

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**CONSUMO E INCORPORAÇÃO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO DE COMMODITIES
BRASILEIRAS**

Renato de Toledo Peres

Prof. Dr. José Gilberto de Souza

Rio Claro (SP)

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

RENATO DE TOLEDO PERES

CONSUMO E INCORPORAÇÃO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO
DE COMMODITIES BRASILEIRAS

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP

2012

911 Peres, Renato de Toledo
P437c Consumo e incorporação de água na produção de commodities
brasileiras / Renato de Toledo Peres. - Rio Claro : [s.n.], 2012
31 f. : il., gráfs., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: José Gilberto de Souza
Co-Orientador: Magda Adelaide Lombardo, Iára Regina Nocentini
André

1. Geografia política. 2. Água - Exportação virtual e física. 3.
Fotossíntese. 4. Exportação. 5. Agronegócio. I. Título.

RENATO DE TOLEDO PERES

CONSUMO E INCORPORAÇÃO DE ÁGUA NA PRODUÇÃO
DE COMMODITIES BRASILEIRAS

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. José Gilberto de Souza (orientador)

Prof. Dr. Samuel Frederico

Profa. Dra. Iára Regina Nocentini André

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

RESUMO

A água é um dos principais insumos no agronegócio e é comercializada indiretamente com a venda de produtos agrícolas como laranja (suco ou in natura) e cana-de-açúcar (etanol e açúcar refinado). Nesse trabalho pretende-se estimar a massa proporcional de água existente nos produtos agrícolas exportados em forma de commodities levando-se em consideração a quantidade de água incorporada ao produto em sua gênese vegetal através da fotossíntese, consolidando uma reflexão sobre exportação virtual e real de água, bem como apontar subsídios para a gestão, o planejamento e a taxaço de recursos hídricos.

Palavras-chave: água, agronegócio, commodities, fotossíntese.

ABSTRACT

Water is one of the main inputs in agribusiness and is traded indirectly through the sale of agricultural products such as orange (juice or fresh) and cane sugar (ethanol and refined sugar). This study aims to estimate the proportional mass of water present in the products exported in the form of agricultural commodities considering the amount of water incorporated into the product in its genesis by plant photosynthesis, reinforcing a reflection on virtual and real water export, as well to indicate subsidies to management, planning and taxing of water resources.

Key-words: water, agribusiness, commodities, photosynthesis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	05
2 A ÁGUA	07
2.1 Água Virtual – Conceitos de Hoekstra e Hung	07
2.2 Água Física – Umidade e Fotossíntese	11
2.3 O Consumo Consuntivo de Água	13
3 PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DE LARANJA E CANA-DE-AÇÚCAR EM SP.	14
3.1 Produção de Laranja no Estado de SP por EDR	16
3.2 Produção de Cana-de-açúcar no Estado de SP por EDR	18
3.3 Exportações Brasileiras de Suco de Laranja	20
3.4 Exportações Brasileiras e Paulistas de Açúcar e Etanol	21
4 BALANÇO HÍDRICO	23
5 EXPERIMENTOS EM LABORATÓRIO	24
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	29
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	31

1 Introdução

Nosso país caracteriza-se, entre outras coisas, por ser predominantemente agroexportador (AGRIANUAL, 2011), sobretudo nos últimos anos a partir de uma abertura comercial acelerada, não seletiva e que se acentuou a partir dos anos 1990. (SOUZA, BORGES, TEIXEIRA NETO, 2010).

A exportação de commodities agrícolas, entre elas o suco de laranja, o açúcar e o etanol, a soja, entre outras, se tornou extremamente lucrativa para o agronegócio. A economia brasileira passou a se desenvolver a partir da expansão da fronteira agrícola mecanizada, tirando espaço de economias familiares tradicionais. A agroindústria, sobretudo a de alimentos acompanha este processo deste então. (OLIVEIRA, 2007, SANTOS, 1994, CASTILHO, 2007, FREDERICO, 2010).

A produção agrícola sempre foi fortemente marcada pela necessidade de água em abundância em seu processo, seja ela fornecida pelos regimes hidroclimáticos, parcialmente generosos em nosso país, pois são em grande parte mal distribuídos (NASCIMENTO, BECKER, 2008), seja ela obtida por irrigação.

Durante o crescimento das plantas, o processo conhecido como fotossíntese é responsável por construir o corpo do vegetal, a partir do consumo de água (H_2O) do solo e do gás carbônico (ou dióxido de carbono – CO_2) da atmosfera, na presença da luz solar, com a liberação do precioso gás oxigênio (O_2). (BERG, 2008).

O que se pretende valorar neste trabalho é justamente o volume de água incorporada aos produtos agrícolas neste processo natural (fotossíntese) a partir do consumo em fontes de território brasileiro e que são exportados sob a forma de commodities para outras partes do mundo.

Em 1999, Hoekstra e Hung iniciaram um trabalho de mensuração de exportação virtual de água, o que chamaram de “water footprint” ou “pegada hídrica”, que analisa o volume necessário de água em toda a cadeia produtiva de um dado produto agrícola, e que acaba por ser “virtualmente” exportado ou importado entre países. Nosso trabalho leva em consideração não toda a água necessária na cadeia produtiva, mas sim apenas aquela que é efetivamente incorporada ao produto exportado, seja por umidade, seja pela gênese vegetal, quer dizer, que está intrínseca nas moléculas orgânicas da planta.

A exportação virtual ou “física” (real, efetiva) de água em commodities e outros produtos, passou a ser, no início do terceiro milênio, fonte de estudos e preocupações geopolíticas, o que está sendo chamado de uma “nova geopolítica da água” (SOUZA,

2011). Isto ocorre pois, a água, como recurso essencial para a vida, não é equilibradamente distribuída em todas as nações do mundo e por tanto conflitos por sua posse começam a ser denotados em algumas partes do planeta. (VESENTINI, 2000; GALLAND, 2008; PNUD, 2006; UNESCO, 2009; RICHARD, 2005; BLANCHON, 2009; LASSERE, DECROIX, 2002).

2 A Água

2.1 Água Virtual – Conceitos de Hoekstra e Hung

Segundo Hoekstra e Hung (2002), a água que é usada no processo de produção de um produto agrícola ou industrial é chamada de “água virtual” contida no produto. Um país com escassez de água pode importar produtos que requerem uma grande quantidade de água na sua produção, e exportar produtos ou serviços que necessitam de menos água. Isto implica na importação de “água virtual” (em oposição à importação de água “física”, que é em geral muito cara) e que acaba por aliviar a pressão sobre os recursos da própria água da nação. Até então, pouco se conhecia sobre volumes reais do fluxo comercial de água virtual entre os países.

O objetivo do estudo desses autores foi quantificar os volumes de todos os fluxos comerciais de água virtual entre as nações no período 1995-1999 e colocar saldos comerciais de água virtual dos países no contexto nacional de necessidade e disponibilidade de água. O estudo foi limitado à quantificação do comércio de água virtual relacionado ao comércio internacional de produção agrícola (colheitas). A abordagem básica foi a de multiplicar os fluxos de comércio internacional de culturas (ton/ano) por sua água virtual associada (m^3/ton). Os dados do comércio de cada cultivo foram tomados a partir da Divisão de Estatística das Nações Unidas em Nova York. Os dados necessários sobre o conteúdo de água virtual de cada cultivo originário de diferentes países foram estimados com base em diversos bancos de dados da FAO – Food and Agriculture Organization.

