

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E MEIO
AMBIENTE

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

Água Virtual

Daniele Moraes Electo de Paiva

Belo Horizonte
2009

Daniele Moraes Electo de Paiva

Água Virtual

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientador: Marcelo Libânio

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
2009

Resumo

As formas de produção e consumo de bens vêm passando por grandes mudanças especialmente nas últimas décadas. Como consequência, o modo de lidar com o meio ambiente, o uso de fontes naturais de modo irrestrito e extenuante, e as práticas de conservação ambiental vêm passando também, e por vezes de forma agressiva e irreversível, por fortes processos de modificação. Como reflexo da procura pelo desenvolvimento racional e sustentável, especialmente em termos ambientais, surgem ferramentas de gestão ambiental cujo uso permite que o desempenho ambiental de uma organização seja informado e, a partir dessas informações, mudanças sejam feitas buscando-se melhoria na produção e diminuição do impacto ambiental causado pelo bem produzido. No que diz respeito aos recursos naturais renováveis e não renováveis, a procura por ‘ferramentas’ que amenizem o desgaste e consequente esgotamento desses recursos tem sido intensa, especialmente considerando-se a maior dificuldade imediata de mudança para outros meios e fontes de produção. As ferramentas de gestão podem ser usadas como recursos de remanejamento dos meios de produção já existentes objetivando-se sua maior eficiência.

Os recursos hídricos envolvidos na produção de alimentos e manufaturas aliado ao crescimento populacional mundial em várias regiões do planeta passam por uma situação de ‘stress’ pelo seu uso intensivo. O conceito ‘água virtual’ surge com o intuito de quantificar a água envolvida nos meios de produção, e partir dessa quantificação, tornar possível o remanejamento do uso e troca de água através da comercialização de produtos especialmente os agrícolas. O conceito passa a ser de uso principalmente global, na medida em que é aplicado em estudos focados no comércio internacional de alimentos, mas cujos princípios podem também ser aplicados em nível regional. Através do estudo do conceito vislumbra-se o equilíbrio dos recursos hídricos de forma globalizada, a priorização dos usos dos mesmos, distribuição mais equilibrada de alimentos pelo globo, e a garantia de usufruto desses pelas gerações futuras. Mas como assunto relativamente recente, há também diversos contrapontos a serem analisados visto que a água é tratada como fonte de riqueza, recurso indispensável ao desenvolvimento econômico e social, e que relacionada ao comércio internacional pode se transformar em objeto de disputa e conflito entre nações.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVO	11
3 METODOLOGIA	12
4 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
4.1. O QUE É ÁGUA VIRTUAL.....	13
4.2. FLUXO DE ÁGUA VIRTUAL.....	17
4.2.1 <i>Quantificação da água virtual.....</i>	17
4.2.2 <i>Cálculo da água virtual.....</i>	20
4.3. ÁGUA VIRTUAL POR PRODUTO.....	22
4.4. BALANÇO DO FLUXO DE ÁGUA VIRTUAL NA IMPORTAÇÃO/EXPORTAÇÃO.....	27
4.5. O BRASIL E A COMERCIALIZAÇÃO DE ÁGUA VIRTUAL.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

ONGs - Organizações não Governamentais

ONU- Organização das Nações Unidas

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação

ISO - Organização Internacional de Padronização

TAC - Comitê de Aconselhamento em Parcerias/ Técnica de Água Global

UNESCO-IHE - Instituto para Educação em Água da UNESCO

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

CROPWAT – Sistema de suporte em programa criado pela FAO para o planejamento e gerenciamento de culturas irrigáveis

CLIMWAT – Banco de dados climáticos usado em conjunto com o CROPWAT no planejamento e gerenciamento de culturas irrigáveis.

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ANA – Agência Nacional de Águas

ETa – Evapotranspiração

Gm³/ano - Volume líquido/bruto comercializado entre regiões distintas (10⁹ m³)

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1 - Esquema conceitual dos passos para as estimativas de comércio internacional de água virtual.....	20
FIGURA 4.2 - Balanços nacionais de água virtual relacionados ao comércio internacional de produtos. Período: 1997-2001.....	29
FIGURA 4.3- Equilíbrio de água virtual regional e fluxo de água virtual inter-regional relacionado a produtos agrícolas.....	31
FIGURA 4.4 - Participação estadual na produção agrícola nacional esperado para a safra de cereais, leguminosas e oleaginosas de 2009.....	35
FIGURA 4.5 - Participação na produção por região.....	36
FIGURA 4.6 - Distribuição percentual dos usos para região hidrográfica.....	38
FIGURA 4.7 - Área irrigada por região hidrográfica.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1- Conteúdo de água virtual de alguns produtos.....	23
Tabela 4.2- Média global do conteúdo de água virtual para alguns produtos	25
Tabela 4.3 – Água virtual relacionada a diferentes dietas.....	26
Tabela 4.4 - Soma global anual do comércio de água virtual (1997-2001).....	31
Tabela 4.5 - Maiores exportadores e importadores de água virtual. Período: 1997-2001.....	32
Tabela 4.6 – Dez maiores países em saldo positivo em exportação de água virtual.....	34
Tabela 4.7 – Dez maiores países em saldo positivo em importação de água virtual.....	34
Tabela 4.8 – Exportação de água virtual (em bilhões de m ³), Brasil (1997-2005).....	40

1. INTRODUÇÃO

O século XX representou grande desenvolvimento industrial mundial e, segundo Loureiro (2003), entre 1760 e 1945, sob os efeitos da industrialização e da urbanização, aparecem os primeiros sinais de extinção de espécies decorrentes da ação humana, exaustão de recursos localizados, poluição urbana e transformação do ambiente da Oceania. No Brasil, é de importância o fato de que em 1934, foi realizada no Museu Nacional a 1ª Conferência Brasileira de Proteção à Natureza, e ainda, o professor Félix Rawitscher introduziu a pesquisa e o ensino de Ecologia no Brasil e suas idéias representaram os passos pioneiros do atual movimento ambientalista nacional. Em 1947, é fundada na Suíça a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Foi a organização conservacionista mais importante até a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 1972.

Ainda em 1960 surge o ambientalismo nos Estados Unidos (DIAS, 1992), e em 1962, acidentes ambientais foram trazidos ao conhecimento do público, por escritores, mostrando assim já um maior grau de preocupação da sociedade acerca dos assuntos ambientais. A jornalista Rachel Carson lança o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa) em que denuncia a descoberta dos efeitos nocivos dos pesticidas e inseticidas químicos. Ainda, a morte e incapacitação de várias pessoas por contato com mercúrio, no acidente de Minamata (Japão) e o início da crise do petróleo acirram a crítica ao modelo de produção (LOUREIRO, 2003) e dão mais força ao movimento ambientalista uma vez que discussões públicas a respeito da qualidade ambiental passam a ser mais freqüentes.

Em 1968 é formado o Clube de Roma, um grupo de trinta especialistas de várias áreas (economistas, industriais, pedagogos, humanistas, etc.) para discutir a crise vivida na época e futura da humanidade (DIAS, 1992). O primeiro grande texto a respeito das questões ambientais e dos limites para o desenvolvimento humano foi publicado em Roma. Intitulado *Os limites do crescimento*, esse texto faz um amplo estudo sobre o consumo e as reservas dos recursos minerais e naturais e os limites de suporte/capacidade ambiental, ou a capacidade de o Planeta suportar desgastes e crescimento populacional. Há, através do texto, uma aproximação entre aquilo que se falava nos movimentos sociais, estudantis, operários, minoritário-libertários, e a questão do desenvolvimento do Planeta ou o caminhar do homem na Terra, principalmente por parte dos industriais e centros científicos do Primeiro Mundo, (CASCINO, 1999).

Em 1972, o Clube de Roma publica *The Limits of Growth* (Os Limites do Crescimento), que estabelecia modelos globais baseados nas técnicas pioneiras de análise de sistemas, projetados

¹para prever como seria o futuro se não houvesse modificações ou ajustes nos modelos de desenvolvimento econômico adotados. Os modelos demonstravam que o crescente consumo geral levaria a humanidade a um limite de crescimento, possivelmente a um colapso. Também em 1972, considerada um marco histórico político internacional, decisivo para o surgimento de políticas de gerenciamento do ambiente, acontece, na Suécia, a Conferência de Estocolmo, da qual participaram representantes de 113 países (DIAS, 1992). Segundo Cascino (1999), além de incorporar questões ambientais na agenda internacional, a Declaração de Estocolmo (conjunto de princípios para o manejo ecologicamente racional do meio ambiente) representou o início de um diálogo entre países industrializados e países em desenvolvimento, a respeito da vinculação que existe entre o crescimento econômico, a poluição dos bens globais (ar, água e oceanos) e o bem-estar dos povos de todo o mundo.

Dos anos 1970 até meados da década de 1990, pode-se demarcar uma fronteira muito clara da atuação empresarial relativa ao meio ambiente. Da típica postura reativa própria dos anos 70, em que se considerava a relação entre proteção ambiental e desenvolvimento como absolutamente antagônica, uma parte do setor empresarial assumiu uma postura proativa e inseriu-se na comunidade ambientalista em meados da década de 1980 como um dos seus membros mais expressivos, ganhando destaque no início da década de 1990. Defensor incansável do modelo de desenvolvimento sustentável (desenvolvimento em prol da geração atual e das futuras) advoga a total complementaridade entre a proteção ambiental e o desenvolvimento (LAYRARGUES apud LOUREIRO, 2003).

Em 1992, no Rio de Janeiro, representantes de quase todos os países do mundo reuniram-se para decidir que medidas tomar para conseguir diminuir a degradação ambiental e garantir a existência de outras gerações. A intenção, nesse encontro, era introduzir a idéia do desenvolvimento sustentável, um modelo de crescimento econômico menos consumista e mais adequado ao equilíbrio ecológico. A diferença entre 1992 e 1972 (quando teve lugar a Conferência de Estocolmo) pode ser traduzida pela presença maciça de chefes de Estado, fator indicativo da importância atribuída à questão ambiental no início da década de 1990. O principal documento produzido na RIO-92, o Agenda 21 é um programa de ação que viabiliza o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional. Ele concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica¹. Após a Conferência de 1992, a interação

¹ http://pt.wikipedia.org/wiki/ECO_92

homem-meio ambiente passou a ser vista de forma diferente quando se expandiu a noção de desenvolvimento sustentável. Segundo Cascino, (1999), este processo internacional teve repercussão imediata na forma como a sociedade civil vinha se organizando, e o número de ONGs envolvidas com a questão ambiental, como o Greenpeace, em pouquíssimo tempo cresceu e se consolidou, constituindo uma nova força efetiva de pressão, aliada à prestação de serviços, junto ao poder público e à iniciativa privada. O pensamento é transformado e a crença na competição globalizada, posta em dúvida, começa a ser transformado na crença pela cooperação. Segundo Cascino (1999), para um crescimento internacional pactuado, os países desenvolvidos devem enveredar suas políticas para momentos articulados de cooperação global.

Neste contexto de busca pela sustentabilidade cooperada, organismos internacionais como a ONU através da PNUMA (United Nations Environment Programme), a UNESCO, estudiosos e pesquisadores tanto do setor civil como governamental, ONGs, organizações como a ISO (Organização Internacional para Padronização), governantes, estrategistas e tantos outros colaboradores vêm estudando e desenvolvendo ferramentas e políticas de gestão ambiental que surgem na medida em que novos desafios de produção e consumo e novas demandas também surgem. Dentre as ferramentas de gestão que tendem a promover parcerias em prol do desenvolvimento globalizado, está o conceito de “água virtual”, que vem a ser objeto de discussão deste trabalho.

2.OBJETIVO

Esta monografia tem o objetivo de apresentar uma ferramenta de gestão ambiental conhecida como água virtual que vem sendo objeto de pesquisas e aplicação de forma regionalizada e global, no que diz respeito ao consumo, conservação e comercialização de água.

