



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia  
Departamento de Economia

VIRTUAL WATER TRADE, REFLEXÕES SOBRE A INSERÇÃO DO BRASIL NO  
COMÉRCIO INTERNACIONAL

Bernardo Resch D'Oliveira

Brasília-DF

2016

Bernardo Resch D'Oliveira

VIRTUAL WATER TRADE, REFLEXÕES SOBRE A INSERÇÃO DO BRASIL NO  
COMÉRCIO INTERNACIONAL

Monografia apresentada ao Departamento  
de Economia da Universidade de Brasília (UnB) para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Econômicas.

Professor Orientador: Clóvis Zapata

Banca Examinadora:

Clóvis Zapata

Andrei Domingues Cechin

Brasília-DF

2016

## Resumo

Nesse trabalho busco relacionar a escassez hídrica e os padrões de comércio internacional de bens intensivos em água, analisando com mais detalhes o caso brasileiro. Na análise, as commodities agrícolas recebem destaque por serem os principais produtos intensivos em água e representarem uma parcela elevada das exportações da economia brasileira. O estudo sublinha a situação hídrica e agrícola brasileira comparando com a de outros países exportadores de commodities por meio de uma análise da tendência de crescimento da escassez hídrica com o volume de *virtual water trade*, verificando como o cenário de escassez hídrica pode influenciar a produção e os padrões de comércio internacional.

**Palavras-chave:** Comércio Internacional, Escassez Hídrica, *Virtual Water Trade*.

## **Abstract**

In the present work, I seek to find a relation between the water scarcity and the patterns on the international water-intensive goods trade, analyzing more thoroughly the Brazilian example. In this analysis the farming-based commodities are highlighted since those are the main water-intensive products adding to the fact that they represent a big part of the Brazilian exports. The study underlines the water and farming situations in Brazil comparing them to those of other commodities exporting countries by analyzing the growth trend in water scarcity with virtual water trade volume, observing how the water scarcity scenery could influence the production and the international trade patterns.

**Keywords:** International Trade, Water Scarcity, Virtual Water Trade.

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	8
<b>2. Setor agropecuário no Brasil</b> .....	10
2.1 Características agropecuárias .....	10
2.2 Características hídricas do Brasil e sua utilização no setor agropecuário .....	14
<b>3. Comércio internacional e inserção do Brasil no comércio agropecuário</b> ..	18
3.1. Panorama Geral do Comércio internacional .....	18
3.2. Comércio agropecuário .....	24
3.2.1. Volatilidade dos preços agropecuários .....	24
3.2.2. Comércio Internacional de produtos agrícolas .....	32
<b>4. Virtual Water Trade</b> .....	36
4.1. Produção Agrícola Brasileira e Virtual Water Trade.....	45
<b>5. Escassez, autosuficiência hídrica e importação/exportação líquida de virtual water</b> .....	50
5.1. Índices utilizados .....	50
5.2. Recursos Hídricos e Padrão Comercial de Virtual Water .....	52
<b>6. Conclusão</b> .....	64
<b>7. Referência Bibliográfica</b> .....	66

## Lista dos Gráficos

- Gráfico 1 - Escassez hídrica (WS) e a autossuficiência hídrica(WWS) ..... 56
- Gráfico 2 - O volume de *virtual water* importado (NVWI) pelos importadores líquidos com o grau de escassez do país (WS) no período 1995 – 1999 ..... 57
- Gráfico 3 - O volume de *virtual water* importado (NVWI) pelos importadores líquidos com a autossuficiência hídrica (WSS) no período 1995 – 1999 ..... 58
- Gráfico 4 - O volume de *virtual water* exportado (NVWE) pelos exportadores líquidos e o grau de escassez do país (WS) no período de 1995 – 1999 ..... 59
- Gráfico 5 - O comportamento dos principais importadores e exportadores líquidos de *virtual water*, no período de 1980 – 2010 ..... 61
- Gráfico 6 - O comportamento do coeficiente de escassez (WS) dos principais importadores e exportadores de *virtual water* de 1980 – 2010 ..... 62
- Gráfico 7 - O comportamento do coeficiente de autossuficiência hídrica (WS) dos principais importadores e exportadores de *virtual water* de 1980 – 2010 ..... 63