Os cálculos mostraram que o volume global de cultivo relacionado com o comércio de água virtual entre as nações foi de 695 bilhões de m^3/ano em média, no período 1995-1999. Para comparação: o uso total de água pelas culturas no mundo foi estimado em 5.400 bilhões de m^3/ano . Isso significa que 13% da água utilizada na produção mundial não são para consumo interno, mas para exportação (em forma virtual). Este é o percentual mundial, a situação varia fortemente entre os países. Considerando o período 1995-1999, os países com maior exportação de água virtual são: Estados Unidos, Canadá, Tailândia, Argentina e Índia. Os países com maior importação de água virtual no mesmo período são: Sri-Lanka, Japão, Holanda, Coreia e China.

Para cada nação do mundo a “pegada de água” (water footprint – termo escolhido pela analogia com “pegada ecológica” – pegada no sentido de “rastro”.) foi calculado. A pegada de água é igual à soma do uso doméstico (interno do país) de água mais a água virtual líquida (diferente de bruta) importada, proposta como uma medida de apropriação real de uma nação dos recursos hídricos globais. Ela dá um quadro mais completo do que quando se olha apenas para água doméstica usada, como se fez até então. Além da “pegada” hídrica de água, os indicadores foram propostos para se ter a noção de autossuficiência em água de uma nação e de uma “nação dependente” em água.

Hoekstra e Hung (2002) também sugeriram em seu estudo que governos comesçassem a atentar para os fluxos globais de comércio virtual de água, recomendando-se a incentivar a produção de outras culturas, como carne, por exemplo, a fim de inferir em como os governos podem deliberadamente interferir nas correntes nacionais de saldos comerciais de água virtual, com o objetivo de alcançar maior eficiência no uso global da água.

Para a execução de seu estudo, os autores adotaram algumas escalas de “cuidado” com a água.

- 1) Local – Eficiência no uso: preço ao consumidor, tecnologias para não desperdício, meio-ambiente, conscientização na utilização;
- 2) Nacional – Eficiência na alocação: alocação eficiente da água em diversos setores da economia (produtos que consomem menos ou mais água na fabricação/cultivo), decisão governamental, inclui saúde e meio-ambiente;
- 3) Mundial – Eficiência no consumo global: Compreensão política e científica das trocas/negociações de água em escala mundial, considerando-se países com abundância e outros com escassez do recurso, e também a capacidade de cada país produzir bens com mais ou menos água virtual incluída. Importar produtos com grande quantidade de água virtual incorporada é o mesmo que proceder na importação de água virtual.

Com relação ao comércio de água virtual estes mesmos autores consideraram algumas premissas básicas. Para se produzir 1 kg de grão em um país com clima favorável (alta umidade – baixa evapotranspiração), são necessários cerca de 1000 a 2000 kg de água. Já num país de clima seco (alta temperatura e alta evapotranspiração) serão necessários de 3000 a 5000 kg de água. Isso faz com que seja vantajoso para

alguns países importarem produtos com grande quantidade de água virtual incorporada e para outros seja rentável exportar tais produtos. O comércio internacional e/ou transcontinental de água “real” (chamamos de “física”) é geralmente impossível, devido às distâncias e custos envolvidos. (HOEKSTRA, 2002).

O método adotado foi o seguinte, já de maneira simplificada, para melhor entendimento:

- 1) Cálculo da demanda específica de água por tipo de produto agrícola do país específico: $SWD = CWR / CY$ onde: SWD = demanda específica de água (m^3/ton); CWR = água necessária na produção (m^3/ha); CY = rendimento da produção (ton/ha).
- 2) Cálculo do comércio de água virtual e da balança comercial de água virtual: $VWT = CT * SWD$ onde VWT = comércio de água virtual (m^3/ano); CT = comércio da produção agrícola (ton/ano); SWD = demanda específica de água (m^3/ton).
- 3) Cálculo da “Pegada de Água” do país: Water Footprint = WU +/- NVWI onde Water Footprint = pegada de água ou consumo “líquido” de água do país (m^3/ano); WU = consumo interno de água (m^3/ano); NVWI = importação (+/-) líquida de água virtual (m^3/ano). É negativo para casos de exportação de água virtual (ex. Brasil).
- 4) Cálculo da escassez nacional de água, e dependência ou autossuficiência em água: $WS (\%) = WU / WA * 100$ onde WS = escassez de água; WU = consumo interno de água (m^3/ano); WA = disponibilidade de água (m^3/ano).

Os dados utilizados pelos autores foram retirados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (Organização de Alimentos e Agricultura das Nações Unidas), disponibilizados em seu site www.fao.org através de um modelo chamado CropWat que calcula a necessidade de água de uma produção específica baseada nos dados de evapotranspiração e nos seguintes parâmetros:

- 1) Plantações feitas sob ótimas condições de umidade do solo, sem o impacto de chuvas significativas, desenvolvimento em condições de irrigação;
- 2) Condições normais de evapotranspiração, culturas sem doenças e bem fertilizadas, em grandes campos com 100% da área com cobertura;
- 3) Coeficiente das produções agrícolas válidos para um único padrão de produção.

Dados climáticos provenientes também da FAO, através de outro modelo também disponível no site, o ClimWat. Ele contém dados de clima de mais de 100 países, e varia conforme a estação do ano.

Os dados referentes aos rendimentos e parâmetros de cada tipo de cultivo estão em um banco de dados também da FAO chamado FAOSTAT, também disponível no site em formato de tabelas.

Apenas para termos uma ideia dos volumes de consumo de água virtual, o Brasil é o décimo maior país exportador de água virtual, com 45 bilhões de m³ de água virtual (líquida) exportada entre os anos de 1995 e 1999. O primeiro são os EUA, com 758 bilhões de m³. O maior importador é o Sri Lanka, com 428 bilhões de m³ e o décimo maior importador é a Itália com 64 bilhões de m³ de água. O que nos chama atenção é que o Brasil aparece (em 1996) como um dos países importadores de água virtual. Isso porque o Brasil também é um grande importador de água virtual, então nesse ano de 1996 a importação superou a exportação. O produto de maior comercialização em termos de água virtual no mundo é o trigo, representando cerca de 30% do total geral mundial de 1995 a 1999. (FAO, 1999)

2.2 Água Física – Umidade e Fotossíntese

Com relação à incorporação de água “física” aos produtos agrícolas podemos considerar o volume ou massa de água (H₂O) incorporada às commodities de duas formas. A maior parte dos produtos agrícolas, como é o caso da laranja, tem grande quantidade de água em sua composição na forma de água líquida, o que chamamos de umidade. Essa é a água em sua forma natural como conhecemos, que pode ter seu volume determinado de maneira relativamente simples em laboratório através de secagem em estufa (SOUZA, 2011). Pesa-se o material em sua forma tal qual como é exportado, em diversas amostras e posteriormente pesa-se novamente depois de seco. Por diferença obtêm-se a massa correspondente à umidade, ou seja, a água física incorporada ao produto.

Entretanto, não é apenas essa água que é incorporada ao vegetal em questão. Durante a fase de crescimento da planta, durante o processo denominado fotossíntese, grande parte da água absorvida pelas raízes é transformada em glicose, molécula fundamental para o desenvolvimento dos vegetais.

A fotossíntese é um processo natural de transformação de energia luminosa proveniente de luz solar em energia química, contida nos glicídeos (açúcares, principalmente glicose, sacarose e amido). Esse processo ocorre com a presença do pigmento clorofila, presente nos cloroplastos das plantas verdes. (BERG, 2008, p.545).