3. METODOLOGIA

Pesquisa bibliográfica.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 O que é água virtual

Água virtual é um termo relativamente novo usado para conceituar toda a água envolvida em um processo industrial ou agrícola de produção de um bem, em especial das commodities².

“Virtual water” foi uma expressão cunhada por A. J. Allan, professor da School of Oriental & African Studies da Universidade de Londres, no início da década de 90, quando estudou uma opção de importação de água virtual (não da água real, elemento físico propriamente dito) como solução parcial para os problemas de escassez de água no Oriente Médio (região, então, objeto de seus estudos). Allan elaborou a idéia de usar a importação de água virtual, relacionada à produção de alimentos, como ferramenta para aliviar a pressão exercida nos recursos hídricos (na região importadora) destinados ao consumo doméstico em função da produção agrícola, e escassamente disponíveis naquela região (HOEKSTRA, 2008).

A mesma idéia havia sido chamada por A.J. Allan de “embedded water”, termo que acabou não obtendo impacto, sendo relegado a segundo plano, muito embora ainda apareça na literatura. Na publicação World Water Council (2004:i), A.J. Allan apresenta a origem do termo, “embedded water”, que havia sido criado no fim dos anos 1980 por Gideon Fishelson, baseado em análises acerca das exportações de água do estado de Israel, através de culturas de alta demanda hídrica. (CARMO et al., 2007).

Em seu texto “*Virtual Water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits*” (Água Virtual: uma fonte estratégica. Soluções globais para déficits regionais) publicado em 1998, A. J. Allan explica a importância do termo na medida em que expõe aspectos sociais, políticos e econômicos diretamente relacionados ao consumo de água. Politicamente, o documento já tratava da importância do uso do conceito como ferramenta de negociação de forma a se evitar confrontos armados em possíveis crises de água, uma vez que o uso do conceito de água virtual permite que seja feita a contabilização da água demandada na produção de um bem, especialmente para fins de comercialização, sendo assim, também usado como ferramenta de negociação econômica.

Ainda hoje os mesmos desafios são enfrentados, e gradativamente, mais países procuram alternativas para o ‘problema’ da água e as discussões e estudos envolvendo a utilização do conceito de água virtual crescem, trazendo mais dados concretos para viabilizar sua aplicação. Levou aproximadamente uma década, após a publicação de A. J. Allan (1998), para que o conceito de água virtual recebesse reconhecimento global pelo que representa para o alcance de segurança hídrica em níveis regional e global. O primeiro encontro internacional sobre o assunto aconteceu em dezembro de 2002 em Delft, na Holanda, e em 2003 no Japão durante o Third World Water Forum (Terceiro Fórum Mundial de Água), uma sessão especial foi voltada para o comércio de água virtual (HOEKSTRA,2003).

Política e economicamente, é de grande relevância o fato de que tomadores de decisão possam trabalhar com estratégias para manutenção de seus recursos hídricos, melhoria na qualidade ambiental, com o intuito de se garantir alimento a sua população. Para países com escassez hídrica, a qualidade dos alimentos produzidos por eles está diretamente relacionada à qualidade ambiental, uma vez que dependem das águas de chuva para a produção. Já os países de baixa renda familiar têm seu acesso a alimentos de qualidade restringido pela incapacidade financeira de negociação na importação de alimentos de valor nutricional e de qualidade, a chamada segurança em alimentos (food security), associada ao nível de renda de um país. Segundo Hofwegen (2003) segurança em alimentos é exatamente a capacidade de uma nação de prover acesso no país a alimentos seguros, nutritivos e adequados no presente e futuro. O conceito de água virtual como ferramenta de negociação internacional pode colaborar com tomadas de decisão rumo a uma maior segurança em alimentos.

Ainda, ao se pensar em água virtual como ferramenta política, deve-se pensar na água como bem público cuja alocação e gerenciamento devem ser feitos para garantir a todos seu usufruto. No desenvolvimento econômico de um país os diferentes setores econômicos devem ser providos, seja o setor industrial, ambiental, ou de saúde pública, e essa ferramenta pode ajudar na alocação mais eficiente da água se as políticas de distribuição conseguem trabalhar os vários setores de forma conjunta.

São vários os aspectos a serem considerados quando da gestão hídrica. Em 2000, uma publicação do Global Water Partnership/Technical Advisory Committee (TAC) apontava para problemas relacionados ao consumo de água e importância do estudo e desenvolvimento de ferramentas de gestão hídrica. O documento destaca as seguintes situações como exemplos de problemas relacionados ao consumo de água:

- desgaste intenso dos recursos naturais devido ao crescimento populacional e em função disso, a necessidade do constante aumento da produção de bens de consumo. Além disso, o processo de empobrecimento econômico de grandes massas leva à poluição descontrolada afetando diretamente a qualidade das águas;
- populações vivem em condições de escassez de água, o que é causada pelo crescimento populacional que demanda um consumo também maior de água;
- a poluição dos corpos d'água está diretamente ligada à atividade humana, carreando detritos da indústria ou agricultura não tratados, o que vem a diminuir seu potencial de uso, aumentando a competição pela água de qualidade;
- os problemas citados são agravados pela fragmentação que ocorre na gestão de recursos hídricos levando a um desenvolvimento e gestão descoordenados, reflexo de problemas de cunho político e governamental.

Ainda, segundo o Global Water Partnership/Technical Advisory Committee, vários são os desafios a serem sanados no que concerne à gestão hídrica, como: o problema recorrente de falta de acesso ao esgotamento sanitário por metade da população mundial e a inacessibilidade à água potável por um quinto da população mundial; a necessidade de se garantir água para a produção de alimentos, que se torna cada vez mais difícil já que a irrigação contribui pesadamente com uso das fontes disponíveis competindo com o uso doméstico da água, também com alta demanda devido ao crescimento contínuo da população; a necessidade de criação de novos empregos e, por conseguinte o desenvolvimento de atividades que provavelmente também venham a depender do uso de água; a necessidade de se garantir através do gerenciamento, que áreas de ecossistemas, especialmente áreas próximas às nascentes em uma bacia hidrográfica sejam protegidas e mantidas; lidar com a variabilidade da disponibilidade de água em diferentes lugares e estações do ano, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, de forma a se garantir a manutenção do fluxo hídrico; o gerenciamento de riscos com intuito de se evitar enchentes e secas e assim, perdas ambientais, sociais, econômicas e de vidas humanas; a conscientização da população da importância do gerenciamento dos recursos hídricos promovendo a mudança de hábito e o maior envolvimento da população nas políticas destinadas aos recursos hídricos; e a necessidade de se fazer da água um assunto presente nas agendas de discussões políticas para se assegurar a colaboração entre os diversos setores, e fronteiras internacionais.

Hoekstra (2003), ao tratar do assunto através de estudo mais sistematizado, aponta para visões e questões serem consideradas relacionadas à água virtual como: as estratégias de suprimento de alimentos adotadas pelos países através do comércio de alimentos; importação de alimentos como meio de abrir o mercado de água nacional e assegurar que a água seja canalizada para um uso mais lucrativo; a importância da gestão de recursos naturais, redirecionando a produção para áreas aonde as condições naturais sejam melhores e combinando-se eficiência e sustentabilidade; e as decisões políticas envolvendo o modo como a superprodução de alimentos pode ter impactos reais na pressão exercida em recursos hídricos de países e áreas de muito baixa contribuição hídrica em negociações. Essas abordagens do conceito de água virtual são focadas no fluxo de água de regiões produtivas para áreas de consumo, provocando menos pressão no meio ambiente levando-se em conta áreas de produção ótima que satisfaçam à demanda de alimentos.

Ainda, nessas considerações, o estudo cita a visão direcionada à demanda, e como hábitos alimentares influem no consumo de água; do volume de água virtual que pode ser reservado através da estocagem de alimentos prevenindo-se assim contra as variações na produção, que ocorrem naturalmente em função das condições climáticas. E finalmente, as etapas em que água é tratada como matéria real e como passa a ser “virtual”, consideradas como a transformação de água real para virtual: transferência da produção para o consumo.

Para se produzir um alimento, água real é consumida através da evapotranspiração. Portanto cada produto pode ser relacionado a uma razão de consumo de água por quilo, que varia no espaço e tempo de acordo com a produtividade local e condições de provisão de água de chuva (conceituada como green water) e de água de irrigação (blue water). Uma vez que o produto deixa a área de produção (saída da propriedade agrícola) para o mercado de consumo, passa a ser um bem, a água é tratada como virtual, deixando de ser tangível, como enquanto água real. Uma vez parte da cadeia ou área de consumo, o valor da água virtual não é estritamente associado ao local de produção e sim ao local de consumo. Seu valor passa a ser estimado como se no local de consumo o produto tivesse sido produzido, fazendo-se o uso de dados do local de produção mais próximo ao de consumo. Um país que, por exemplo, tenha importado cereais calculará a água baseando-se no custo local (país importador) de produção dos cereais importados. Não é processo de cruzar uma fronteira terrestre que muda o conceito de água virtual para real e sim a transferência do território de produção para o de consumo que o faz.

4.2 Fluxo de água virtual

Para se chegar ao fluxo de água virtual que acontece em uma determinada região, país ou no comércio internacional, é preciso antes de qualquer coisa, a quantificação de água virtual do produto em questão. A unidade geralmente usada para se quantificar água virtual é volume de água (m^3) por quilo (kg)ⁱ de alimento produzido. A avaliação desse conteúdo por sua vez não é uma tarefa fácil. Hoekstra (2003) considera a necessidade de se levar em conta fatores como o local da produção, diferentes usos da água para um produto final, metodologias de medição e outros aspectos que, no entanto não têm sido ainda objeto de estudos. E apesar de haver espaço para evolução nos estudos, algumas regras são aplicadas ao se avaliar e quantificar a água virtual.

Para o uso do termo água virtual é necessário que uma diferenciação no que tange à origem da água seja feita. Hofwegen (2003) explica que essa diferenciação pode ser feita usando-se os termos água azul (blue water) e água verde (green water). Água azul é a água superficial que geralmente possui muitas alternativas para seu desenvolvimento e uso pela flexibilidade de acesso e transportabilidade, o que é bem menor para água verde presente no solo na zona insaturada, e que pode ser apenas retirada pela vegetação local. A importância dessa diferenciação está ligada às possibilidades de uso dos dois tipos de água. A azul é mais facilmente gerenciável, e disponível para os diversos consumos (agricultura, uso doméstico, indústria), enquanto que a verde oferece poucas alternativas de uso, mas ainda assim importante para culturas que se sustentam hidricamente pela água de chuva. Há que se pensar nas pastagens naturais que alimentam rebanhos que posteriormente podem ser produto de importação, criando um fluxo de água virtual e ainda, a manutenção de ecossistemas e da biodiversidade e controle de erosão, possíveis devido à presença de água verde, o que contribui para o maior equilíbrio hídrico em especial em regiões de clima árido e períodos de escassez de água.

4.2.1 Quantificação da água virtual

A repercussão do termo “virtual water” passou a ser mais expressiva quando o grupo liderado por A. Y. Hoekstra da Universidade de Twente (Enschede), na Holanda, e a UNESCO-IHE Institute for Water Education realizaram um trabalho de identificação e quantificação dos fluxos de comércio de “virtual water” entre países, tornando operacional o conceito. (CARMO et al., 2007).

