text{WF proc green} = \frac{\text{CWU green}}{\text{mass / area}}$$

Onde,

WF proc green = Pegada da água verde no processo

CWU green = Uso de água verde

Mass / area = produtividade da cultura

A pegada da água azul é calculada obtendo-se dados de irrigação e evapotranspiração da cultura, sendo calculado o uso da água de lençóis, rios e açudes. A fórmula do cálculo é similar à fórmula da pegada da água verde. Como em muitos casos os dados sobre a quantidade de água usada pela irrigação em uma dada lavoura não estão disponíveis, se utilizam os dados das necessidades hídricas de cada cultura disponíveis na bibliografia. A base para o cálculo do componente azul é: $m^3 \text{ água} / tonelada / hectare$.

Fórmula:

$$\text{WF proc blue} = \frac{\text{CWU blue}}{\text{mass / area}}$$

Onde,

WF proc blue = Pegada da água azul no processo

CWU blue = Uso de água azul

Mass / area = produtividade da cultura

Na pegada da água cinza é calculada a carga de poluentes que entra no sistema hídrico (kg / ano), definindo a quantidade de água necessária para a diluição da carga de poluente que é usada na produção de uma cultura. Os poluentes geralmente consistem de fertilizantes (Nitrogênio e Fósforo), pesticidas e inseticidas. O nitrogênio foi escolhido como principal indicador de impacto do uso de fertilizantes nos sistemas de produção, sendo que a quantidade de nitrogênio que chega livre aos corpos hídricos foi assumida em 10% da taxa de adubação (em $kg / ha / ano$), assim, de acordo com o

padrão de água potável recomendado pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA, 2005), que é de 10mg N / litro, ou seja, assume necessários 10 litros de água para diluir 10 miligramas dos fluxos de lixiviação de nitrogênio que entram no sistema hídrico. O cálculo é definido como: $(tx, \text{lixiviação}) \times ar \text{ (kg / ha) } / (C_{max} - C_{nat}) / Y$.

Fórmula:

$$\frac{WF \text{ proc, grey} = (a \times AR) / (C_{max} - C_{nat})}{Y}$$

Onde,

CWU proc green = Pegada da água cinza no processo

AR = Taxa de aplicação de fertilizante, pesticida ou inseticida

C_{max} = Concentração máxima aceitável

C_{nat} = Concentração natural química

Y = Produtividade da cultura

a = Fração de lixiviação

Ao final desta metodologia do cálculo da pegada hídrica de um produto, deve-se fazer uma abordagem na cadeia de soma, método este que deve ser aplicado em um sistema simples de produção, ou seja, em um sistema sem etapas de processamento posterior do produto e sem levar em conta a demanda de água envolvida no transporte e comercialização. Ao final somam-se os resultados encontrados nos cálculos das pegadas verde, azul e cinza da água e obtém-se o resultado da quantidade de água que está embutida na composição de cada produto.

Formula:

$$WF \text{ proc} = WF \text{ proc, green} + WF \text{ proc, blue} + WF \text{ proc, grey}$$

Onde,

WF proc = Processo da Pegada Hídrica

WF green = Pegada Hídrica verde

WF blue = Pegada Hídrica azul

WF grey = Pegada Hídrica cinza

Utilização do programa CROPWAT 8.0 no auxílio do cálculo da pegada hídrica:

A evapotranspiração de referência (ET_o) representa a evaporação potencial de uma cultura, junto com as necessidades de água de outras culturas diretamente ligadas a estes parâmetros climáticos. Embora existam vários métodos para determinar a ET_o de uma cultura, o

método de Penman-Monteith tem sido o mais recomendado e eficaz para determinar a ETo de uma cultura. O método Penman-Monteith requer dados climáticos como temperatura, umidade, insolação e velocidade do vento, para a realização do cálculo. A ETo é indispensável quando na necessidade em realizar um cálculo hídrico de uma cultura, por isso em função desta necessidade surgiu um software chamado Cropwat 8.0. Trata-se de um programa computacional criado e distribuído gratuitamente pela Organização das Nações Unidas pela Agricultura e Alimentação (FAO) que pode ser obtido através do endereço eletrônico (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html), desenvolvido para que se possa fazer a gestão de sistemas de irrigação e cálculos de evapotranspiração de uma cultura. Todos os cálculos realizados pelo Cropwat 8.0 são baseados em duas publicações da própria FAO (Crop Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements e Yield response to water).