É a partir da glicose que são formados outros açúcares, sejam eles frutose, sacarose, amido, celulose, e outros compostos orgânicos que fazem parte do vegetal. A reação da fotossíntese se dá a partir da equação química (CAMPBELL, 2010, p.187): $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ (na presença de luz e clorofila), sendo, nesta ordem: seis moléculas de gás carbônico e seis de água, resultando em uma molécula de glicose e mais seis de oxigênio liberado na atmosfera. Portanto, para cada molécula de glicose sintetizada pela planta, são necessárias seis moléculas de água. Essa reação química respeita a proporção de 108 gramas de água para cada 180 gramas de glicose, segundo cálculos estequiométricos.

Isto significa que quando temos um material vegetal seco (sem umidade) ainda assim temos nele água incorporada. No caso da laranja, essa proporção não é muito significativa, pois a mesma possui cerca de 89% de umidade e apenas aproximadamente 6% de água embutida pela fotossíntese na glicose. Porém no caso dos derivados da cana-de-açúcar, a proporção de glicose é extremamente representativa. Primeiro porque

o açúcar, um dos principais commodities subproduto da cana é composto de 99,9% de sacarose, e apenas 0,1% de umidade. A sacarose é derivada da glicose da fotossíntese, e respeita a mesma proporção desta com relação à quantidade de água em sua composição, ou seja, 108 gramas de água para 180 gramas de sacarose, ou seja, exatos 60%. Isto significa que, em outras palavras, quando estamos exportando 100 toneladas de açúcar, estamos exportando física e invisivelmente, 60 toneladas ou 60 metros cúbicos, ou ainda, 60.000 litros de água pura.

No caso do outro principal subproduto da cana, o álcool etílico (etanol), comumente chamado de álcool, ou de álcool combustível, que também é o mesmo presente nas bebidas alcoólicas, álcool de limpeza ou farmácia, esta proporção é ainda mais representativa. Para se chegar ao etanol, é necessário outro processo químico, chamado de fermentação alcoólica. A partir do açúcar da cana, se extrai, por fermentação e destilação, o álcool etílico. Assim mostra a equação química (BERG, 2008):



Sendo, na ordem, uma molécula glicose necessária para a produção de duas de etanol e duas de gás carbônico. Essa equação segue a seguinte proporção: 180 gramas de glicose para 92 gramas de etanol, com a liberação de 88 gramas de gás carbônico na atmosfera, (inclusive, este último contribuindo para o efeito estufa). Ora, se foram necessários 108 gramas de água para a obtenção de 180 gramas de glicose, estas mesmas 108 gramas de água foram transferidas para 92 gramas de álcool, com parte da água (átomos de oxigênio) sendo transformados em gás carbônico. Isto significa que, para produzir-se 92 gramas de etanol, retirou-se 108 gramas de água. Ou seja, uma proporção de aproximadamente 117% de água incorporada ao álcool etílico, o que equivale a dizer que para produzirmos 100 toneladas de álcool (sem considerarmos a umidade no caso do álcool hidratado), foram retirados do meio 117 toneladas, ou 117.000 litros de água pura.

2.3 O Consumo Consuntivo de Água

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (2012), disponível no site www.sigrh.sp.gov.br, define o uso consuntivo da água como “aquele no qual há perda entre o que é derivado e o que retorna ao curso de água, avalia-se neste item a situação da utilização dos recursos hídricos para o uso urbano, industrial e irrigação”. Isso quer dizer, em outras palavras, que o consumo consuntivo de água está ligado diretamente ao que definimos como água virtual e água física neste mesmo capítulo. De acordo com a Secretaria, existe a diferença (perda) entre o que é derivado e o que retorna, ou seja, o que sai (no caso da bacia hidrográfica em questão) e o que volta. A água virtual seria toda aquela que sai, pois de alguma forma passou pela cadeia produtiva, porém no conceito de Hoekstra e Hung, não são considerados os volumes de água que retornam. Entretanto, ao propormos o conceito de água física exportada pela umidade e pela fotossíntese, consideramos apenas o que sai efetivamente, pois a parcela de água que retorna à bacia não é considerada nesses conceitos e em suas formas de cálculo. Por outro lado, o conceito de consumo consuntivo não leva em consideração o “retorno” de água por evapotranspiração, pois esse volume de água não sai da bacia hidrográfica, mas também não retorna diretamente na forma líquida para as redes fluviais ou de saneamento de onde foram retiradas.

De acordo com o PERH, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) realizou recentemente um levantamento das informações relativas aos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgotos em todos os municípios do interior paulista, visando a elaboração de planos diretores de saneamento básico. Contudo, as informações levantadas encontram-se ainda em fase de avaliação e consolidação, não sendo possível utilizá-las neste momento. (PERH, 2012)

3 Produção e Exportação de Laranja e Cana-de-açúcar no estado de SP

A seguir apresentaremos alguns dados obtidos sobre produção e exportação de laranja e cana-de-açúcar nos últimos anos, para que possamos inferir sobre o volume de água incorporada nestes produtos agrícolas. Os dados de produção são do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e os dados de exportação tiveram como fonte as associações das respectivas commodities estudadas, Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (Citrusbr) e União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA).

No caso dos dados de produção, pesquisamos os valores por Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR), do Estado de São Paulo. Os EDRs são divisões administrativas feitas pelo IEA para estudos de municípios agrupados, conforme mostra o mapa abaixo:

EDRs – ESTADO DE SÃO PAULO (IEA)



Fonte: CIAGRO/CATI (2012)

Para a exportação, os valores disponíveis pelas associações são:

Total do país para a laranja, sendo consideradas apenas a exportação de Suco de Laranja Congelado Concentrado (FCOJ, da sigla em inglês Frozen Concentrate Orange Juice) e a exportação de Suco de Laranja não Concentrado (NFC, da sigla em inglês Not-from-concentrate), também chamado de Suco de Laranja Integral.

Separação por estado, onde mostramos o total do estado de SP e o total do país para a cana-de-açúcar, dividido em açúcar e etanol, subprodutos finais exportados.

3.1 Produção de Laranja no Estado de SP por EDR

A produção de laranja no estado de São Paulo é mostrada em quantidade de caixas de laranja, sendo que cada caixa pesa 40,8 kg. Para este trabalho convertemos os valores apresentados de quantidade de caixa para toneladas. Abaixo a tabela de produção por ano civil (calendário) e EDR.