Em termos metodológicos, salienta-se que nas pesquisas sobre o comércio de água virtual são utilizadas diversas fontes de dados, especialmente aquelas que possibilitam a construção de comparações internacionais, e que possuem caráter oficial, por estarem ligadas à ONU. Os trabalhos de Hoekstra e Hung (2004), Chapagain, Hoekstra e Savenije (2005) e Chapagain et al. (2005) mostram a potencialidade desses conjuntos de fontes de dados, através da análise de situações regionais específicas ou de commodities específicas, como o algodão. A vantagem do uso das informações desses órgãos para a criação de um banco de dados sobre o comércio virtual de água reside também na padronização de unidades feita por esses órgãos, além do acesso facilitado a informações que tais órgãos permitem. Dessa forma, as estimativas sobre a composição dos fluxos e a intensidade desse comércio têm uma maior confiabilidade (HOEKSTRA; HUNG, 2004). Assim, para identificar a quantidade de água utilizada em plantações, dados amplamente empregados são obtidos da FAO-Food and Agriculture Organization- (CARMO et al., 2007). Um software como o CROPWAT (FAO, 1992) fornece informações sobre a cultura nos seus estágios de desenvolvimento, assim como profundidade de raiz, comprimento da planta e data de plantio (HOEKSTRA e HUNG, 2004). Dados climáticos podem ser um problema, uma vez que dificilmente haverá uma estação meteorológica para cobertura de todas áreas de plantio. Esses dados podem ser obtidos através do software CLIMWAT (FAO, 2003) em combinação com o CROPWAT (HOEKSTRA et al., 2008).

O modelo CROPWAT calcula a demanda de diferentes tipos de culturas assumindo-se o seguinte:

- (1) Cultivos em condições hídricas ótimas e sem contribuição de água de chuva durante seu ciclo de vida; a cultura é desenvolvida em condições de irrigação.
- (2) A evapotranspiração da cultura ocorre em condições padrão (ETc), em que a cultura não se sujeita a qualquer tipo de doença, há boa fertilização, e crescimento em grandes áreas com 100% de cobertura.
- (3) Os coeficientes das culturas são selecionados dependendo da aproximação do coeficiente de uma monocultura, e não de culturas associadas. (HOEKSTRA e HUNG, 2002)

Segundo Zimmer e Renault (2003), para se estimar um valor de cota de água virtual faz-se necessário categorizar produtos alimentícios em relação a processos e então o valor da água virtual em cada produto ou processo. Quase todo produto alimentício consome água como parte de seu processo produtivo, mas, no entanto a quantidade de água necessária por unidade de produção depende largamente do tipo de produto. Para produtos agrícolas o consumo de água

está relacionado à evapotranspiração, e esses valores são obtidos de forma clara. Já para outros processos essa quantificação pode ser mais complicada a depender do tipo de processo.

Zimmer e Renault (2003) classificam os produtos em:

- primários: cereais, hortaliças e frutas, cuja produção (kg) e água evapotranspirada são estimados no campo, e são usados como base para estimativa do valor de água virtual (m^3/kg);
- processados são aqueles advindos dos primários, tais como açúcar (da cana ou beterraba), óleo ou bebidas alcoólicas. Produtos modificados são os animais, uma vez que sua produção depende do uso de produtos primários como capim, cereais e outros;
- intermediários são aqueles derivados de primários, mas com o objetivo de servir a produção de outros bens, como a semente de algodão usada na produção de óleo ou do algodão usado na fabricação de fibras;
- múltiplos são aqueles produzidos com finalidades variadas como o coqueiro que além do fruto, pode ser utilizado na construção de casas, produção de açúcar e cordas; e também, produtos animais utilizados na produção de gordura para indústria, couro, etc.;
- e há ainda os produtos com baixo ou nenhum consumo de água incluindo-se principalmente frutos do mar. Pequenas quantidades de água podem ser contabilizadas em peixes de criadouro de água doce através do uso de ração ou evaporação da água.

Através do mapeamento do fluxo da água nos processos produtivos, é possível atentar para que a contabilização não aconteça duas vezes para um mesmo produto, como por exemplo, cereais usados na alimentação de gado.

Outro fator a ser considerado é a diferença de culturas quanto a sua regularidade de cultivo. Para as culturas perenes, torna-se complexo o cálculo da eficiência do processo. Faz-se necessário o conhecimento da eficiência no uso da água. Se há a reciclagem da água percolada em sistemas de irrigação na bacia, por exemplo, evitando-se desperdícios e ainda a possibilidade de se usar um coeficiente de correção para inclusão dessa água no processo. A eficiência da produção varia com os períodos de alta produtividade ou entressafra, relacionados especialmente às culturas perenes ou à produção de laticínios. E ainda a eficiência de consumo tratando-se das perdas que ocorrem ainda na área de produção e no próprio consumo.

Segundo Carmo et al.(2007) a produção de um mesmo bem pode demandar um volume de água diferente, dependendo das características climáticas locais, do rendimento e da produtividade desta

região. Ou seja, a demanda por água NE produção de soja será diferente dependendo do local onde for plantada, tanto por questões climáticas como pela produtividade que envolve as características específicas do modo que estas culturas são desenvolvidas em diferentes locais.

O conjunto de aspectos que incidem sobre as estimativas está representado na Figura 4.1.

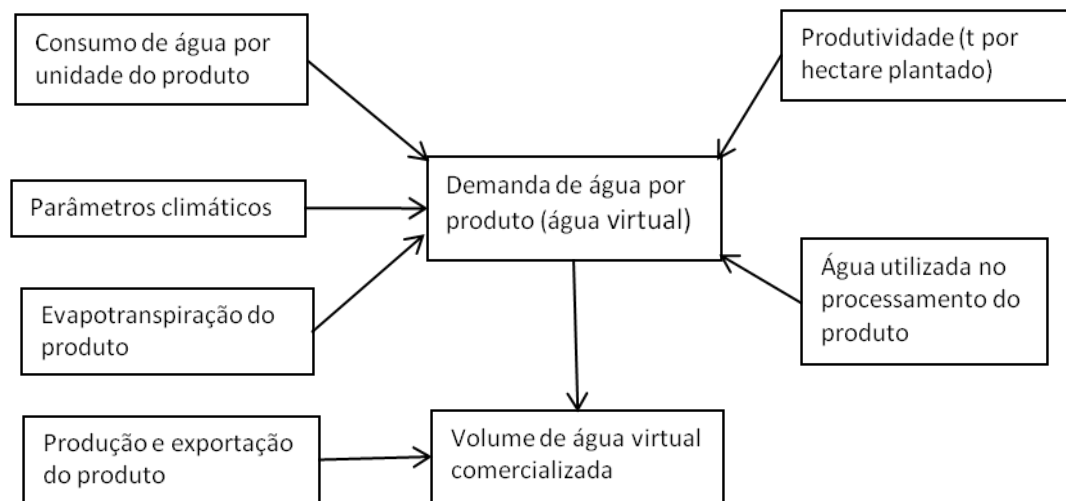


Figura 4.1- Esquema conceitual dos passos para as estimativas de comércio internacional de água virtual.

Fonte: Carmo et al.,2007

4.2.2 Cálculo da água virtual

Hoekstra (2002) define a água necessária a uma cultura para o seu crescimento e desenvolvimento como aquela da evapotranspiração. Ao se estudar culturas irrigadas, faz-se necessária a contabilização de todo o volume necessário para se manter salinidade satisfatória, assim como perdas ou reúso e ainda deve-se levar em consideração a eficiência conforme o lugar e o sistema utilizado, a técnica e capacitação de reúso da água superficial. No entanto, eficiência e produtividade hídrica são um tópico a parte. Hoekstra considera para efeito de cálculo a necessidade hídrica como sendo aquela evapotranspirada (Green water+ Blue water) no campo, para a produção (produção total). É expressa em m³ de água por kg de produto.

$$VWV = \frac{ETa}{Produção}$$

(4.1)

Na qual:

VWV= valor da água virtual (m³/kg)

ETa= evapotranspiração (m³)

Produção (kg)

Zimmer e Reanult (2003) definem a demanda hídrica em função da área de plantio. A demanda hídrica das culturas ETa (m^3/ha) é calculada a partir da demanda climática (ET) ajustada com coeficientes para cada cultura. CROPWAT (FAO, 1992) pode ser usado com esse propósito. A produtividade em função da água é então obtida dividindo-se a produção P (kg/ha) pela demanda hídrica da cultura. O valor da água virtual, inverso da produtividade da água, é então calculado.

Segundo Hoekstra e Chapagain (2004) para o cálculo de água virtual em fluxo entre nações em função da importação/exportação, deve-se fazer a distinção entre os produtos comercializados e à medida que uma cadeia de produção aumenta (partindo de produtos em seu estado natural a produtos industrializados) percebe-se a maior complexidade do cálculo da água virtual, especialmente quando se leva em conta as diferenças de solo, climáticas e tecnológicas de cada país. Exemplificando:

- A quantidade de água virtual por cultura (designada cultura c) em um país é calculada como a razão entre o total de água demandada em seu cultivo e o volume total produzido da cultura naquele país.

$$VWCc = \frac{CWUc}{Produção\ c} \quad (3.2)$$

Na qual:

$VWCc$ = volume de água virtual em produtos primários (m^3/t)

$CWUc$ = volume de água consumida no campo para a cultura c (m^3/ano)

Produção c = total da produção por ano no país (t/ano)

- A quantidade de água virtual contida em uma criação animal é contabilizada no abate, e para o cálculo é considerada toda água utilizadas em seu ciclo de vida, para seu crescimento e produção de seu alimento, para dessedentação, limpeza ou higienização de estabelecimentos, etc. Deve-se levar em conta a raça do animal, o sistema de criação, consumo alimentar, condições climáticas da origem do alimento usado nessa criação. Cálculos complexos são executados para cada parâmetro, e aqui é mostrada uma equação geral simplificada

$$VWC [a] = VWC_{\text{alimento}} [a] + VWC_{\text{água dessedentação}} [a] + VWChigienização[a]$$

(3.3)

Na qual:

$VWC [a]$ = Conteúdo de água virtual de um animal $[a]$ (m^3)

No cálculo do volume de água virtual de um produto industrializado, além da contabilização dos volumes para a matéria-prima, deve-se determinar o consumo para cada etapa do processo, recorrendo-se a equações de maior complexidade para tal. Para um produto exportado por certo país, é admitido, de forma a simplificar-se os cálculos, que o produto primário daquele produto final exportado teve suas fontes hídricas advindas somente do país de origem da exportação.

4.3 Água virtual por produto

Não apenas produtos agrícolas contêm água virtual (a maioria dos estudos até então tem sido limitada ao estudo da água virtual em culturas), mas produtos e serviços industriais também contêm água virtual (HOESKTRA, 2005). No entanto, o aumento constante da população mundial e a necessidade de se aumentar a produção de alimentos fez com que a demanda de água tanto para a produção agrícola como animal levasse algumas regiões ao chamado stress hídrico, e aumento de competitividade pela água disponível. As demandas de água para a produção agrícola são de longe as mais altas, sendo necessários 2 a 4 litros por dia para se satisfazer as necessidades biológicas (dessedentação) de um ser humano e por volta de 1000 vezes mais para a produção dos alimentos equivalente a um dia de consumo humano. Isso explica porque o conceito de água virtual é tão importante ao se discutir produção e consumo de alimentos. Como exemplo, considerando-se que a produção de um quilo de trigo demanda um mil litros de água, um país que importa um milhão de toneladas de trigo está importando e, por conseguinte aumentando suas fontes de água, um bilhão de m^3 de água, (REANULT, 2002).

Para se produzir 1 kg de grãos, são necessários, por exemplo, 1000-2000 kg de água, equivalente a 1-2 m^3 . Para se produzir 1 kg de queijo são necessários, por exemplo, 5000-5500 kg de água e para 1 kg de carne de boi são necessários 16000 kg de água (CHANPAGAIN e HOEKSTRA, 2003). De acordo com um estudo de Williams et al. (2002), a produção de um chip de computador de 32-megabyte e de 2 g são necessários 32 kg de água, (HOESKTRA, 2003).