## Lista das Tabelas

Tabela 1 - Coeficiente de exportação da indústria geral 1995-2011.....	22
Tabela 2 - Coeficiente de penetração de importações da indústria geral 1998-2009 .....	23
Tabela 3 – Coeficiente dos insumos importados da indústria geral 1997- 2009.....	23
Tabela 4 – Média Global de Water footprint de alguns produtos por unidade .....	44
Tabela 5 – Exportação bruta, importação bruta e exportação líquida brasileira de virtual water de algumas commodities .....	48

## 1. Introdução

A água é um recurso escasso, o aquecimento global, o crescimento populacional, a urbanização crescente e a expansão da atividade agrícola têm modificado os ciclos regionais de água. O comércio internacional de commodities é um outro fator que se relaciona com a escassez de recursos hídricos, visto que alguns bens são intensivos em água (Kagohashi *et al.* 2015). A água utilizada no processo de produção agrícola ou industrial é chamada de *virtual water*, em outras palavras é a água necessária para a produção de um produto.

Países abundantes em água, como é o caso do Brasil, podem se beneficiar exportando bens intensivos em água, enquanto para países escassos em água pode ser atrativo importar produtos intensivos em água em vez de produzi-los. A escassez dos recursos hídricos é um fenômeno suscetível à produção mundial de alimentos e às suas mudanças. Estima-se que com o aumento populacional e as mudanças nos hábitos alimentares das pessoas, a demanda por produtos agrícolas vai aumentar e conseqüentemente, o consumo de água potável (Pingali, 2007).

Assim, na análise do comércio internacional de commodities, principalmente as relacionadas à agropecuária e pecuária, deve-se destacar o *virtual water trade* existente nessas operações, já que os principais produtos comercializados são intensivos em água e em um cenário de escassez hídrica a questão da água se torna fundamental para os países.

O Brasil pode desempenhar um papel importante no contexto do *virtual water trade*, e neste trabalho buscamos examinar sua inserção neste cenário, considerando a relação entre a capacidade hídrica dos países e os padrões de comércio internacional de bens intensivos em água, observando que commodities agrícolas são os principais produtos intensivos em água e no caso brasileiro são as mercadorias de exportação mais relevantes.

No primeiro capítulo são analisadas as características agrícolas e hídricas do Brasil. É sinalizada a importância do setor agrícola na atividade econômica do país e a relevância do Brasil no cenário agrícola internacional. Destaca-se a



distribuição hídrica brasileira ao longo do território nacional e como esse recurso é utilizado pelos diversos setores da economia brasileira, comparando a situação brasileira com as de outros países exportadores de commodities agrícolas,

No segundo capítulo se analisa o comércio internacional de commodities, principalmente o relacionado à agricultura e pecuária, e a inserção do Brasil nesses setores comparando com a situação de outros países. Na análise dos fluxos do comércio internacional é destacada a importância do *virtual water trade* existente nessas operações e as principais tendências de crescimento das exportações e importações em um horizonte de 25 anos, descrevendo o comportamento de alguns países e produtos nesse novo cenário. Também é realizada uma revisão da literatura a respeito da volatilidade dos preços agrícolas, procurando entender suas causas econômicas e físicas tanto quanto seus efeitos sobre a produção e consumo desses produtos relacionando com a escassez hídrica, que é um recurso fundamental para a produção desses bens.

O terceiro capítulo aborda o tema do *Virtual Water Trade* por meio de uma revisão da literatura, focando nos estudos que possuem um impacto maior no tema desse trabalho. São destacados os principais conceitos dessa literatura, a relação entre escassez hídrica e *virtual water trade*, os benefícios econômicos que países exportadores de bens intensivos em água podem obter, a utilização de *blue* e *green water* na agricultura e os impactos da escassez de água e do *virtual water trade* nas mudanças dos padrões internacionais de comércio. Na última parte do capítulo é analisada o *virtual water trade* para o caso brasileiro.