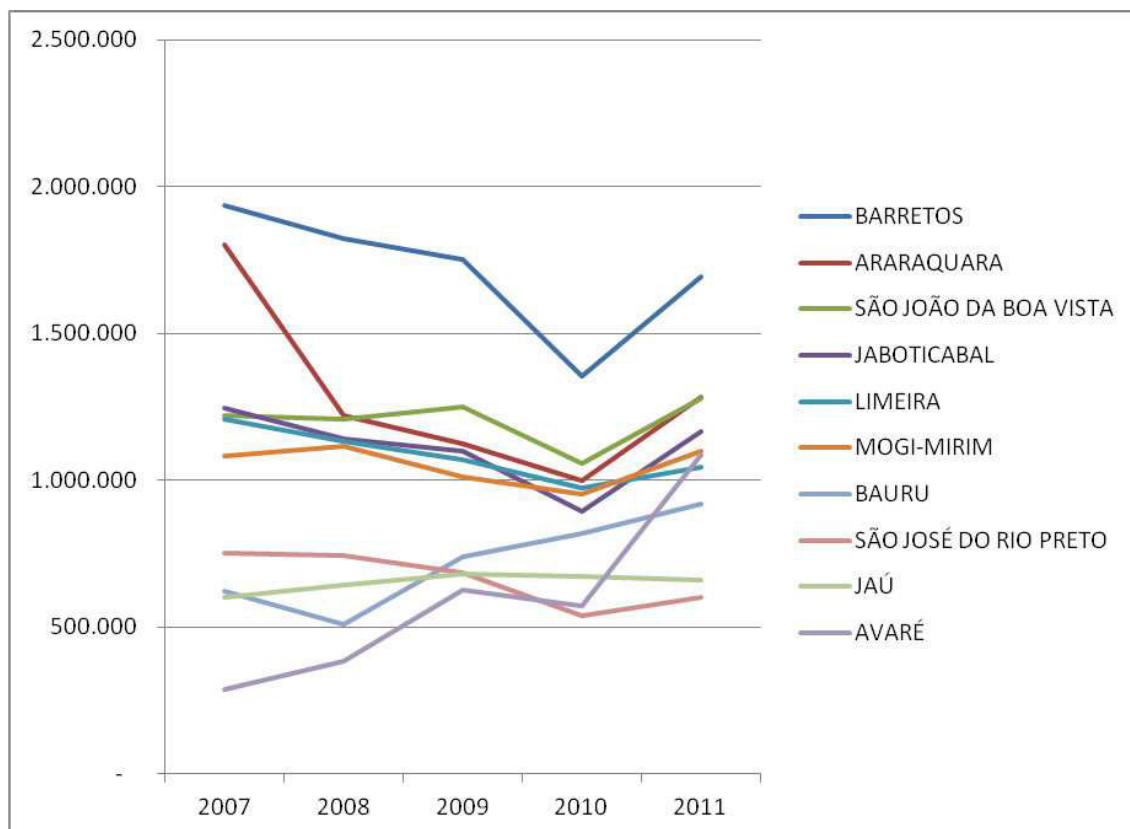
Tabela 1: Produção de Laranja do estado de SP por EDR em toneladas

Produção de Laranja do estado de SP por EDR em toneladas					
	2007	2008	2009	2010	2011
BARRETOS	1.937.401	1.821.234	1.751.459	1.353.401	1.694.650
ARARAQUARA	1.799.745	1.219.236	1.122.475	998.355	1.283.571
SÃO JOÃO DA BOA VISTA	1.219.566	1.208.436	1.250.689	1.055.704	1.280.713
JABOTICABAL	1.244.092	1.139.771	1.099.512	894.276	1.166.336
LIMEIRA	1.206.251	1.131.358	1.070.183	975.086	1.043.383
MOGI-MIRIM	1.080.751	1.114.328	1.010.615	951.406	1.097.527
BAURU	623.842	508.580	737.898	818.222	919.394
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	752.687	744.614	685.343	537.145	599.906
JAÚ	600.886	641.915	682.523	670.565	657.579
AVARÉ	288.485	384.287	628.058	571.244	1.086.285
ITAPETININGA	552.023	557.663	566.720	574.184	688.645
BOTUCATU	452.229	566.257	599.456	654.603	628.416
LINS	481.880	511.577	446.676	581.371	640.069
CATANDUVA	494.039	440.284	419.117	398.000	446.336
JALES	327.986	485.923	445.409	402.519	438.605
FERNANDÓPOLIS	251.589	268.250	276.184	275.285	307.413
OURINHOS	237.268	273.980	274.143	271.947	315.231
VOTUPORANGA	269.042	281.864	265.114	244.951	252.054
ITAPEVA	228.533	217.048	284.364	104.430	182.900
RIBEIRÃO PRETO	228.388	254.336	232.067	137.157	154.035
FRANCA	102.755	130.111	136.782	187.858	249.131
SOROCABA	119.085	144.420	145.906	115.664	125.564
GENERAL SALGADO	143.441	139.765	103.524	109.112	147.867
PIRACICABA	113.550	122.250	108.956	98.349	122.658
BRAGANÇA PAULISTA	57.744	48.292	48.920	41.583	49.323
MARÍLIA	27.521	27.354	29.013	27.154	61.130
ANDRADINA	30.792	27.895	33.041	29.897	26.954
CAMPINAS	26.093	30.863	23.560	45.385	14.067
ASSIS	5.335	12.009	10.067	8.833	9.375
PINDAMONHANGABA	7.511	5.585	4.313	6.132	5.208
GUARATINGUETA	4.949	4.324	2.358	837	845
MOGI DAS CRUZES	2.958	2.958	3.121	429	477
PRESIDENTE PRUDENTE	2.571	2.600	1.507	1.352	1.124
SÃO PAULO	3.011	1.373	1.557	1.302	1.305
ORLÂNDIA	-	-	-	-	3.671
DRACENA	820	548	286	346	326
TUPÃ	451	468	307	500	570
REGISTRO	-	-	50	-	50
Total do estado de SP	14.925.270	14.471.754	14.501.272	13.144.585	15.702.692

Fonte: IEA (2012)

O gráfico a seguir mostra a evolução no decorrer dos últimos anos para o setor. Os dados correspondem aos valores da tabela anteriormente mostrada.

Gráfico 1: Produção de laranja (t) pelos 10 (dez) maiores EDRs no estado de São Paulo 2007-2011.



Valores em toneladas – Fonte: IEA (2012)

3.2 Produção de Cana-de-açúcar no Estado de SP por EDR

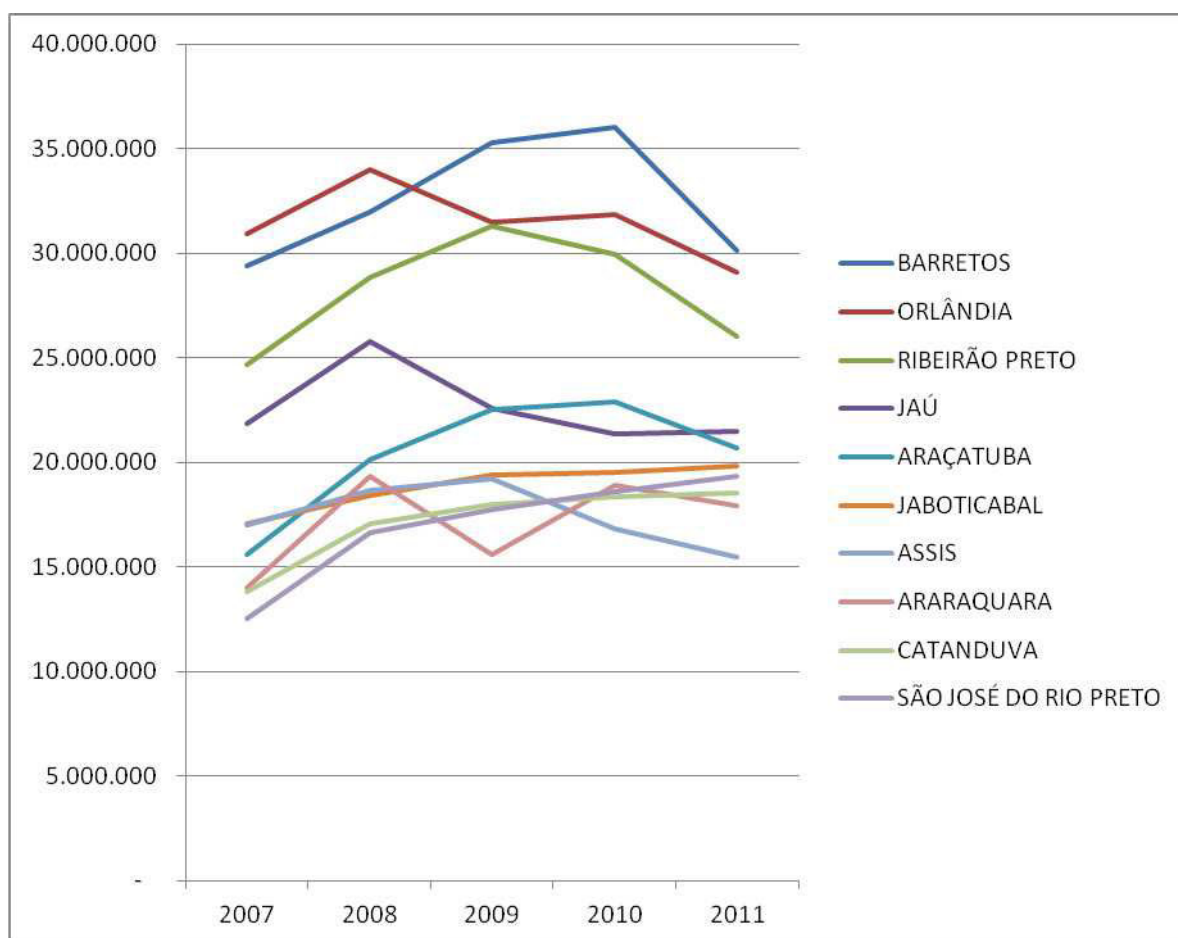
A produção de cana-de-açúcar já é dada originalmente em toneladas pelo IEA.