A Tabela 4.1 mostra uma estimativa de água virtual contida em produtos variados, feita por autores diversos. O termo ‘água contida’ também é referido como ‘demanda específica de água’ ou ‘uso intensivo de água’ de um produto (HOEKSTRA, 1998) ou ‘unidade de água necessária’ (OKI *et al.*, 2003). Renault (2003) usa ‘valor de água virtual’ de um produto ao invés de ‘conteúdo de água virtual’.

Tabela 4.1- Conteúdo de água virtual de alguns produtos em m³/t. Estimados por diferentes autores.

	Hoekstra & Hung (2003) *	Chapagain & Hoekstra (2003) *	Zimmer & Renault (2003) **	Oki et al. (2003)***
Trigo	1150	-	1160	2000
Arroz	2656	-	1400	3600
Milho	450	-	710	1900
Batata	160	-	105	-
Soja	2300	-	Egito: 2750	2500
Carne bovina	-	15977	13500	20700
Carne de porco	-	5906	4600	5900
Carne de frango	-	2828	4100	4500
Ovos	-	4657	2700	3200
Leite	-	865	790	560
Queijo	-	5288	-	-

*Os números dados representam médias globais

**Dados referem-se à Califórnia a menos que seja referida outra origem

*** Dados referentes ao Japão

Fonte: Hoekstra, 2003

Do ponto de vista social e econômico, o consumo é diretamente influenciado pelo crescimento populacional e pelos hábitos alimentares adquiridos ao longo do tempo. Segundo Allan (1998), países cujas populações dobram em um período de 25 a 30 anos têm seu consumo de água dobrado na mesma proporção. E ainda, segundo o texto, no que tange aos costumes alimentares, o consumo de água para se produzir um quilo de carne é dezesseis vezes maior que o necessário para a produção de 1 kg de trigo.

A carne bovina é o produto que mais contribui no fluxo de água virtual, seguido pela soja e trigo. Apesar de o volume global de consumo de água na produção de arroz ser maior que na de trigo, o fluxo global de água virtual relacionada ao comércio de trigo é maior que do arroz, apesar de que para alguns dos maiores países exportadores de arroz o uso das fontes de água doméstica na produção pode ser significativa. A Tailândia, por exemplo, usa 28 Gm³/ ano de água advinda de fontes domésticas para produzir arroz para exportação, o que equivale a 7% do total das fontes de água renováveis (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2004). O exemplo

demonstra a importância da adequação dos tipos de cultura aos recursos disponíveis e a sua finalidade (se consumo interno ou exportação) assim como abre espaço para a reflexão acerca das tecnologias usadas na produção de bens. Em países mais pobres, e com escassez de água, a complexidade aumenta da mesma forma que a base da alimentação nesses países influi no produto a ser comercializado.

Em geral produtos provenientes de criação animal têm um conteúdo de água virtual maior que produtos agrícolas. Isso devido ao fato de os animais consumirem alimentos da produção agrícola, água para dessedentação, e para seu trato antes de se tornarem produto para comercialização. Leva em média 3 anos até que uma cabeça de gado seja abatida para produzir por volta de 200 kg de carne sem osso. Antes, o animal consome aproximadamente 1300 kg de grãos (trigo, aveia, cevada, ração de soja e outros), 7200 kg de fibra (pasto, capim ceco, silagem e outros), 24 metros cúbicos de água para consumo do animal e 7 metros cúbicos para o trato do mesmo. Isso significa que, para se produzir 1 kg de carne desossada, são necessários por volta de 6,5 kg de grãos, 36 kg de fibra, e 155 litros de água. Para a produção da alimentação desse animal são necessários 15340 litros de água em média. Há ainda as perdas por seleção e ineficiência do processo que acontecem nas várias etapas do processamento de alimentos. As unidades geralmente usadas para se expressar o consumo de água por produto são geralmente em termos de metros cúbicos de água por tonelada de produto, mas para o consumidor pode ser mais interessante saber quanto de água é consumido por unidade de consumo. Por exemplo, qual o conteúdo de água virtual em uma xícara de café, um copo de vinho, um folha de papel A4 ou uma fatia de pão. A seguir a tabela 3.2 mostra o conteúdo de água virtual de alguns produtos de consumo expressos em volume por unidade de produto (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2004).

A Tabela 4.2 apresenta uma média global anual do conteúdo de alguns produtos expresso em volume de água por unidade de produto.

Tabela 4.2- Média global do conteúdo de água virtual para alguns produtos, por unidade de produto

Produto	Conteúdo de água virtual (litros)	Produto	Conteúdo de água virtual (litros)
1 copo de cerveja (250 ml)	75	1 copo de vinho (150 ml)	120
1 copo de leite (200 ml)	200	1 copo de suco de maçã (200 ml)	190
1 xícara de café (125ml)	140	1 copo de suco de laranja (200ml)	170
1 xícara de chá (250ml)	35	1 saco de batatas chips (200g)	185
1 fatia de pão (30g)	40	1 ovo (40g)	135
1 fatia de pão (30g) com queijo	90	1 hambúrguer (150g)	2400
1 batata (100g)	25	1 tomate (70g)	13
1 maçã (100g)	70	1 laranja (100g)	50
1 camiseta de algodão (tamanho médio; 500 g)	4100	1 par de sapatos (couro bovino)	8000
1 folha de papel A4 (80g/m ²)	10	1 microchip (2g)	32

Fonte: Hoekstra e Chapagain, 2004

Segundo Hofwegen (2003), à medida que as sociedades se desenvolvem, e seu poder de compra aumenta, elas tendem a tornar sua dieta baseada no consumo de carne. Quanto mais alto na cadeia de alimentos – de alimentos vegetarianos a alimentos não-vegetarianos -, maior será a demanda de água para se produzir esse alimento.

Produtos que são processados, geralmente os encontrados nos supermercados, outro sinalizador de nível de desenvolvimento de uma sociedade, tendem a possuir um maior volume de água virtual devido aos processos industriais a que são submetidos em contrapartida dos produtos não processados.

A Tabela 3.3 mostra o conteúdo de água virtual em diferentes dietas. As dietas são enumeradas de forma aleatória de 0 a 6 não havendo qualquer parâmetro de qualidade relacionado a esses números. As dietas possuem característica de hábitos alimentares distintos.

Tabela 4.3 – Água virtual relacionada a diferentes tipos de dietas

Conteúdo de água virtual por tipos de dietas (m ³ /pessoa/dia)		
Dieta 0	(referência na dieta prevalente nos EUA)	5,4
Dieta 1	Redução de produto animal em 25%	4,6
Dieta 2	Aves substituindo carne bovina em 50%	4,8
Dieta 3	Substituição de carne vermelha em 50% por vegetais	4,4
Dieta 4	Redução de produtos de origem animal em 50%	3,4
Dieta 5	Vegetarianos	2,6
Dieta 6	De sobrevivência	1,0

Fonte: Hofwegen, 2003

É sabido que algumas regiões do mundo têm pouca água e outras regiões são abundantes em água. É também fato que em algumas regiões há uma demanda baixa por água e em outras, uma alta demanda. Infelizmente, não há uma relação geral positiva entre demanda de água e disponibilidade. Até recentemente, havia a preocupação em como lidar com a demanda baseado nas fontes de água disponível. O problema é então como alocar mais eficientemente o uso da água disponível.

Em uma economia protegida, uma nação terá que alcançar seus objetivos de desenvolvimento com suas próprias fontes. Em uma economia aberta, no entanto, uma nação pode importar produtos produzidos de fontes que são escassamente disponíveis no país e exportar produtos que são produzidos de fontes cuja disponibilidade é abundante no país. Um país com escassez de água pode, portanto, se focar na importação de bens que requeiram muita água em sua produção (water-intensive products) e exportar bens ou serviços que requeiram menos água (water-extensive products). Isso é chamado de importação de água virtual (ao contrário da importação de água real, que é geralmente cara demais) e assim aliviará a pressão na demanda das fontes de água da própria nação. Para países com abundância em água, um argumento pode ser usado para a exportação de água virtual. Importação de produtos de uso intensivo de água por algumas nações e exportação desses produtos por outras resulta em um “fluxo de água virtual” internacional. (HOESKTRA, 2005). O comércio internacional principalmente de alimentos promove, então, o alívio das pressões no uso dos recursos hídricos de um país, uma vez que se é possível a contabilização do volume de água envolvido na produção de um bem de consumo, e a partir daí, é possível a valoração ou mudança de estratégia associada à produção e comercialização desse bem.

4.4 Balanço do fluxo de água virtual na importação/exportação

A diferença entre água total importada e água total exportada equivale ao equilíbrio do fluxo de água de um país em um período de tempo definido. Se o balanço é positivo, implica que água está sendo importada e, se é negativo, água está sendo exportada (ZIMMER, RENAULT, 2004).

Para se fazer o cálculo do balanço de água, faz-se necessário saber os níveis de escassez em água de uma região ou país e partir daí determinar se há dependência ou auto-suficiência hídrica. A seqüência de fórmulas e análise apresentadas a seguir foi retirada de Hoekstra e Hung (2004).

Para deficiência/escassez hídrica vem:

$$WS = \frac{WU}{WA} \times 100 \quad (3.5)$$

Na qual:

WS = escassez hídrica (%)

WU = uso hídrico total no país (m³/ano)

WA = disponibilidade hídrica no país (m³/ano)

Os valores de disponibilidade hídrica WA são obtidos levando-se em conta as fontes internas renováveis disponíveis no período de um ano provindas de precipitação ocorrida na área do país. E o uso hídrico WU refere-se a 'blue water'. Os resultados para escassez giram de 0% a 100%, mas excepcionalmente podem ser acima de 100% (e.g. água subterrânea).

A dependência hídrica está relacionada às importações e reflete o quão uma nação depende de água advinda de outros países. Pode ser calculado pela razão entre água virtual total importada e a de domínio nacional.

$$WD = \frac{NVWI}{WU + NVWI} \times 100 \quad (3.6)$$

Na qual:

WD = Demanda hídrica

NVWI = água total importada (m³/ano)

WU = uso hídrico total no país (m³/ano)

Um valor de 0% significa que há equilíbrio entre exportação e importação de água pelo país, ou que está havendo exportação de água somente. Para resultados próximos a 100%, a nação depende quase que completamente da importação de água virtual.

A auto-suficiência de uma nação está relacionada a sua dependência hídrica da seguinte forma:

$$WSS = \frac{WU}{WU + NVWI} \times 100 \quad (3.7)$$

Na qual:

WSS = auto-suficiência hídrica

NVWI = água total importada (m³/ano)

WU = uso hídrico total no país (m³/ano)

Ou de forma simples:

$$WSS = 100 - WD \quad (3.8)$$

Na qual:

WSS = auto-suficiência hídrica

WD = dependência hídrica

O nível de auto-suficiência WSS denota a capacidade de suprir água necessária para a produção da demanda interna de bens e serviços. A auto-suficiência é de 100% se toda a água necessária está disponível e de fato suprida no próprio território. Caso aproxime-se de zero, o país depende fortemente da importação de água virtual.

O balanço médio de água virtual nacional no período de 1997-2001 está mostrado na Figura 3.2. Os países em verde são considerados países exportadores, e os em vermelho, importadores de água virtual.