No último capítulo busca-se analisar a tendência de crescimento das variáveis *virtual water trade* e escassez hídrica, verificando a relação entre elas. Também se investiga o comportamento, desde a década de 80 até 2010, dos principais importadores e exportadores líquidos de *virtual water* relacionando com a escassez e a autosuficiência hídrica ao longo deste tempo.

## **2. Setor agropecuário no Brasil**

### **2.1 – Características agropecuárias**

O Brasil é uma das grandes potências agrícolas e de pecuária mundiais e estes setores são extremamente importantes para a economia brasileira. Nas últimas três décadas, a produção agrícola mais que dobrou em relação ao ano de 1990, tendo a produção pecuária praticamente triplicado nesse período.

Atualmente o Brasil é o segundo maior exportador de commodities do mundo, sendo o maior exportador de produtos como açúcar, suco de laranja e café, além de ser um importante fornecedor de tabaco, aves, milho, arroz e carne bovina, apesar desses últimos serem principalmente consumidos pelo mercado interno (*World Bank*, 2015).

As exportações dos setores de agricultura foram responsáveis por 36% do total das exportações do país, totalizando um valor de US\$ 86 bilhões em 2013, compensando o déficit de outros setores, Embora esta represente apenas 5,4% do PIB em 2010-13, ela empregou uma força de trabalho de 13% em 2012 (*Organization for Economic Cooperation and Development - Food and Agriculture Organization*, 2015).

O Brasil possui uma agricultura variada por conta dos diversos climas existentes em seu território. As regiões Sul e Centro-Oeste possuem características de maior pluviosidade, melhores solos e infraestrutura mais desenvolvida, usam insumos de forma intensa e estão equipadas com tecnologias avançadas. O Brasil Central contém muitas áreas de pasto degradado com potencial para produção agrícola. A produção de grãos, oleaginosas e outros cultivos estão concentradas na regiões Sul e Centro-Oeste, e a de soja também tem crescido nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Nas regiões Centro-Oeste e do Amazonas a produção e as exportação de produtos hortícolas tropicais também aumentou (OCDE–FAO-2015) e a produção pecuária se constitui em atividade econômica importante. A área do Nordeste e da bacia do Amazonas não possuem uma pluviosidade bem distribuída e solos apropriados à agricultura.

Apesar da produtividade do trabalho na agricultura ter aumentado, principalmente por conta da maior utilização de capital intensivo na produção, é ainda muito baixa quando comparada com o restante da economia. Uma das principais causas dessa baixa produtividade deve-se ao caráter dualista da agricultura brasileira, onde coexistem a produção de capital-intensivo e de grande escala, com produções agrícolas do tipo tradicional, que são compostas por diversos pequenos agricultores (OCDE-FAO, 2015).

O principal suporte para o crescimento agrícola no Brasil foi a eficiência crescente na utilização dos fatores de produção, impulsionada pela substituição de mão de obra por capital. A agricultura impulsionou a produtividade de mão de obra de toda a economia contribuindo com 85% para o crescimento da produtividade global de mão de obra nos setores de agricultura, fabricação, mineração e serviços entre 2002 e 2007, e quase metade entre 2007 e 2012 (OECD, 2013b). Nesse sentido, o Brasil emergiu como um dos países com melhor desempenho global no crescimento da Produtividade de Fator Total (PFT) agrícola. Na pesquisa realizada pela USDA2 foram analisados 172 países, o Brasil ficou em 12º lugar pela taxa de crescimento PFT entre 2001 e 2010, e se verificou um crescimento do PFT na agricultura brasileira de 3,5% ao ano entre 1975 e 2013, com uma taxa mais elevada superior a 4% desde o início do novo século (Gasques *et al.* 2014).

Outro fator de muita importância para o aumento da produtividade nesse setor foi o investimento contínuo em pesquisa que se concentrou na busca de: (i) melhores tecnologias de cultivo e pecuária que tornaram possível a produção no cerrado brasileiro, (ii) tecnologias de fixação de nitrogênio em variedades de soja, (iii) sistemas de plantio direto e (iv) novas variedades de grãos e raças de gado adaptadas aos trópicos

As reformas econômicas também possibilitaram a realocação de recursos e mudanças estruturais na agricultura e nas indústrias associadas por meio da criação de um ambiente mais competitivo e de incentivos a produtores para aumentar a produtividade, absorvendo as inovações (OCDE-FAO, 2015).