Tabela 2: Produção de Cana-de-açúcar (t) por EDR no estado de São Paulo 2007-2011.

Produção de Cana-de-açúcar do estado de SP por EDR em toneladas					
	2007	2008	2009	2010	2011
BARRETOS	29.413.585	31.983.005	35.267.680	36.023.478	30.133.168
ORLÂNDIA	30.948.720	33.993.971	31.474.056	31.857.327	29.074.276
RIBEIRÃO PRETO	24.686.475	28.845.566	31.322.535	29.926.410	26.026.816
JAÚ	21.867.140	25.759.239	22.608.483	21.330.333	21.476.033
ARAÇATUBA	15.576.541	20.102.983	22.549.621	22.909.471	20.681.102
JABOTICABAL	17.066.320	18.425.790	19.398.930	19.490.530	19.837.363
ASSIS	16.994.756	18.677.351	19.219.994	16.793.699	15.474.824
ARARAQUARA	14.006.000	19.313.395	15.620.815	18.932.363	17.938.101
CATANDUVA	13.840.670	17.050.130	17.992.030	18.341.540	18.519.480
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	12.546.820	16.631.417	17.745.717	18.605.477	19.354.821
ANDRADINA	10.427.770	15.669.858	18.325.896	19.254.682	20.842.554
PIRACICABA	12.098.410	12.194.748	13.143.780	14.456.500	13.865.764
PRESIDENTE PRUDENTE	7.557.364	10.499.360	13.464.050	14.996.090	18.044.210
GENERAL SALGADO	8.701.940	11.443.939	13.936.516	14.799.770	11.219.131
LIMEIRA	9.811.861	11.518.303	12.263.996	11.512.787	12.187.257
LINS	4.291.950	10.050.246	13.236.863	13.151.103	13.293.743
FRANCA	9.091.700	10.378.280	11.446.090	12.637.500	9.096.275
DRACENA	7.456.135	9.288.235	11.890.038	12.039.955	11.191.972
SÃO JOÃO DA BOA VISTA	9.938.733	9.496.825	10.305.920	9.955.052	10.216.443
OURINHOS	7.825.700	8.531.750	9.195.050	9.122.900	8.457.400
BAURU	7.469.133	8.887.865	8.846.650	9.730.552	8.181.288
VOTUPORANGA	5.839.720	7.435.422	9.530.762	8.374.258	7.977.663
BOTUCATU	6.066.960	5.896.000	6.323.769	6.376.369	5.950.328
PRESIDENTE VENCESLAU	3.837.578	4.644.327	6.133.217	6.367.776	7.233.034
TUPÃ	3.527.916	4.343.098	5.239.348	5.679.448	5.341.986
AVARÉ	3.262.900	3.677.780	4.425.110	6.259.350	4.497.022
MOGI-MIRIM	3.574.500	4.469.760	5.133.284	3.447.198	3.734.555
ITAPETININGA	3.233.500	3.153.500	3.116.600	3.214.500	3.511.950
FERNANDÓPOLIS	1.633.860	3.122.100	3.426.700	3.934.820	3.942.820
CAMPINAS	1.978.276	2.650.175	2.628.600	2.557.436	2.106.253
MARÍLIA	781.188	1.653.282	2.306.760	2.130.620	1.761.550
SOROCABA	947.750	949.700	2.228.340	2.241.860	2.006.200
JALES	303.500	1.307.700	1.799.965	2.256.910	2.454.290
ITAPEVA	550.450	881.400	848.750	801.798	607.025
BRAGANÇA PAULISTA	348.490	306.832	357.040	250.395	213.360
PINDAMONHANGABA	168.782	173.632	177.332	183.060	19.460
REGISTRO	2.751	1.240	115.430	1.135	1.600
GUARATINGUETA	5.164	11.327	39.402	2.458	10.150
MOGI DAS CRUZES	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
SÃO PAULO	780	758	300		500
Total do estado de SP	327.683.588	393.422.087	423.087.218	429.948.709	406.483.568

Fonte: IEA (2012)

Gráfico 2: Produção de Cana-de-açúcar (t) pelos 10 (dez) maiores EDR no estado de São Paulo 2007-2011.

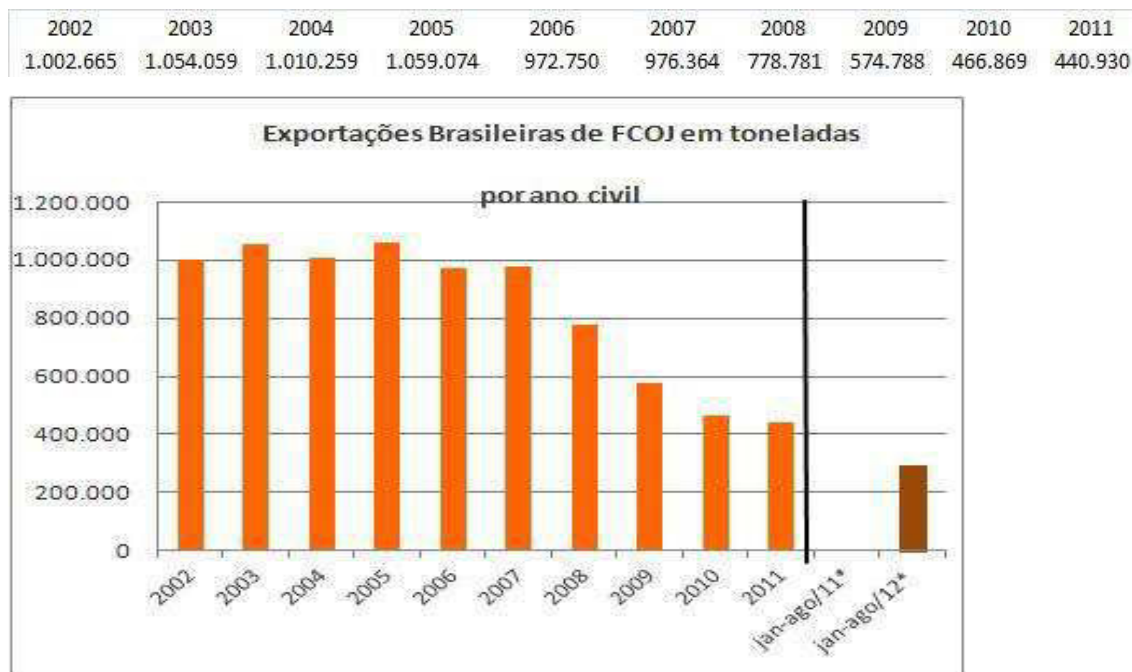


Valores em toneladas – Fonte: IEA (2012)