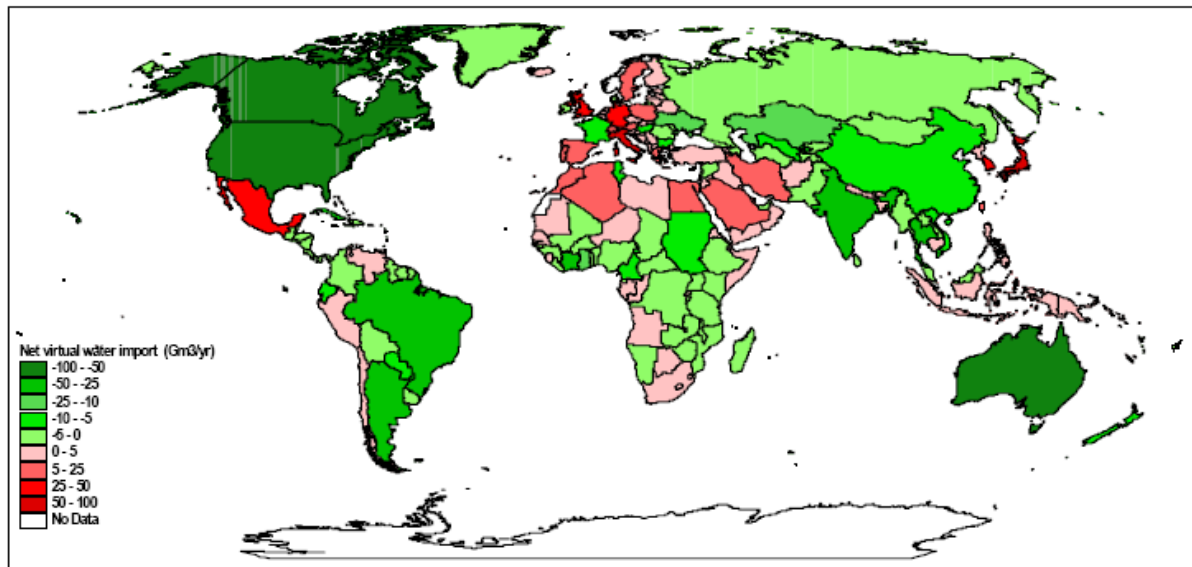


Figura 4.2- Balanços nacionais de água virtual relacionados ao comércio internacional de produtos. Período: 1997-2001.

Fonte: Hoesktra e Chapagain (2004)

Países importadores não precisam ser necessariamente pobres ou escassos em recursos hídricos para ser um receptor de água virtual. Por exemplo, Canadá, um com recursos abundantes importa banana e citros vindos da América Central. Assim como países como Jordânia ou Gaza pobres em recursos hídricos são exportadores de commodities.

De outra forma, países ricos em recursos hídricos poderiam lucrar com sua abundância em água produzindo produtos de alta demanda hídrica para exportação. O comércio de água entre as nações e mesmo continentes poderia, portanto, de forma ideal melhorar a eficiência do uso da água global, para se alcançar segurança em água em regiões do mundo e aliviar as pressões no meio ambiente através do uso de locais mais apropriados a produção (TURTON, 2000).

Em 1998 J. A. Allan, em sua pioneira publicação sobre água virtual, cita que o comércio internacional já mostrava na época um fluxo de água virtual dos países com abundância em água para aqueles com deficiência, como os da região do Oriente Médio e norte da África, o que ainda é fato corrente.

Segundo Carmo et al. (2007), a análise dos estudos elaborados no âmbito do “*Virtual Water Trade Research Programme*” (UNESCO) evidencia a relação entre os países “reservatórios” mundiais de água doce e a sua capacidade de geração de divisas. Entretanto, os recursos hídricos envolvidos na produção dos bens exportados podem acabar se tornando escassos até mesmo em regiões em que há relativa abundância. Inicialmente há que se ressaltar que existe

uma distribuição desigual da disponibilidade hídrica entre as diversas partes do planeta, além de existir também uma variação sazonal importante – com a concentração de períodos chuvosos em alguns meses do ano. De modo geral, a região das Américas se posiciona mais confortavelmente, pois possui uma relativa abundância de água; por outro lado, as regiões do centro, sul e sudeste asiático se encontram em uma situação crítica, por apresentarem recursos mais limitados, embora estejam cada vez mais se destacando como importantes exportadores no cenário econômico internacional, sobretudo, de água virtual.

Hoekstra e Hung (2002) mapearam o fluxo mundial de *água virtual* dividindo o globo em países exportadores e importadores, que se relacionam formando uma balança comercial. Alguns países e regiões assumem a função central nessa balança e se destacam por suas posições de exportadores. São eles: Brasil, América do Norte, América Central e também o Sudoeste Asiático. Como importadores, destacam-se os continentes europeu e africano, Oriente Médio, e grande parte do continente asiático. Os fluxos entre importadores e exportadores ocorrem da seguinte forma: o Brasil tem como seu maior mercado a Europa e a Ásia (especialmente China); a América do Norte tem como maiores mercados a Europa, a Ásia, a África e também uma parcela na América Central. Ainda como exportadores, mas com fluxos um pouco menores, estão a América Latina, com seu mercado na região central e sul da Ásia, e o sudoeste asiático, também como exportador para regiões da própria Ásia (especialmente a área central e sul) (CARMO et al., 2007)

A seguir, a Figura 4.3 mostra o balanço médio de água virtual no período de 1997-2001 baseado em 13 regiões mundiais. A figura também mostra os maiores fluxos de água virtual entre as diferentes regiões do mundo relacionado ao comércio de produtos agrícolas. A análise regional mostra que os maiores exportadores de água virtual estão na América do Norte (109 Gm³/ano) e América do Sul (107 Gm³/ano) e os maiores importadores estão na Europa Ocidental (152 Gm³/ano) e Ásia Central e do Sul (151 Gm³/ano) (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2004).

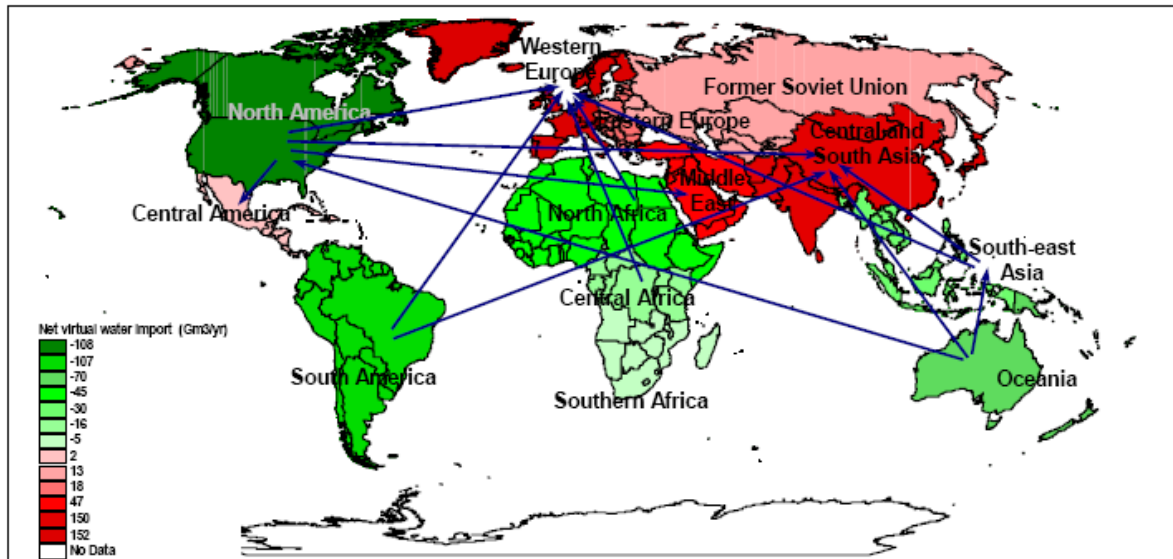


Figura 4.3- Equilíbrio de água virtual regional e fluxo de água virtual inter-regional relacionado a produtos agrícolas. Período: 1997-2001. Somente os maiores fluxos ($>10\text{Gm}^3/\text{ano}$) são mostrados.

Fonte: Hoekstra e Chapagain (2004)

O fluxo global de água virtual de 1997 a 2001 em relação ao comércio de produtos agrícolas, animais e industriais alcançaram uma média de $1625\text{Gm}^3/\text{ano}$, conforme demonstra a Tabela que segue.

Tabela 4.4 - Soma global anual do comércio de água virtual (1997-2001)

Ano	Fluxo de água virtual bruto (Gm^3/ano)			Total
	Relacionado ao comércio de produtos agrícolas	Relacionado ao comércio de produtos animais	Relacionado ao comércio de produtos industriais	
1997	937	257	332	1526
1998	995	258	331	1584
1999	999	272	352	1623
2000	1041	302	401	1744
2001	961	293	393	1647
Média	987	276	362	1625

Fonte: Hoekstra, Chapagain (2004)

Através dos valores apresentados, Hoekstra e Chapagain (2004) mostram que a maior parte (61%) do fluxo de água virtual entre os países está relacionada ao comércio internacional de produtos agrícolas. Produtos oriundos de criação animal contribuem com 17% e produtos industrializados com 22%. Através de um estudo comparativo entre valores relacionados ao uso doméstico e a comercialização da água virtual, os autores concluem que 16% da água global têm

uso destinado não ao consumo doméstico, mas sim à exportação. No setor agrícola, 15% do uso da água são destinados ao cultivo de produtos para exportação, e no setor industrial esse valor chega a 34%.

Os maiores exportadores e importadores de água virtual são mostrados através da Tabela que segue. Cada país possui características próprias relativas ao balanço de água virtual. A China, por exemplo, apresenta valor líquido na importação resultado de importação de culturas, enquanto que apresenta um valor líquido de exportação relativo a produtos industrializados. Os Estados Unidos apresentam o contrário da China. A Itália é altamente dependente da água virtual advinda da importação das três maiores categorias de consumo (culturas, produtos animais e industrializados). A Holanda tem um saldo positivo de importação de água virtual, mas exporta água virtual através de produtos de criação animal (HOEKSTRA e HUNG, 2004).

Tabela 4.5 - Maiores exportadores e importadores de água virtual. Período: 1997-2001

Maiores exportadores		Ranque	Maiores importadores	
Países	Valores líquidos de exportação Gm ³ /ano		Países	Valores líquidos de importação Gm ³ /ano
EUA	229.3	1	EUA	175.8
Canadá	95.3	2	Alemanha	105.6
França	78.3	3	Japão	98.2
Austrália	73.0	4	Itália	89.0
China	73.3.5	5	França	72.2
Alemanha	70.5	6	Holanda	68.8
Brasil	67.8	7	Reino Unido	64.2
Holanda	57.6	8	China	63.1
Argentina	50.6	9	México	50.1
Rússia	47.7	10	Bélgica-Luxemburgo	47.1
Tailândia	42.9	11	Rússia	46.1
Índia	42.6	12	Espanha	45.0
Bélgica-Luxemburgo	42.2	13	Coréia	39.2
Itália	38.2	14	Canadá	35.4
Costa do Marfim	35.1	15	Indonésia	30.4

Fonte: Hoekstra e Chapagain (2004)

A maior parte do fluxo de água virtual entre países (61%) está relacionada ao comércio internacional de cereais. O comércio de produtos animais contribui com 17% e produtos industrializados, com 22%. (HOESKTRA e CHAPAGAIN, 2004).

Subtraindo-se os valores de água importada e água exportada por um país, um do outro, tem-se o valor referente a um saldo de exportação ou importação. Cálculos feitos por Hoekstra e Hung

(2004) mostram que países desenvolvidos geralmente têm um balanço de água virtual mais estável que países em desenvolvimento, e países que estão relativamente perto um do outro em termos geográficos e em nível de desenvolvimento podem ter um balanço de água virtual considerável.

Avaliando-se o volume de importação/exportação, os países que contribuem com maiores volumes de movimentação de água virtual, possuem IDH² elevado. Segundo Hoekstra e Chapagain (2004) os cinco maiores contribuintes no fluxo de água eram, para a o levantamento feito para Oeste Europeu, América do Norte, Centro e Sul Asiáticos, América do Sul cujos IDHs são segundo dados da ONU para 2009:

Região	IDH
Oeste Europeu	Acima de 0,90
América do Norte	Acima de 0,90
Centro e Sul Asiáticos	Acima de 0,50
América do Sul	Acima de 0,70

Segundo a ONU, países com 0,8 ou mais configuram alto IDH, aqueles entre 0,5 e 0,7, médio IDH e os países com IDH abaixo de 0,5 são países com baixo índice de desenvolvimento humano.