Abaixo (figura 3) uma visualização do referido programa em funcionamento:

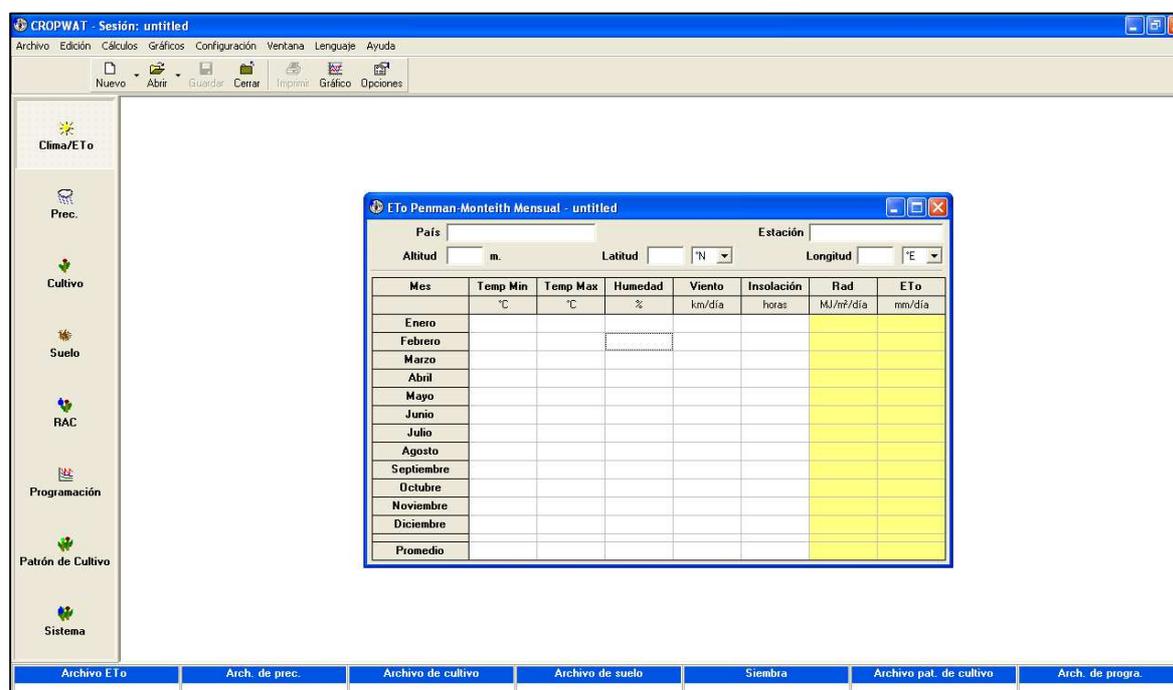


Figura 3 : Layout do programa CROPWAT 8.0 em operação.

Para situações em que os dados necessários não são disponíveis o programa oferece uma série de modelos que podem ser usados para realização dos cálculos, e no caso da falta dos dados climatológicos pode ser usado o CLIMWAT, um programa complementar que possui dados de mais de 5 mil estações de todo o mundo (FAO, 2011).

Considerações finais

A gestão dos recursos hídricos está prestes a entrar em uma nova fase. Tema que domina há décadas a agenda de organizações multilaterais, o uso racional da água deixou a esfera local para atingir escala internacional. Uma questão defendida por Pimentel (2004), é que o volume de água

gasto em alguns produtos é muito elevado, e que haveria possibilidades de diminuição significativa da demanda de água a partir de modificações na dieta alimentar de várias populações. O autor reafirma o que está presente em vários textos de sua autoria, chamando atenção para o volume elevado de água que se gasta para a produção de alimentos e a necessidade de que se reestruture o cardápio, de maneira que ele seja mais “sustentável”, privilegiando os produtos que exigem menos água para sua produção. (PIMENTEL, 2004)

Mendonso (2010) complementa que,

“Mudar os hábitos de consumo. A carne, por exemplo, tem um consumo de água virtual muito grande. Diminuir o consumo desse produto e substituir por outro pode ajudar a diminuir a pegada. A outra maneira é ter a informação da origem de cada produto, para saber se ele tem boas origens. Ciclo de vida da água nos fornecedores e se eles utilizam tecnologias de reuso de recursos é uma informação importante na hora da escolha”. (Mendonso, 2010)

Para Hoekstra (2003), apesar dos governos terem um papel fundamental na elaboração de leis que tornem a gestão da água mais eficiente, a população e as empresas também devem se envolver completamente nessa mudança. As empresas, por exemplo, devem implantar sistemas de reuso de água e também devolvê-la limpa para a natureza. Já os consumidores podem, por exemplo, se preocupar mais com a origem dos produtos comprados, optando sempre por aquele com menor impacto no meio ambiente. (Hoekstra, 2003)

O mesmo autor (2003) complementa que,

Em um mundo onde muitos produtos estão relacionados à escassez e poluição da água é muito útil tornar o histórico dos produtos mais transparente. É bom ter os fatos à disposição do público, para que o consumidor tenha uma escolha. Informações podem ser fornecidas em um rótulo ou podem ser disponibilizadas na internet. Para os consumidores seria útil acrescentar um selo de água nos rótulos dos produtos ao lado de outros itens, como a energia e o comércio justo. (HOEKSTRA, 2003)

Ao falar sobre este desafio atual Beck (2001) cita que:

O mundo contemporâneo parece estar anestesiado pelo desenvolvimento de sistemas complexos que, na ânsia de sua própria superação, acaba por criar efeitos não esperados que eventualmente se tornam mais complexos e muitas vezes impossíveis de serem solucionados. Ou seja, a Sociedade de Risco está marcada pelas incertezas; é uma sociedade pautada não mais pela distribuição das riquezas, mas pela

redistribuição e fuga de riscos. Enfim, é uma sociedade caracterizada por um estado intermediário entre a segurança e a destruição, onde a percepção ameaçadora do risco determina, em última instância, o pensamento e a ação (Beck, 2001).