3.3 Exportações Brasileiras de Suco de Laranja

No caso das exportações de laranja, a Citrusbr disponibiliza os dados de exportação por tipo de suco exportado em toneladas, total do país, conforme tabela e gráficos abaixo: para FCOJ: toneladas de suco por ano

Gráfico 3: Exportações Brasileiras de FCOJ em toneladas



Fonte: Citrusbr (2012)

para NFC: toneladas de suco por ano

Gráfico 4: Exportações Brasileiras de NFC em toneladas...



Fonte: Citrusbr (2012)

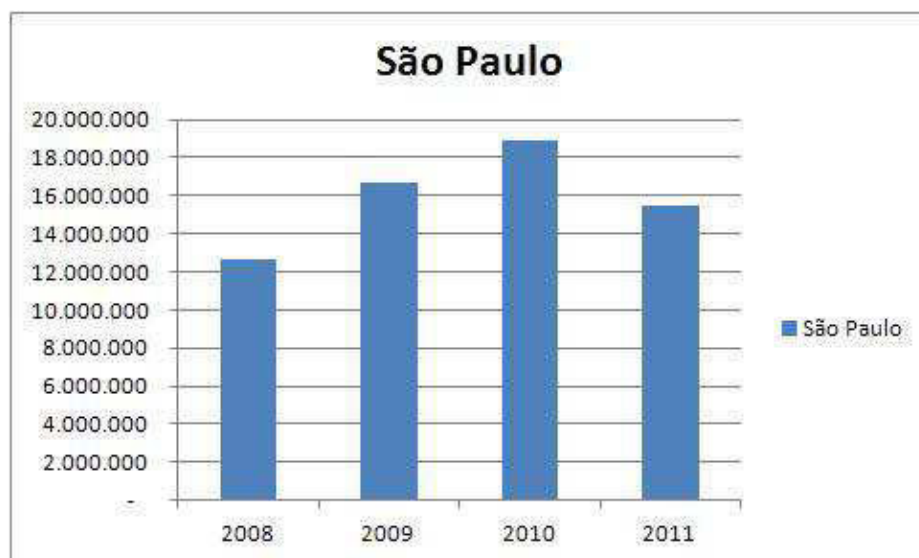
3.4 Exportações Brasileiras e Paulistas de Açúcar e Etanol

Com relação às exportações de açúcar e etanol, a UNICA disponibiliza os dados por toneladas para o açúcar e por mil litros para o etanol, por ano e por estado.

Quadro 1. Exportação de Açúcar (t) estado de São Paulo e Brasil – 2008-2011.

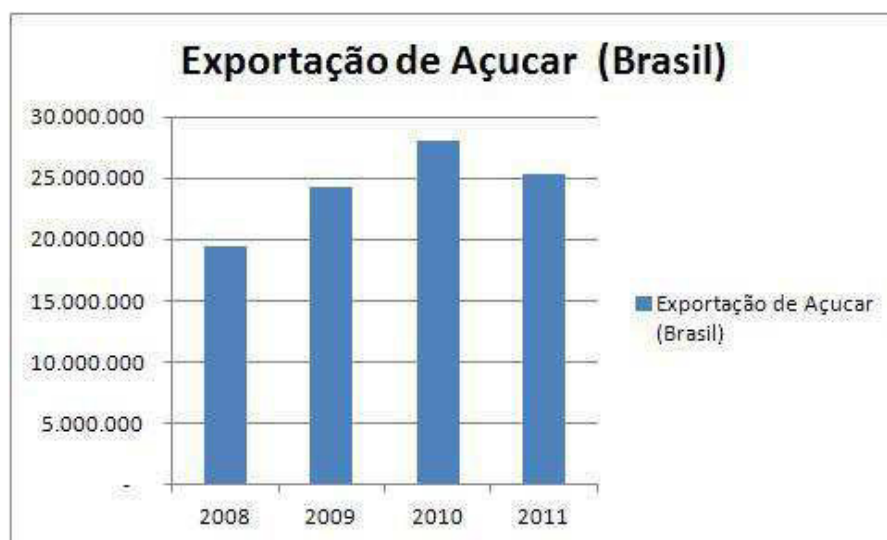
	2008	2009	2010	2011
São Paulo	12.673.942	16.675.757	18.905.934	15.439.439
Brasil	19.472.458	24.294.090	27.999.821	25.356.973

Gráfico 5: Exportações de Açúcar do estado de SP



Fonte: UNICA (2012)

Gráfico 6: Exportação Brasileira de Açúcar



Fonte: UNICA (2012)

Quadro2: Exportação de Etanol (mil litros) estado de São Paulo e Brasil – 2008-2011.

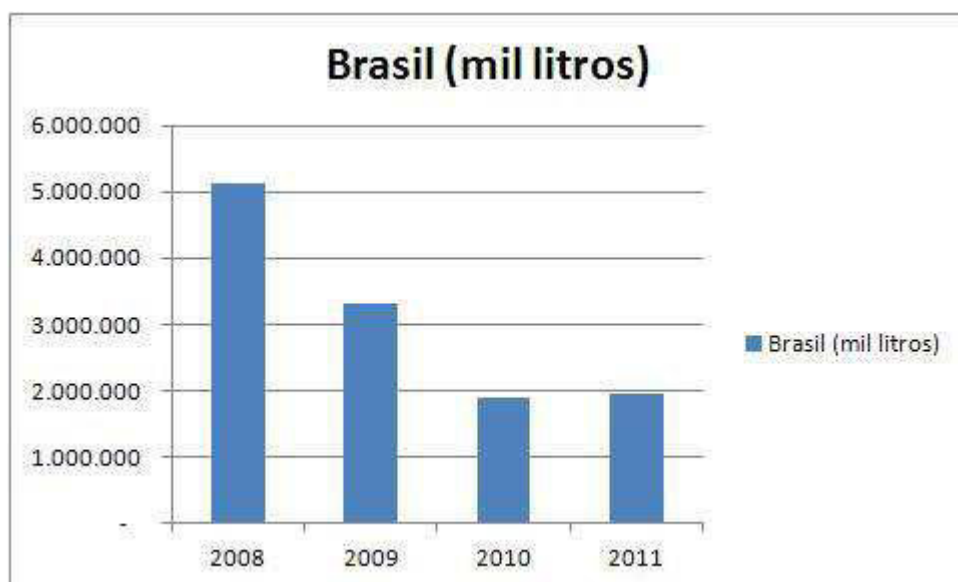
Exportação de etanol: (mil litros)

mil litros	2008	2009	2010	2011
São Paulo	3.434.821	2.292.107	1.197.045	1.459.671
Brasil	5.118.696	3.308.384	1.905.419	1.967.556

Gráfico 7: Exportações de Etanol do estado de SP



Gráfico 8: Exportações Brasileiras de etanol (mil litros)



Fonte: UNICA (2012)

4 Balanço Hídrico

Tradicionalmente o Balanço Hídrico é equacionado da seguinte forma, segundo Thornthwaite e Mather (1955):

$\Delta S = P - ETR - R - I$, onde:

ΔS = Variação da armazenagem de água no solo/subsolo;

P = Precipitação;

ETR = Evapotranspiração Real;

R = Deflúvio ou Escoamento total;

I = Infiltração.