O volume total global estimado por Hoekstra e Hung (2004) para uso agrícola é de 6391 Gm³/ano, enquanto que na indústria é de 716 Gm³/ano e n uso doméstico, de 344 Gm³/ano. Países com maior IDH contribuem com o valor global de forma mais contundente uma vez que consomem e produzem mais em função de seu maior poder de compra e negociação.

² IDH é uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida. É uma maneira padronizada de avaliação e medida do bem-estar de uma população
<http://pt.wikipedia.org/wiki/IDH>

Tabela 4.6 – Dez maiores países em saldo positivo em exportação de água virtual

Países com saldo de exportação	Fluxo de Água Virtual (Gm ³ /ano)			Ranque
	Exportação	Importação	Saldo de exportação	
Austrália	73	9	64	1
Canadá	95	35	60	2
EUA	229	176	53	3
Argentina	51	6	45	4
Brasil	68	23	45	5
Costa do Marfim	35	2	33	6
Tailândia	43	15	28	7
Índia	43	17	25	8
Gana	20	2	18	9
Ucrânia	21	4	17	10

Fonte: Hoekstra e Chapagain (2004)

Afirmar que o fluxo de água virtual ocorre de altos produtores para baixos não é sempre seguro. Alguns países encontram limitações no direcionamento de recursos hídricos para produção de alimentos ou outro meio (mão-de-obra, terras) relacionado à agricultura. Portanto apesar de possuíres locais de alta produtividade agrícola, por vezes países necessitam importar produtos alimentícios de países de baixa produtividade mas que se beneficiam pela alta disponibilidade de recursos (REANULT, 2002).

Tabela 4.7 – Dez maiores países em saldo positivo em importação de água virtual

Países com saldo de importação	Fluxo de Água Virtual (Gm ³ /ano)			Ranque
	Importação	Exportação	Saldo de importação	
Japão	98	7	92	1
Itália	89	38	51	2
Reino Unido	64	18	47	3
Alemanha	106	70	35	4
Coréia do Sul	39	7	32	5
México	50	21	29	6
Hong Kong	28	1	27	7
Irã	19	5	15	8
Espanha	45	31	14	9
Arábia Saudita	14	1	13	10

Fonte: Hoekstra e Chapagain (2004)

Pode-se ainda inferir que em países cuja área territorial é extensa, como o Brasil, essas mesmas conclusões são válidas. Analisando-se as regiões Nordeste e Sudeste ou mesmo regiões mais isoladas do centro do país, vê-se que os diferentes climas, tipos de solo, sazonalidades, disponibilidade hídrica e desenvolvimento econômico determinam em larga escala a demanda e

consumo hídrico, assim como os tipos de culturas exploradas para a comercialização. Um estudo de forma regionalizada mostraria a direção dos fluxos de água no país, e fazendo-se um paralelo com as pesquisas realizadas de forma globalizada, esses resultados provavelmente indicariam um fluxo maior no sentido sul/sudeste para as demais regiões, considerando-se essas regiões como as maiores produtoras agropecuárias no país.

Segundo o IBGE entre as grandes regiões produtoras do Brasil, a estimativa do volume da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas para 2010, em relação à safra anterior, acha-se assim distribuído: Região Sul, 62,2 milhões de toneladas; Centro-Oeste, 51,1 milhões de toneladas; Sudeste, 16,5 milhões de toneladas; Nordeste, 12,1 milhões de toneladas e Norte, 3,8 milhões de toneladas. Comparativamente à safra anterior, houve decréscimo na produção apenas na região Sudeste (-3,8%), enquanto as demais registram os seguintes incrementos: Norte 1,1%, Nordeste 3,2%, Sul 18,7% e Centro-Oeste 4,6%.

Observa-se, na figura a seguir, que o Paraná, nessa avaliação para 2010, mantém a posição de maior produtor nacional de grãos, superando em 1,8 pontos percentuais ao Mato Grosso, que no ano passado ocupou essa posição devido à safra paranaense ter sido prejudicada pelas condições climáticas adversas, que afetaram o desenvolvimento das culturas, como seca no início de 2009, geadas em junho e chuvas excessivas no período final das culturas de inverno.

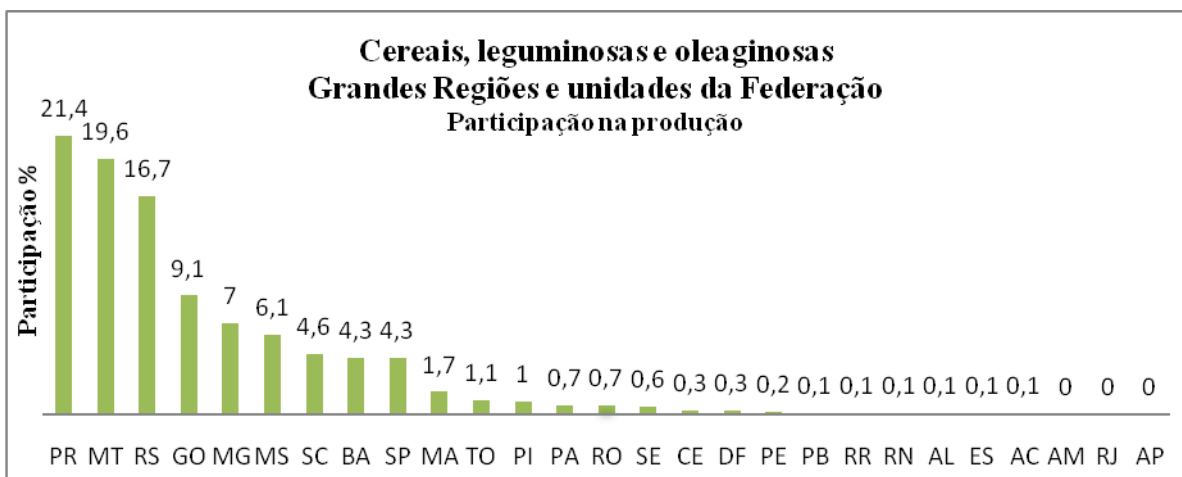


Figura 4.4- Participação estadual na produção agrícola nacional esperada para a safra de cereais, leguminosas e oleaginosas de 2010.

Fonte: IBGE- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola- (2010)

E na figura seguinte, a apresentação da contribuição regionalizada em percentual.

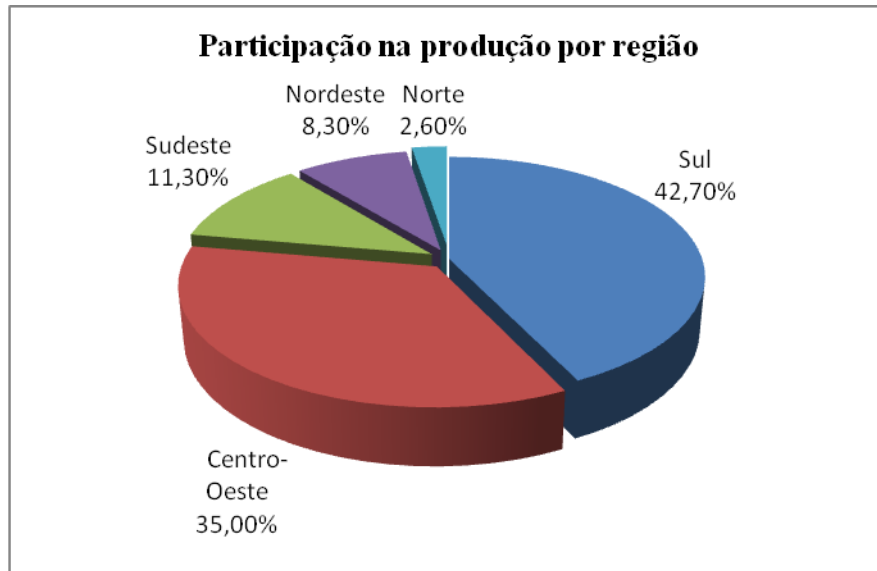


Figura 4.5- Participação na produção por Região

Fonte: IBGE- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola- (2010)

Segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE, 2007) o principal efetivo (número de cabeças) de bovinos encontra-se nos Estados de Mato Grosso (12,9%), Minas Gerais (11,3%) e Mato Grosso do Sul (10,9%). O Mato Grosso do Sul vem perdendo efetivos nos últimos três anos de análise da pesquisa, podendo ser um reflexo da concorrência de áreas entre culturas e pecuária. A maior parte do efetivo de suínos está localizado no Sul do País (47,5%), embora a atividade tenha como característica o fato de a produção industrial organizar-se em pólos regionais. Os três estados desta região detêm 45,4% dos suínos. Minas Gerais destaca-se como o quarto principal plantel, com uma participação relativa bem próxima à do Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente terceiro e segundo colocados no *ranking*. O efetivo de galos, frangas, frangos e pintos encontra-se localizado no Sul do País, 50,3%. Os três estados dessa região são os maiores produtores nacionais. Embora haja concentração do efetivo no Sul do País, os principais municípios produtores são Rio Verde (Goiás), Brasília (Distrito Federal) e Amparo (São Paulo). Quanto ao efetivo de galinhas, observa-se maior concentração da produção no Sudeste, 35,6%. São Paulo e Minas Gerais são os detentores dos maiores efetivos.

Como o valor de água virtual varia conforme o lugar, água virtual não segue a lei de conservação de massa. O comércio de alimentos gera transferências de água virtual com valores variáveis. Em muitos casos essas transferências acontecem de um lugar com alta produção para áreas de baixa produção, o que leva a uma real economia de água como um todo.

A economia de água corresponde à diferença de produtividade entre o local da produção e o local de consumo (HOESKTRA e HUNG, 2002).

Oki et al. (2003) reporta que a economia global de água devido ao comércio alimentos chega a $455 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$. Dado que o consumo total de água em plantações no mundo tenha sido estimado em $5400 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ (ROCKSTROM E GORDON, 2001), essa é uma economia de aproximadamente 8%. Oki et al. (2003) estimaram que a quantidade de água virtual no comércio internacional de produtos agrícolas é de $683 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ do ponto de vista dos países exportadores. Para se produzir o equivalente aos produtos alimentícios importados, nos países importadores, seriam necessários a esses $1138 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$. A diferença define a economia de água virtual global (HOEKSTRA, 2003).

4.5 O Brasil e a comercialização de água virtual

Apesar de ser rico em disponibilidade hídrica por possuir, em valores globais, uma grande oferta de recursos hídricos, o Brasil possui acentuada diferença temporal hidrológica entre suas regiões hidrográficas. Por essa razão, as bacias localizadas em áreas que apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos passam por situações de escassez e estress hídrico.

Os usos conforme as regiões hidrográficas são classificados, segundo a ANA (2009) como:

- Classe 1: Atlântico Leste é caracterizada pelo predomínio dos usos urbano e de irrigação em relação aos demais. Nesta região, a soma das vazões de retirada para irrigação e abastecimento urbano totaliza mais de 70% de toda a demanda da região. Destaca-se a localização, nesta região hidrográfica, da Região Metropolitana de Salvador, que contribui com grande parcela da demanda urbana;
- Classe 2: Regiões do São Francisco, Uruguai, Atlântico Sul, Atlântico Nordeste Oriental e Parnaíba: a similaridade entre essas regiões está no fato de que, percentualmente, há um predomínio claro das vazões de retirada para irrigação, em relação aos demais usos. Destacam-se a grande demanda para irrigação por inundação (arroz inundado) nas regiões Atlântico Sul e Uruguai; o pólo de Barreiras (produção de soja) e perímetros irrigados para fruticultura (irrigação por pivô central) em Juazeiro e Petrolina, na região do São Francisco; e a zona canavieira e perímetros irrigados para fruticultura, na região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental.