O crescimento da produtividade agrícola também levou a uma das maiores expansões das terras agrícolas utilizadas, com um aumento de 34 milhões de hectares entre 1990 e 2012. De 2000/01 a 2003/04, subiu em nove milhões de hectares as áreas utilizadas para cultivo, aumentando em 50% as plantações de soja. A expansão de soja, principalmente no Centro-Oeste, tem estimulado a plantação de outras culturas com milho e algodão de segunda safra. Verificou-se por outro lado um encolhimento da terra florestal nativa, cuja parcela na terra total caiu de 68% para 61% entre 1990 e 2001, o efeito direto da agricultura nesse processo ainda não foi determinado (OCDE-FAO, 2015).

A agricultura brasileira tem uma perspectiva de crescimento, apesar da tendência de um crescimento mais lento da demanda interna e internacional por alimentos e do declínio dos preços reais dos produtos agrícolas,. A expectativa é que as safras brasileiras continuem crescendo por conta do crescimento da produção e do aumento da área agrícola. A utilização da terra deve crescer a uma taxa de 1,5% ao ano, alcançando uma área de 69,4 milhões de hectares. As principais culturas responsáveis por essa expansão da utilização da terra são a produção de cana de açúcar, que vai ter um aumento esperado de 37%, e seguido pelas produções de algodão e oleaginosas com um aumento de 35% e 23% na área produzida respectivamente. Se espera que as oleaginosas continuem dominando o uso da terra no Brasil, com especial destaque para a soja, se estima que metade da área da colheita adicional vai ser utilizada para a produção desse produto (OCDE-FAO, 2015).

O crescimento do mercado interno deve consumir a maior parcela da produção de grãos brutos adicionais e da de cana de açúcar, no entanto para essas safras em específico a demanda internacional deve permanecer a mesma. No caso do algodão e das oleaginosas se estima que os mercados internacionais vão adquirir uma parcela maior da extração. A produtividade também vai influenciar as safras de forma diferente. A cultura de cana de açúcar associada à falta de investimentos na produção e às condições atmosféricas adversas vai crescer abaixo da média. As oleaginosas vão permanecer com uma produtividade constante nos próximos dez anos, enquanto haverão altos ganhos de

produtividade em cereais e ganhos mais moderados na produção de algodão (OCDE-FAO, 2015).

Como principais instrumentos de política agrícola, pode-se considerar o suporte aos preços, a concessão de crédito e o suporte de seguro. Um dos fatores que influenciaram a expansão das exportações agrícolas foi a isenção de ICMS dos setores agrícolas, do agro processamento destinados à exportação e da venda de insumos agrícolas.

Diversos projetos relacionados à melhora da infraestrutura também tem gerado um efeito positivo no setor agrícola, principalmente otimizando o tempo utilizado no manuseio e transporte de produtos agrícolas. Apesar de não ser este o objetivo principal dos projetos essas políticas tem um efeito significativo na redução dos custos dessas empresas, tornando-as mais competitivas (OCDE-FAO, 2015).

A reforma agrária no Brasil também é estimulada por meio da transferência de fundos. Porém, comparando os incentivos que o Brasil oferece com o de outras economias, se verifica que o Brasil oferece uma taxa menor de suporte aos agricultores que a média da OCDE. Em 2012-14, a parcela dos recebimentos brutos dos agricultores provenientes do suporte (%PSE) foi em média 4% no Brasil, enquanto no Chile foi de 3%, 12% no México, 19% na União Europeia, 18% na China e 8% dos Estados Unidos, a média da OCDE se encontra em torno do valor de 18% (OCDE-FAO, 2015).

Vale destacar que o crescimento da produtividade, bem como a queda dos preços dos alimentos básicos de forma contínua desde a década de 70, tem permitido um maior acesso da população aos alimentos no mercado interno.