Nesse estudo, consideramos que uma parte da água é inserida na bacia hidrográfica em questão a partir da irrigação (exploração de águas subterrâneas), e outra parte é retirada desta bacia pelo consumo consuntivo com consequente incorporação de água física (umidade, fotossíntese) ao produto final.

Portanto, passamos a ter novas variáveis compondo o Balanço Hídrico tradicional, a saber:

$\Delta S = P + AI - ETR - R - I - CC$, sendo:

AI = Água subterrânea proveniente da irrigação;

CC = Consumo consuntivo de água incorporada fisicamente ao produto.

É importante considerarmos que o Balanço tradicional proposto por Thornthwaite e Mather (1955) não contempla estas novas variáveis, fundamentais para a compreensão do Consumo Consuntivo de água conforme proposto neste trabalho. A irrigação colabora com uma nova entrada de água no sistema balanço hídrico e o consumo consuntivo com uma nova saída neste balanço.

5 Experimentos em Laboratório

Os dados da TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (elaborada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2011) foram fundamentais para este estudo, pois nos informaram a umidade e composição química das commodities estudadas. Portanto, achamos importante fazer um ensaio em laboratório apenas para nos certificarmos que os dados seriam confiáveis.

Para se confirmar tais dados provenientes da TACO, com relação à umidade da laranja, foram feitos os seguintes ensaios em laboratório com amostras de laranja (tipo pêra): determinação da umidade por secagem em estufa e determinação de sólidos totais por queima completa em mufla. Conforme a tabela da Unicamp, a umidade desse tipo de laranja é de cerca de 89,6%, proteínas 1,0g, lipídeos 0,1g, carboidratos 8,9g, fibras 0,8g e cinzas 0,3g (para amostra de 100g). (TACO, 2011)

A umidade corresponde ao volume total de água líquida (H₂O) presente na planta, enquanto que os sólidos totais correspondem ao que resta no vegetal após sua queima completa, ou seja, após a combustão das substâncias inflamáveis (lipídeos, carboidratos e fibras), sobrando-se apenas parte das proteínas, e as cinzas.

Para se efetuar tal experimento, seguiu-se o seguinte procedimento, com os resultados obtidos:

- Pesagem do cadinho seco (recipiente onde é colocada a amostra): 35,9245g
- Pesagem do cadinho com a amostra úmida (fruta in natura): 52,0117g

Portanto obtivemos uma amostra com 16,0872g.

- Secagem da amostra em estufa por 24 horas
- Pesagem do cadinho com amostra desidratada (seca): 37,6492g

Obtivemos, então, uma amostra desidratada (seca) com a massa de 1,7247g, sendo assim a diferença corresponde à umidade, ou seja, 14,3625g, ou 89,3%.

- Queima do cadinho com amostra seca (desidratada) em mufla a 500°C por uma hora
- Pesagem do cadinho com amostra calcinada (queimada) após resfriamento: 36,1389g

O resultado foi, assim, para sólidos totais (subtraindo-se o peso do cadinho vazio) 0,2144g, o que corresponde a 1,33% da massa total da amostra.

Tabela de resultados de secagem e queima de laranja em laboratório:

QUEIMA DA LARANJA EM LABORATÓRIO		
	<u>gramas</u>	<u>%</u>
Cadinho seco	35,9245	
Cadinho com amostra úmida	52,0117	
Amostra úmida	16,0872	
Cadinho com amostra seca	37,6492	
Amostra seca	1,7247	
Umidade	14,3625	89,3%
Cadinho com amostra calcinada	36,1389	
Sólidos Totais	0,2144	1,33%

Fonte: Dados da pesquisa

Destaca-se que ambos os resultados foram bastante satisfatórios, pois se aproximaram bastante da tabela TACO da Unicamp. Umidade de 89,6% na TACO, contra 89,3% em nosso teste, e proteínas mais cinzas de 1,3g na tabela TACO (correspondente a 1,3% em 100g) contra 1,33% de sólidos totais em nosso teste, estas aproximações ratificam a validade de nossos experimentos laboratoriais.

6 Conclusão

De posse de todos os dados apresentados nos capítulos anteriores, torna-se possível fazermos algumas análises.

Em primeiro lugar, fica claro, a partir das considerações feitas na Introdução e dos conceitos colocados por Hoekstra e Hung, que o Brasil se transformou ao longo das últimas décadas em fornecedor mundial de água. Podemos dizer isto partindo-se dos princípios conceituados sobre água virtual de Hoekstra e Hung e também pela característica do comércio exportador de nosso país, claramente o agronegócio. Esta afirmação deve ser levada em consideração durante a execução dos planos de governo de nosso país, pois é um risco se pensar que nosso país é abundante em água sendo que nossos regimes hidroclimáticos não são uniformes e que o tempo de recarga dos aquíferos de onde a maior parte da água é retirada por irrigação não é conhecido.

Os conceitos de água virtual apresentados de Hoekstra e Hung levam em consideração toda a água consumida durante o processo produtivo das culturas agrícolas, inclusive aquela que não sai da bacia hidrográfica em questão, pois retorna a ela, seja por infiltração, seja por evapotranspiração, ou ainda por escoamento superficial para os rios ou para a rede sanitária. Os valores apresentados por estes autores são de 1000 a 5000 litros de água por kilograma de produto agrícola, valor que jamais poderia ser considerado como totalmente incorporado ao produto, seja umidade ou seja através da gênese vegetal (fotossíntese). Entretanto, existe um viés positivo nesta conceituação. Como Hoekstra e Hung consideram toda a água utilizada no processo produtivo, mesmo aquela água que retorna à bacia, e, portanto, não é exportada, ela pode ter sido, ao menos temporariamente, comprometida em sua qualidade. Esta água que se transformou em chuva pela evapotranspiração ou aquela que retornou aos rios por escoamento superficial, ou até mesmo profundo, perde sua pureza se comparada à mesma que tinha quando estava armazenada nos mananciais subterrâneos. Daí surge também a grande preocupação em se manter nossos aquíferos preservados, salvando suas áreas de recarga com Áreas de Preservação Ambiental (APAs). Mais uma vez se torna importante o conhecimento do tempo de recarga dos aquíferos, pois equivale também ao tempo de purificação da água, além de sua estocagem.

De acordo com os dados da TACO, confirmados por nossos testes de laboratório, podemos concluir que a laranja (variando conforme o tipo) tem cerca de 90% de umidade e quase 10% entre carboidratos e fibras dos quais cerca de 60% podem

ser considerados água, de acordo com sua gênese pela fotossíntese. Ou seja, grosso modo, temos pelo menos 95% de água incorporada à laranja. Porém, como mostra a associação da classe, não é o fruto in natura que é exportado. Felizmente, a TACO também disponibiliza dados da composição química do suco de laranja. Que são os seguintes (e bem semelhantes ao da fruta): cerca de 91% umidade e cerca de 9% carboidratos (variando também conforme o tipo de laranja), ou seja temos neste caso 96,4% de água incorporada. Para efeito deste trabalho, vamos considerar também 95%, apenas como margem de erro. Também é exportado o FCOJ (suco de laranja congelado concentrado), e conforme dados da Citrusbr (2012), este tipo de suco é concentrado em média 5,5 vezes. Portanto, este tipo de suco tem 5,5 vezes a mais carboidratos no lugar de umidade, então a proporção nesta variante é de 50,5% de umidade e 49,5% de carboidratos. Como estamos considerando, pela fotossíntese, 60% dos carboidratos sendo água, temos então a proporção final de aproximadamente 80% de água incorporada fisicamente ao FCOJ.