- Classe 3: Regiões do Paraná e Atlântico Sudeste. Nessas regiões predominam os usos industrial, urbano e de irrigação em relação aos outros usos, chegando a totalizar mais de 90% da demanda total. Estão localizadas nessas regiões as regiões metropolitanas de São Paulo e Curitiba e as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e Vitória;
- Classe 4: Regiões Amazônica e do Paraguai: possuem baixas vazões de retirada, sendo as únicas em que o uso animal é preponderante em relação aos demais usos;
- Classe 5: Atlântico Nordeste Ocidental: o uso urbano é preponderante em relação aos demais, chegando a quase 50% de toda a demanda na região.
- Classe 6: Tocantins – Araguaia: nesta região os usos preponderantes são os de irrigação e animal, ambos totalizam mais de 65% de toda a vazão de retirada. Destacam-se as atividades de pecuária e o Projeto Formoso de irrigação.

A demanda hídrica, relacionada ao consumo por seus diversos usos é mostrada na figura 3.6 através da qual também se é possível inferir que as maiores demandas estão relacionadas às bacias aonde se concentra a maior produção agrícola, industrial e populacional.

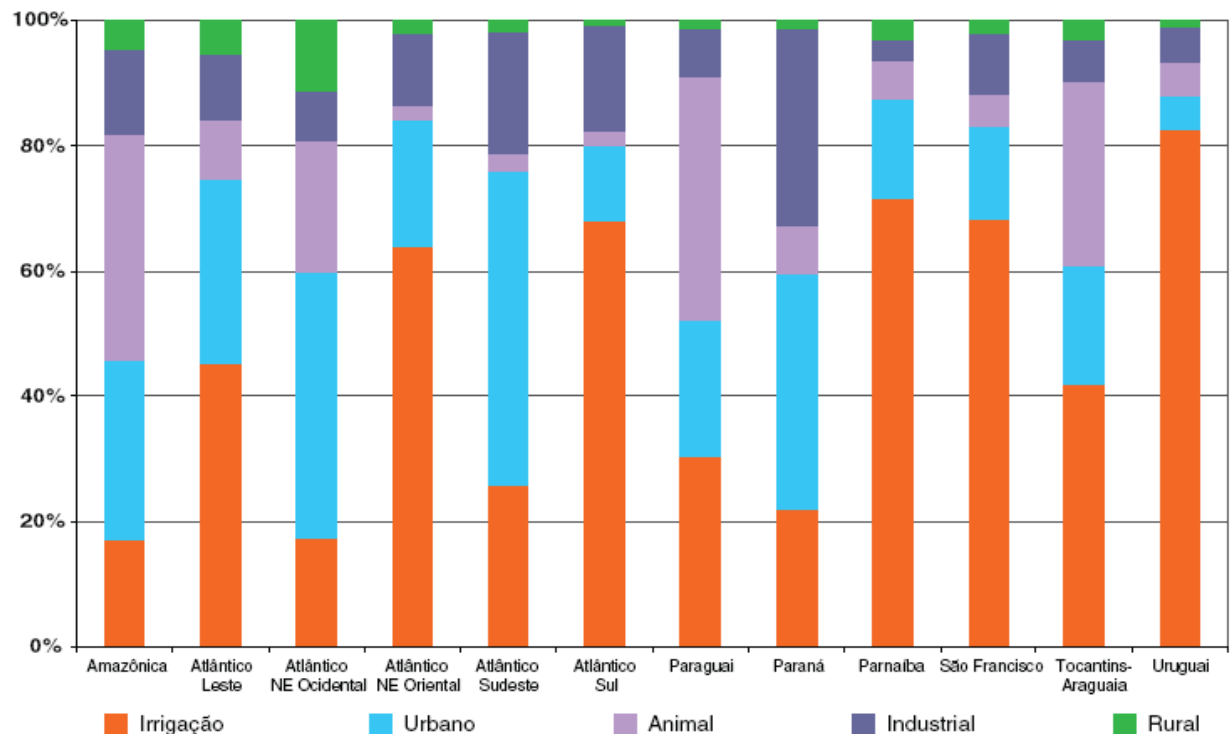


Figura 4.6- Distribuição percentual dos usos para região hidrográfica

Fonte: ANA (2009)

Nota-se que a região da Bacia do Paraná é responsável por 27% das retiradas no País, sendo quase duas vezes maior que a segunda colocada, que é a região Atlântico Sul (15%), seguida

das regiões hidrográficas Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Sudeste, São Francisco e Uruguai. As menores retiradas estão nas bacias do Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Paraguai, Amazônica e Tocantins - Araguaia. (ANA, 2009)

No relatório conjuntura dos recursos hídricos no Brasil a ANA cita que somente 29% de um total de 851 milhões de hectares de superfície territorial é explorada com agropecuária, ou seja, cerca de 249 milhões de hectares, dos quais 77 milhões com lavouras e 172 milhões com áreas de pastagens e apesar de o potencial de solos, para o desenvolvimento sustentável da irrigação, alcançar cerca de 30 milhões de hectares no país, somente uma pequena parcela é explorada. Assim, o Brasil ocupa a posição de 16º em nível mundial, com pouco mais de 1% da área total irrigada no mundo, que é de 277 milhões de hectares (2002). É um dos países de menor relação “área irrigada” / “área irrigável” (cerca de 10%), além de exibir baixíssima taxa de hectares irrigados/habitante (0,018 ha/hab.), a menor da América do Sul.

A figura 3.7 mostra a área irrigada por região hidrográfica.

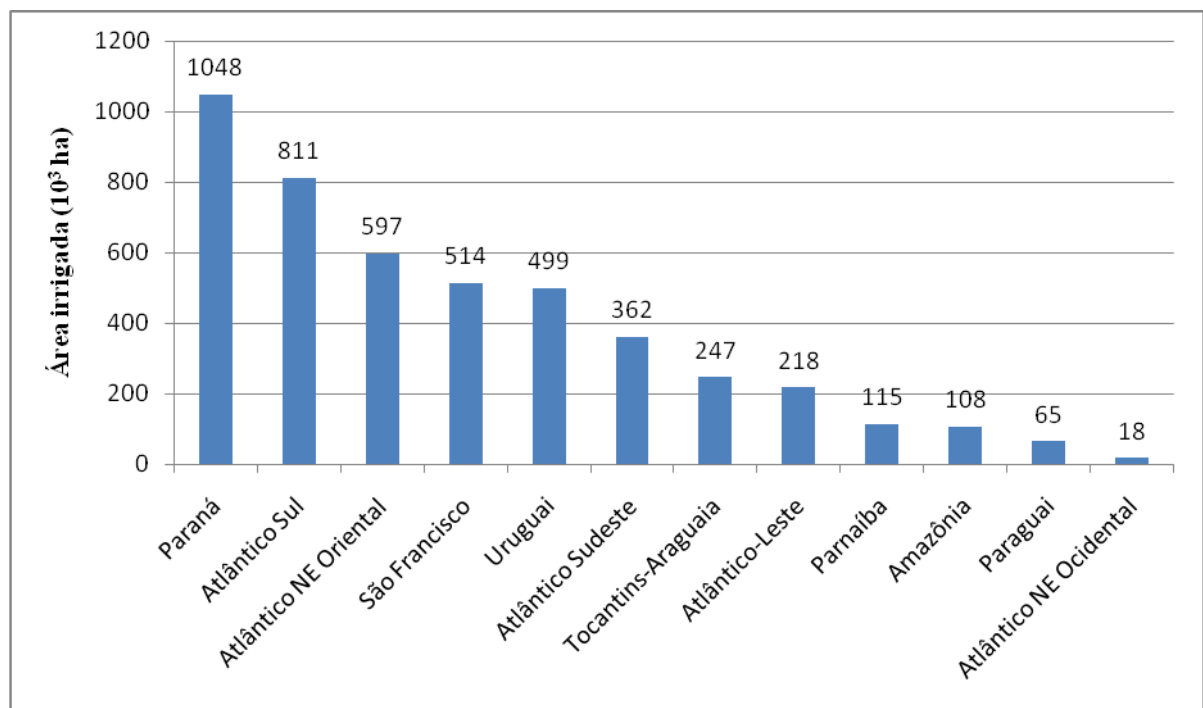


Figura 4.7- Área Irrigada por Região Hidrográfica

Fonte: ANA, (2009)

Segundo Carmo et al. (2007), no período de 1992 a 2002 a área irrigada teve crescimento de 8%. Entretanto, a falta de manejo racional da irrigação, com técnicas mais modernas e aplicação das quantidades adequadas para cada tipo de cultura nos períodos ótimos faz com que o produtor rural acabe utilizando água em excesso para garantir que a cultura não sofra um

estress hídrico, o que poderia comprometer a produção. Esse excesso tem como consequência um desperdício de energia e de água, usados em um bombeamento desnecessário. E nos grandes centros urbanos a necessidade de manejo se destaca por conta da pressão exercida pelo não tratamento e pela relativa escassez hídrica encontrada na maioria dessas áreas, conforme aponta Carmo (2005 apud CARMO et al.2007).

Carmo, Nascimento, Ojima e Ojima conduziram um estudo em 2007 sobre a estimativa da exportação de água virtual pelo Brasil. O estudo analisou a exportação de commodities que aumentou significativamente, o que se reflete no volume de água virtual exportada pelo país. Os dados empregados neste trabalho foram obtidos da *Food and Agriculture Organization* (FAO); para a composição das informações sobre o comércio entre nações, possibilitando assim estabelecer a quantidade de água virtual nele embutida, foi utilizado o Banco de Dados Estatísticos de Comércio de *Commodities* (COMTRADE) das Nações Unidas, e também dados do Centro Internacional de Comércio em Genebra. No texto é abordada especificamente a quantidade de água virtual contida nos produtos primários de exportação brasileiros de maior participação na balança comercial.

As commodities estudadas foram a soja, carne e açúcar. Vale destacar que a soja foi responsável por mais de 58% das exportações deste grupo, e termos de volume contribuiu com mais de 50 bilhões de m³ exportados em 2005, com o país se consolidando como o maior exportador mundial desse produto. O peso relativo da produção de carne também cresceu expressivamente no período, sendo que o aumento do rebanho brasileiro sinaliza no sentido do país se estabelecer também como maior exportador mundial de carne. Em menos de dez anos o volume de água virtual exportado mais do que triplicou

Tabela 4.8 – Exportação de água virtual (em bilhões de m³), Brasil (1997-2005).

Produto	Ano									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Soja	18,7	20,8	20	25,8	35,2	35,8	44,6	43,2	50,3	294,6
Carne	7,6	8,9	10,3	11,5	17,1	14,7	19,9	28,6	34	151,9
Açúcar	0,8	1	1,6	0,9	1,5	1,6	1,7	2	2,4	13,6
Total	27,1	30,8	32	38,2	53,7	52,2	65,5	73,8	86,8	460,1

Fonte: Carmo et al, (2007)

Os elementos apresentados apontam no sentido de que as consequências do aumento da produção e exportação de produtos agrícolas como a soja, assim como a carne, apresentam

aspectos importantes a serem considerados. Consolida, por um lado, a posição estratégica do Brasil dentro da economia internacional e, por outro, uma realidade na qual o país se torna um grande exportador de água. Assim, embora tenhamos uma das maiores reservas de água doce do mundo, é possível que essa abundância relativa venha a se tornar um motivo de importantes negociações e conflitos futuros (CARMO et al., 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conceito de água virtual é uma ferramenta que ajuda no desenvolvimento de alternativas políticas ambiental, hídrica e de alimentos. (HOFWEGEN, 2003).