Ressalta-se que a agricultura também tem um papel importante no fornecimento de energia no país, a energia renovável gerada pela mesma está ligada à biomassa de cana de açúcar (42%), energia hidráulica (28%), lenha (20%) e outras fontes (10%) e responde por quase metade do total de fornecimento de energia (MME/EPE.2013b).

Estima-se um cenário favorável para a agricultura brasileira nos próximos dez anos, tanto o mercado interno quanto o mercado externo devem se expandir e

a demanda deve se alterar para produtos em que o Brasil é competitivo, como carne, milho, oleaginosas, açúcar e produtos de elevado valor como frutas tropicais. A agricultura continuará sendo fundamental para a nossa balança comercial e para gerar rendas e empregos. Para aumentar ainda mais a produtividade nesse setor, o Brasil precisa estimular o desenvolvimento de pesquisas, melhorar a infraestrutura, desenvolver capital humano qualificado e parcerias entre o setor público e privado (OCDE-FAO, 2015).

## **2.2 Características hídricas do Brasil e sua utilização no setor agropecuário**

O Brasil é um país abundante em recursos hídricos, a disponibilidade per capita é superior a dos outros países, mas a distribuição no território brasileiro é desigual, a região hidrográfica Amazônica tem a maior concentração, possuindo 80% dos recursos totais.

As maiores médias anuais nacionais de precipitação são as das regiões hidrográficas Amazônica (2.205 mm), Tocantins/Araguaia (1.774 mm), Atlântico Nordeste Ocidental (1.700 mm) e Atlântico Sul (1.644 mm) e os menores valores das regiões do São Francisco (1.003 mm), Atlântico Leste (1.018 mm), Atlântico Nordeste Oriental (1.052 mm) e Parnaíba (1.064 mm) (Agência Nacional de Águas - ANA, 2013).

Em relação à sazonalidade das precipitações, as chuvas são abundantes e regulares na região hidrográfica Amazônica, alcançando níveis de mais intensidade nos meses de novembro a maio. Na região hidrográfica do Nordeste Setentrional, as precipitações são mais acentuadas no período que vai de março até maio, apesar de que na costa leste do Nordeste, as chuvas podem se estender até agosto. As bacias mais afetadas pelo inverno seco são as localizadas na região Centro-Oeste no período de junho a agosto. Nas regiões Atlântico Sudeste e Atlântico Leste as chuvas diminuem durante o mês de maio e o aumento ocorre a partir do mês de novembro. As bacias hidrográficas do Atlântico Sul e Uruguai se caracterizam pelas chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Já a região Atlântico Nordeste Oriental possui baixa ocorrência de precipitação, apesar dela ocorrer nos meses de março e abril (ANA, 2013).

Com relação ao cenário hidrográfico brasileiro, os hidrogramas das médias mensais para os anos de 2009 a 2012 sinalizam as vazões em algumas bacias do Brasil. No rio Uruguai, verificou-se que as médias mensais de 2009 (agosto a dezembro) e 2011 (junho a setembro) ultrapassaram as médias mensais históricas, porém as descargas médias mensais no ano de 2012 foram bem abaixo das médias históricas. No caso do rio Tocantins foram encontrados altos valores no período de maio a junho de 2009 e baixos no ano de 2012. As vazões do rio São Francisco apresentam valores reduzidos para o ano de 2010, e uma redução ainda maior no ano de 2012. O rio Amazonas alcançou os maiores valores de vazão já registrados em 2009, as vazões no ano de 2010 tiveram um comportamento abaixo do normal e em 2012 os valores encontrados se aproximaram das máximas históricas, principalmente para os meses de fevereiro e maio. Já o rio Paraná apresentou valores de vazões que se aproximavam dos máximos já registrados no início dos anos de 2010 e 2011. O rio Paraguai em 2009 viveu um período de seca na bacia, mas em 2011 apresentou elevadas vazões. E por último, o rio Parnaíba apresentou valores elevados para as suas vazões no ano de 2009 e em 2012 períodos de seca. Esse padrão de redução das vazões no ano de 2012 é explicado pela baixa precipitação ocorrida naquele ano (ANA, 2013).