Com base nestes dados, podemos concluir que foram exportados fisicamente (umidade e fotossíntese) nos últimos quatro anos (2008 a 2011) por nosso país, apenas através do suco de laranja tipo FCOJ, 1.809.044 m³ de água, ou seja, 1 bilhão e 800 milhões de litros.

Com relação ao suco tipo NFC, temos no mesmo período, exportados pelo Brasil o volume de 3.669.943 m³ de água incorporada, ou seja, aproximadamente 3 bilhões e 700 milhões de litros. É importante levar em consideração que a venda desta modalidade de produto vem crescendo.

Fazendo agora a análise das exportações físicas de água incorporada aos subprodutos da cana, para o açúcar, que tem cerca 60% de água incorporada pela fotossíntese, temos o volume de 58.274.005 m³ ou quase 58 bilhões e 300 milhões de litros de água, também pelo país nos últimos quatro anos (2008 a 2011). Já no caso do etanol, que estamos considerando a incorporação de cerca de 117% de água ao produto final, temos o volume, neste mesmo período, também de todo o país, de aproximadamente 14.391.066 m³ de água, ou quase 14 bilhões e 400 milhões de litros.

Somando-se todos os volumes de água incorporada fisicamente apenas a estes quatro produtos estudados, temos 78.144.048 m³ de água nos últimos quatro anos, ou seja, uma média anual de 19,5 bilhões de litros exportados por nosso país.

Tendo-se noção da relevância destes números faz-se necessário avaliarmos a forma com que calculamos balanço hídrico, visto que até então, não eram consideradas as variáveis de consumo consuntivos nos balanços tradicionais. É claro que este trabalho não terá grande valor se não forem somados esforços para termos pelo menos ideia da capacidade de recarga dos aquíferos brasileiros, sobretudo com relação com a velocidade com a qual a água retorna aos mananciais profundos.

O grupo de estudos GeoSaga, do qual faço parte, vêm fazendo alguns projetos multidisciplinares que objetivam principalmente dar subsídio aos Planos Estaduais de Recursos Hídricos, ao Departamento de Água e Energia Elétrica de SP (DAEE), para a forma como a utilização das águas subterrâneas de nosso estado é outorgada, cobrada e utilizada. Para tanto contamos com o apoio do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO).

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. **Relatório Anual de Agricultura**. São Paulo: FNP. 2011.
- BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 6ª ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- BLANCHON, D. **Atlas mondial de l'eau. De l'eau pour tous?** Paris : Autrement, 2009. PNUD, Rapport mondial sur le développement humain, 2006 Economica, 2006. Disponible sur: <http://hdr.undp.org/fr/rapports/mondial/rmdh2006/>
- CAMPBELL, N. A.; REECE, J. B. **Biologia**. 8ª ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.
- CASTILHO, R. **Agronegócio e Logística em Áreas de Cerrado: expressão da agricultura científica globalizada**. Revista da ANPEGE. v. 3, p. 33 - 43, 2007.
- CITRUS BR, disponível em <http://www.citrusbr.com> em 08/10/2012
- FREDERICO, S. **O Novo Tempo do Cerrado: Expansão dos Fronts Agrícolas e Controle do Sistema de Armazenamento de Grãos**. 1ª ed., São Paulo: AnnaBlume, 2010. v. 1. 259 p.
- GALLAND, F. **L'eau. Géopolitique, enjeux, stratégies**. Paris. CNRS Ed., 2008.
- 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 No.11. IHE Delft, Netherlands, 2002 (Setember), 120p.
- HOEKSTRA, A.Y. **Virtual water trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade**. Value of Water Research Report Series No. 12. IHE, DA Delft Netherlands, 2003. 244p.
- NASCIMENTO, L. N., BECKER, M. L. The Implications of the “Virtual Water Trade” and Virtual Environmental Degradation Trade for the São Francisco River Basin in Brazil. **Rev. Ciênc. Admin.**, Fortaleza, v. 14, n. 2 , p. 175-190, dez. 2008.
- NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **TACO Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, p. 38, 2011.
- OLIVEIRA, A. U. **Modo de produção capitalista, agricultura e reforma agrária**. 1ª Edição. São Paulo, FFLCH/Labur Edições, 2007.
- PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, disponível em www.sigrh.sp.gov.br em 06/10/2012.
- RICHARD, V. **La coopération sur la gestion des cours d'eau internationaux en Asie**. Paris: La Documentation Française, 2005.
- SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SOUZA, J. G. **COMMODITIES E ÁGUA ELEMENTOS DE UMA NOVA GEOPOLÍTICA: a exportação virtual e física e seus efeitos sobre os regimes hidroclimáticos no estado de São Paulo**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP, Rio Claro-SP, 2011.(Projeto de Pesquisa Fapesp).
- SOUZA, J. G.; BORGES, A. C. G.; TEIXEIRA NETO, J. . Commoditização da economia brasileira e a exportação física de água: análise das exportações de soja. In: **Waterlat 2010 - Conferência Internacional**, 2010, São Paulo - SP. Anais Waterlat

2010 A tensão entre a justiça ambiental e social: o caso da gestão da água. São Paulo - SP: PROCAM/USP – Newcastle University, 2010. v. 1. p. 1-15.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955. 104p.

UNESCO, **Facing the Challenges**. World Water Development Report 3. 2009. Disponível: www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/case_studies/index.shtml

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar, disponível em www.unicadata.com.br (06/10/2012)

VESENTINI, J. W. **Novas geopolíticas**. São Paulo: Contexto, 2000.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ANTONELLO, S. L. Um sistema de planejamento e gestão para bacias hidrográficas com uso de análise multicritérios. 2008, 130p. Tese (doutorado em Ecologia de Agrossistemas). ESALQ-USP, Piracicaba-SP.
- BRAGATTO, J. Avaliação da composição química da parede celular de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) que superexpressam o gene *ugdh* de soja, que codifica a enzima UDP-glicose desidrogenase (EC 1.1.1.22). Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba-SP, 2007.
- CARPITA, N. C.; GIBEAUT, D. M. Structural models of primary cell in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. **The Plant Journal**, Oxford, v. 3, p.1-30, 1993.
- HAYASHI, T. Xyloglucans in the primary-cell wall. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 40, p. 139-168, 1989.
- JOHN, L.; MARCONDES, P. **O Valor da Água – Primeiros resultados da cobrança nas Bacias PCJ**. São Paulo: Camirim Editorial, 2010.
- MACCANN, M. C.; ROBERTS, K. Architecture of the primary cell wall. In: LLOYD, C. W. (Ed.). **The cytoskeletal basis of plant growth and form**. San Diego: Academic Press, 1991. p. 109-129.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biology of Plants**. New York: Worth Publ., 2001. p. 791.
- São Paulo. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. São Paulo, Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1999. (119 p. : il)
- SILVA, G.M.P. Diagnóstico Ambiental, Qualidade de Água e Índice de Depuração do Rio Corumbataí – SP. 1999, 155 p. Dissertação (Mestrado). Centro de Estudos Ambientais CEA-UNESP, Rio Claro-SP.
- TUCCI, C. E. M.; **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009