A princípio é pensado de forma simples. De posse de dados referentes à disponibilidade de água de um país, região ou bacia hidrográfica, do tipo de prática de produção de bens agropecuários ou industriais exercidas na região em questão e, por conseguinte, demanda hídrica daquelas práticas, pode-se de forma simplificada estimar-se a quantidade de água que deixa a região (ou que é subtraída de uma região) através desses produtos. Ou seja, a água virtual. A partir daí, estratégias de gestão ou de práticas de produção podem ser estudadas buscando-se um equilíbrio econômico maior ou em termos de disponibilidade/consumo, uma vez que um bem de alto custo e baixo retorno financeiro ou ambiental pode ser substituído por outro de maior eficiência.

O uso da ferramenta permite que estratégias políticas relacionadas ao comércio exterior, de gestão de recursos hídricos e produção de alimentos também possam ser traçadas. A importação/exportação de alimentos, objeto de maior relevância nos estudos sobre água virtual, pode ser pensada como um meio de se “adquirir” água não disponível no país através da importação, ou “vender” água em abundância por parte dos países com disponibilidade hídrica. Dessa forma países com escassez em água produziram bens cuja demanda hídrica é baixa e importariam aqueles provenientes de regiões com abundância hídrica de maneira que globalmente um equilíbrio hídrico seria alcançado aliviando-se a regiões sujeitas a *stress* hídrico e otimização do uso da água.

No entanto essa é uma forma simplificada de se pensar o uso da ferramenta. Carmo et al. (2007) comentam que a partir dos dados e da constatação da existência desse comércio de “água virtual”, o debate sobre o papel de países no comércio internacional e sobre as consequências de um comércio orientado por abundância ou escassez de água pode ser iniciado. Assim, ao delegar ao comércio a função de estabelecer o que se produzirá em cada país com base na quantidade de água existente em seu território, pode-se gerar discussões e evidenciar novos conflitos entre as lideranças e populações de diversos países.

As disputas regionalizadas podem ser por terras, água ou mesmo alimentos com fins de comercialização e controle do processo cujo mercado seria garantido. De forma reversa, o fator

econômico que rege as relações internacionais pode, frente a algum tipo de desacordo político ou ideológico entre nações, definir a posição de superioridade de um país frente a outro cuja segurança em alimentos seja dependente de importações entre esses países, e como forma de retaliação, o comércio de alimentos ser suspenso, gerando conflitos de ordem social interna em função da disputa por alimentos para o próprio consumo.

O incentivo a produção com o intuito da comercialização internacional deve ser utilizado com vistas a um futuro sustentável e levar em conta os riscos ambientais tais como excessiva utilização de recursos levando à escassez e tornando uma região totalmente dependente de importações no futuro. A produção de um bem deve ser justificável não só no aspecto financeiro, mas também ambiental, levando-se em conta que os recursos hídricos podem sofrer depleção e contaminação com necessidade de tratamento posterior dependendo do tipo de uso. Ainda do ponto de vista ambiental, subsídios e incentivos fiscais ou de taxaço por parte de governos locais podem incentivar a produção de cultura de alta demanda hídrica e uso exaustivo de recursos naturais ou facilmente disponíveis em detrimento de aumento da eficiência na produção.

Do ponto de vista nutricional, a busca pela otimização da relação entre valor nutritivo, demanda hídrica e valor econômico, novas culturas podem ser estudadas como alternativas em conformidade com o potencial de produção ou de consumo. O uso do conceito “água virtual” como busca de novos produtos com alto valor nutricional e baixo consumo hídrico pode promover o desenvolvimento de novas relações de produção e comércio baseadas na oferta e procura, e a garantia de segurança em alimentos. Ao se priorizar o consumo em detrimento da comercialização, as relações econômicas se estabelecem de forma a se sustentarem sem que o provimento de alimentos seja ameaçado pelas relações políticas regionais ou internacionais.

Os investimentos em infraestrutura para o desenvolvimento de áreas produtivas também devem passar por análises de prioridades econômicas e hídricas para que as escolhas sejam justificáveis, seja na adoção de um ciclo produtivo para o mercado interno ou externo, ou de política de importação. Estudos já apontavam para fatores como o poder aquisitivo da população da área analisada e seus hábitos alimentares, uso e desenvolvimento de tecnologias de produção, crescimento demográfico, segurança em alimentos, e políticas de gerenciamento, como bases para a necessidade de se criar meios para o uso da ferramenta de forma efetiva através da construção de estratégias.

O comércio de água virtual como uma opção política exige um entendimento cuidadoso dos seus impactos relacionados não apenas aos regimes e dependência no comércio internacional, mas também a situação local, social, ambiental, econômico e cultural. Além disso, deve manter segurança em alimentos de forma local, regional e nacional garantindo acesso aos alimentos (HOFWEGEN, 2003), além de se atentar para a qualidade dos produtos.

Cada país com suas políticas de gerenciamento hídrico e comércio age de formas diversas com relação à produção. Hofwegen (2003) cita que na Espanha, onde mais de 50% das culturas é irrigada, a falta de planejamento governamental levou produtores a fazer uso da irrigação, financiando e operando seus poços de forma independente gerando uma situação de conflito com milhares de cidadãos pela competição pela água.

No caso brasileiro, seria aplicar-se a política das águas proposta na lei de recursos hídricos (Lei 9.433/97). Alguns aspectos desta Lei são fundamentais, e representam importantes avanços em termos da gestão da água. Dentre estes aspectos estão a democratização das decisões, com a implementação dos comitês de bacia, e a descentralização das decisões. Os principais instrumentos de operacionalização da gestão são a outorga de direito de uso, que possui grande potencial de organização das demandas, e a cobrança pelo uso de água bruta como instrumento de gestão (CARMO et al., 2007).

Um plano de gestão de recursos hídricos é um dos tantos passos a ser tomado no sentido de se alcançar uma política equilibrada de comercialização de água virtual de forma globalizada em que não só os interesses financeiros são levados em conta. Mas para se chegar a essa finalidade, são necessárias pesquisas e levantamento de dados para padronização e procedimentos na contabilização da água virtual.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de água virtual é relativamente novo e ainda necessita aprimoramento no que diz respeito à padronização de metodologia de quantificação. O conteúdo de água virtual de um produto dá informações sobre o impacto ambiental causado pelo consumo desse produto. O conhecimento dos volumes de água virtual traz atenção para o volume de água necessário para se produzir vários bens, dando então uma idéia de quais bens têm maior impacto nos sistemas hídricos e aonde se pode economizar mais (HOFWEGEN,2003).

Em 2002, Hoekstra e Hung introduziram um novo termo, ‘water footprint’ (pegada de água), em analogia ao termo ‘pegada ecológica’, que representa as áreas produtivas de ecossistemas aquáticos e terrestres necessárias para se produzir os recursos usados, e para assimilar dejetos produzidos por uma determinada população de um determinado padrão de vida material, aonde quer que seja localizada essa área. Enquanto a ‘pegada ecológica’ mostra a área necessária para sustentar o modo de vida das pessoas, a ‘pegada de água’ indica o volume de água necessário se para sustentar uma população (HOEKSTRA e CHAPAGAIN, 2004). É a soma da água virtual importada e da água de uso doméstico como forma de se medir a apropriação real de recursos hídricos globais por uma nação. A aplicação dos dois conceitos em conjunto permite a melhor análise do uso e eficiência no uso da água uma vez que permite a quantificação de volume através do consumo e serviços por pessoa em um país.

Segundo Hoekstra (2008), o conceito tem sido reconhecido por organizações governamentais e não-governamentais, empresas e mídia como um indicador do uso de água. O aumento crescente do interesse no conceito tem trazido à tona a questão sobre o que consumidores e empresas podem fazer para reduzir sua ‘pegadas de água’. Outro termo é então apresentado, ‘water neutrality’, com o intuito de reduzir e compensar os impactos da ‘pegada de água’.

O uso do conceito de “water neutrality” (neutralidade hídrica) se aproxima dos conceitos de gestão ambiental utilizados por empresas com o intuito de alcançar a certificações ISO. Visa o mapeamento do consumo de água e através dele a diminuição no consumo, a busca por alternativas de substituição, o tratamento, o reúso e toda prática que contribua na redução das externalidades negativas em âmbito econômico, ambiental e social tanto quanto possível e que os impactos remanescentes sejam completamente compensados.

A evolução nos estudos a partir do conceito de água virtual ainda tem um longo caminho a percorrer, especialmente porque se entende a aplicação dos conceitos como mudança pensamento e de hábito não de forma global em nível político-econômico, mas também de forma local o que implica em mudanças culturais, mais difíceis de acontecer. Mas a evolução dos estudos também leva ao desenvolvimento de ferramentas de gestão mais apropriadas a essas mudanças culturais. Desta forma, o conceito de 'water neutrality' pode ser aplicado de forma localizada e individualizada contribuindo também na conscientização e mudança de hábito que efetivamente implicam na mudança cultural em prol do equilíbrio global.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. A. Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits, *Ground Water*, v. 36, n. 4, p. 545-546, 1998.
- ALLAN J.A.,ALDAYA, M.M., HOEKSTRA, A.Y. Strategic importance of green water in international crop trade. Value of water, Research Report n.25 UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, março, 2008.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009, Brasília, 2009. Disponível em: < <http://www.ana.gov.br/>>. Acesso em julho, 2009
- CASCINO, F. Educação Ambiental: princípios, história, formação de professores, São Paulo, 2007.
- CARMO, R. L., OJIMA, A. L. R. O., OJIMA, R., NASCIMENTO, T. T. Água Virtual, Escassez e Gestão: O Brasil como grande “exportador” de água. *Ambiente & Sociedade*, Campinas v. X, n. 1, p. 83-96, 2007.
- CHAPAGAIN, A.K., HOEKSTRA, A.Y. Water Footprints of Nations. Value of water, v.1, Research Report n.16 UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2004.
- DIAS, G. F. Educação ambiental: princípios e práticas, São Paulo, 1994.
- GUIMARÃES, M. A dimensão ambiental na educação, Campinas, SP, 1995.
- 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 n. 11, 2002.
- HOEKSTRA, A.Y., Virtual water trade: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Value of water, Research Report n.12 UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2003.
- HOEKSTRA, A.Y., HUNG, P.Q. Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*, 15:45-56, 2005.
- HOEKSTRA, A.Y., Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints, Value of water, Research Report n.28 UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2008.
- HOFWEGEN, P.V. World Water Council. E-Conference Synthesis: Virtual Water Trade - Conscious Choices. Marseille: World Water Council, WWC Publications, n. 2, 31 p., 2004.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201005comentarios.pdf>. Acesso em: junho 2010

Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200903comentarios.pdf - 2009-04-07>. Acesso em: julho 2009

LAYRARGUES, P. P. Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo. RAE - Revista de Administração de Empresas, v. 40, n.2, p.80-88, 2000.

LOUREIRO, C. F. B. O movimento ambientalista e o pensamento crítico: uma abordagem política, Rio de Janeiro, 2003.

ONU - Human Development Report 2009. Human development index 2007 and its components.

RENAULT, D. Value of virtual water in food: Principles and virtues. Virtual Water Trade 12-13 Delft, the Netherlands, 2002.

RENAULT, D., ZIMMER, D. Virtual water in food production and global trade: review of methodological issues and preliminary results, World Water Council, FAO-AGLW, 2003.

TAC - Technical Advisory Committee. Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership, n. 4, 2000.

TURTON, A. R. a strategic decision-makers guide to virtual water. Disponível em: <<http://www.up.ac.za/academic/libarts/awiru>>. Acesso em junho, 2009.

WICHELNS, D. The policy relevance of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages. Agricultural Water Management n. 66, p. 49-63, 2004.

UNEP - United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan. Virtual water: Which perspective for the Mediterranean water management and distribution? Blue Plan Notes, n. 8, 2008.

ⁱⁱ Produção de leite em grande escala é mais comumente referida em Kg que tem valor aproximado em L.