A utilização de reservatórios é fundamental para uma gestão eficiente dos recursos hídricos, principalmente pela possibilidade de estocar e atender a diversos usos da água. O nível de estoque de água de uma região indica seu grau de vulnerabilidade hídrica. A capacidade de estocagem permite que em períodos úmidos uma parte do volume seja armazenado e utilizado nos períodos de seca, dessa forma, contribuindo para garantir a oferta de água para fins domésticos, industriais ou agrícolas. A região hidrográfica do Tocantins-Araguaia é a que apresenta o maior volume armazenado per capita, devido aos reservatórios de grande porte do setor elétrico (Tucuruí e Serra da Mesa) e do reduzido número de pessoas residentes. A região do Paraná, apesar de possuir o maior volume total armazenado (248.042 hm<sup>3</sup>), é a que possui o maior número de habitantes, dessa forma, reduzindo seu valor per capita. A região Nordeste, localizada no semiárido

brasileiro, possui baixos índices de precipitação e estes ocorrem de forma irregular, contribuindo para reduzidos valores de disponibilidade hídrica (ANA, 2013).

No relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil de 2013, a Agência Nacional de Águas define como utilização de recursos hídricos qualquer atividade humana que, de qualquer modo, altere as condições naturais das águas superficiais ou subterrâneas. É feita uma distinção entre dois tipos de uso de água no processo produtivo: (i) o uso consuntivo - a água utilizada não retorna ao seu curso natural e (ii) não consuntivo - a água utilizada retorna ao seu curso natural com uma menor vazão ou uma mudança na qualidade dela. Os principais usos consuntivos são os de abastecimento de água para uso humano (urbano e rural), dessedentação animal, uso industrial e para irrigação e os principais usos não consuntivos são a geração hidrelétrica, a navegação, a pesca/aquicultura, a proteção da vida aquática e o turismo/recreação.

O estudo acompanha as demandas de recursos hídricos ocorridas no país e nas regiões hidrográficas de 2006 a 2010, quando verificou-se uma elevação da retirada de água do país em 29%, passando de 1.842 m<sup>3</sup>/s para 2.373 m<sup>3</sup>/s. Destaca-se a retirada de água para irrigação que aumentou de 866 m<sup>3</sup>/s (47% do total) para 1.270 m<sup>3</sup>/s (54% do total), e para o abastecimento humano urbano, industrial, animal e humano rural, este último, apesar de ter reduzido sua participação em 2010, teve retirada relevante. Em relação à vazão efetivamente consumida verificou-se um aumento, porém em uma proporção menor, ocorrendo uma expansão de 18%, passando de 986 m<sup>3</sup>/s, em 2006, para 1.161 m<sup>3</sup>/s, em 2010, a contribuição de cada setor nesse caso permaneceu praticamente a mesma.

A região do Paraná foi responsável pela maior demanda de água do país, seguida pelas regiões Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Sudeste, São Francisco e Uruguai, enquanto as menores retiradas estão nas regiões Atlântico Nordeste Ocidental, Paraguai, Parnaíba, Amazônica e Tocantins-Araguaia (Haguenauer, 2016).



No Paraná e nas regiões do Tocantins-Araguaia e São Francisco, verificou-se um aumento da demanda, atribuída em grande parte à expansão da irrigação. No primeiro observou-se um aumento de 50%, sendo que a expansão para fins de irrigação foi de cerca de duas vezes, passando de 108,1 m<sup>3</sup>/s para 311,4 m<sup>3</sup>/s; no segundo a expansão de água aumentou 73% e 54% respectivamente e a demanda direcionada para irrigação em 75%. O relatório aponta que de uma perspectiva global, verifica-se que a retirada de água aumentou para todas as finalidades, com exceção do uso para abastecimento humano rural (ANA, 2013).

O mesmo estudo, com base em dados da FAO, mostra que o Brasil possui uma das quatro maiores áreas potenciais para irrigação, apesar de apenas uma pequena fração ser utilizada. Os principais fatores que contribuem para esse potencial agrícola são a extensão territorial adicionada às características físico-climáticas favoráveis ao desenvolvimento da atividade. Estima-se que do total de 29,6 milhões de hectares, apenas 5,8 milhões são utilizados, ou seja, 19,6% do total (Censo Agropecuário, 2006/5).