A escassez de água merece estar no topo da agenda dos líderes mundiais, definitivamente no mesmo nível de urgência das alterações climáticas. Ao falar de Água Virtual uma das principais dificuldades quando se trata de recursos hídricos é a falta de aceitação por parte da sociedade de que a água cumpre muitas funções importantes não só no sistema ecológico, mas também na sociedade. O problema que a humanidade se encontra não está sendo gerado apenas no desenvolvimento, pois é preciso reconhecer que o nosso modo de vida se tornou e é insustentável, e este é um problema muito mais difícil de ser mudado, pois trata diretamente do aperfeiçoamento individual e coletivo, ao mesmo tempo. É preciso iniciar um aprendizado individual e coletivo que nos leve a outras formas, que impliquem diretamente na forma do modo de viver.

Para Furtado (1992)

Essa mudança de rumo exige que abandonemos muitas ilusões, que exorcizemos os fantasmas de uma modernidade que nos condena a um mimetismo cultural esterilizante. Devemos assumir nossa situação histórica e abrir caminho para o futuro a partir do conhecimento de nossa realidade, assumir a própria identidade. (FURTADO, 1992).

Nos dias atuais a sociedade está alicerçada em valores baseados em uma ideologia de mercado, no individualismo, sendo assim precisamos de uma mudança na forma de ser, agir e pensar. Precisamos de uma sociedade mais solidária, com mais justiça e baseada no respeito às culturas e ao meio ambiente, este caminho pode ser árduo e complexo onde é preciso mudar a forma de ver o mundo, mudar o estilo de vida e acima de tudo mudar a mente. Acredita-se que, para solucionarmos os problemas ambientais a fim de sairmos ilesos das transformações sofridas pelo planeta terra, devemos pensar e agir de forma sistêmica, ou seja, considerar os diferentes âmbitos da atuação humana, analisando as inter-relações e os processos de mudança ao longo do tempo. Entretanto, neste momento, o planeta necessita que as atitudes humanas sejam diferentes e corajosas. Por isso preservar a água doce é essencial para a humanidade.

Referências:

- BECK, U. **Risk Society: towards a new modernity**. London: Sage Publications, 1992. Cambridge: Blackwell Publications, 2001.
- CHAPAGAIN, AK; HOEKSTRA, AY 2004a. Water footprints of nations. **Value of Water Research Report Series**. UNESCO-IHE, v.1, n. 16, Nov, 80p.

CHAPAGAIN, AK; HOEKSTRA, AY 2004b. Water footprints of nations.. **Value of Water Research Report Series**. UNESCO-IHE, v.2, n. 16, Nov, 240p.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y.; SAVENIJE, H. H. G. Saving water through global trade. **Value of Water Research Report Series**, Netherland: UNESCO/IHE, n. 17, Sept. 2005.

EPA (Environmental Protection Agency) (2005) **List of drinking water contaminants: Ground water and drinking water**, US Environmental Protection Agency, www.epa.gov/safewater/mcl.html#1

FAO (2010a) **CLIMWAT 2.0**, FAO, Rome, www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html

FAO (2010b) **CROPWAT 8.0**, FAO, Rome www.fao.org/nr/water/inforesdatabases_cropwat.html.

FURTADO, C. A. **Brasil – A construção interrompida**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

HOEKSTRA, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. and Mekonnen, M. M. (2009a) **Water Footprint Manual: State of the Art 2009**, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands, www.waterfootprint.org/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. **Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade**. Value of Water Research Report Series, Netherland, 2002.

HOEKSTRA, A. Y. HUNG, P. Q. **Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade**, Global Environmental Change, vol 15, 2005.

PIMENTEL, D. et al. **Water Resources: Agricultural and Environmental Issues**. *Bioscience*, v. 54 n. 10, p. 909-918, Out. 2004.

TAUTZ, C. **Brasil é 10º exportação mundial de “água virtual”**. Disponível em <http://www.agirazul.com.br/fsm4/_fsm/0000010a.htm> Acesso em: 22 maio, 2011.

The Water Footprint Assessment Manual. First published in 2011 by Earthscan ; Copyright © Water Footprint Network 2011.

Sites:

<http://www.pirituba.net/cidadania/consumo-consciente/de-%C3%A1gua/>

<http://www.ecodebate.com.br/2009/08/11/agua-virtual-escassez-e-gestao-o-brasil-como-grande-exportador-de-agua/>

<http://www.docol.com.br/planetaagua/agua-virtual-como-utilizar-esse-conceito-na-pratica-e-reduzir-o-seu-consumo/>