A expansão das áreas irrigadas no Brasil vem crescendo a partir da década de 80, e o aumento nas últimas décadas ocorre a taxas superiores às do crescimento da área plantada total. Diversos programas foram criados com o objetivo de estimular esse setor, entre os quais: Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis - Provárzeas (1981), Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação - Profir (1982), Programa Nacional de Irrigação - Proni (1986) e Programa de Irrigação do Nordeste - Proine (1986). Esses investimentos estimularam a iniciativa privada, que hoje responde por 96,6% das áreas irrigadas, o restante das áreas (3,4%) estão contempladas em perímetros públicos de irrigação (Haguenauer, 2016).

O documento aponta que o setor agrícola é responsável pela maior parte do uso consuntivo da água no Brasil, e muitos programas de estímulo a utilização de irrigação estão sendo criados, com destaque para o Programa Mais Irrigação, com previsão de R\$ 10 bilhões investidos em 66 áreas do país nos próximos anos. A irrigação tem um papel fundamental nos sistemas produtivos de regiões que possuem déficit hídrico e por meio de investimentos alcançam níveis maiores de

produtividade e de valor da produção, diminuindo a incorporação de novas áreas para cultivo.

Destaca a importância da aprovação da Política Nacional de Irrigação que estabeleceu novos marcos legais para o setor e que combinado a exigências legais e instrumentos de gestão permitem um uso mais eficiente da água, evitando seu desperdício (ANA, 2013).

A produção agropecuária relacionada com a capacidade hídrica no Brasil, apontam para o potencial na produção de bens intensivos em água, em especial as commodities, principal produto de exportação brasileiro.

### **3. Comércio internacional e inserção do Brasil no comércio agropecuário**

#### **3.1. Panorama Geral do Comércio internacional**

O crescimento de volume do comércio internacional de mercadorias medido pela média de exportações e importações foi de 2.7% em 2015. Esse ano representou o quarto seguido com crescimento abaixo de 3% do volume do comércio internacional e crescendo praticamente o mesmo valor do PIB mundial.

Alguns fatores explicam esse desempenho pouco significativo, entre eles (i) a diminuição do crescimento da China, (ii) períodos de recessão econômica em outros importantes países em desenvolvimento, como o Brasil, (iii) a queda de preço do petróleo e outras commodities primárias, (iv) flutuações significativas nas taxas de câmbio e (v) volatilidade financeira nos países desenvolvidos causadas por políticas monetárias divergentes (Organização Mundial do Comércio, 2016).

O rápido crescimento econômico e o aumento da demanda por produtos importados nos países desenvolvidos compensaram a diminuição da demanda em outras regiões, o que contribuiu para que o crescimento do comércio e da produção permanecesse próximo dos valores de 2014. O crescimento lento do PIB e do volume do comércio internacional nesses últimos quatro anos contrastam com o período de 1990 à 2008, onde o volume do comércio internacional de mercadorias cresceu mais que o dobro da média do PIB mundial. Esse padrão de um crescimento mais rápido seguido de um período de crescimento mais lento já ocorreu em 1985 (OMC, 2016).

Em 2015, diferente do comércio internacional medido em volume, o valor das mercadorias negociadas em dólar caiu, e um dos motivos foi a queda expressiva de 14% nas exportações, que passaram a valer US\$ 16 trilhões. O comércio internacional de serviços também registrou uma queda em termos de dólar, tendo as exportações nesse setor caído para US\$ 4.7 trilhões, uma queda de 6% comparado com 2014 (OMC, 2016).

A discrepância entre os valores encontrados para o crescimento em termos de volume e dólar é atribuído às variações significantes nos preços das commodities e nas taxas de câmbio. Os combustíveis registraram a maior queda entre as commodities, caindo 63% entre junho de 2014 e dezembro de 2015, seguido pelos metais, que caíram 35% nesse mesmo período e depois pelos produtos agrícolas, que tiveram uma queda de 22%. A valorização do dólar americano contribuiu para a redução dos preços das commodities, pois a maioria dos produtos primários estão precificados em dólar, e uma moeda valorizada permite que a mesma quantidade de produtos seja adquirida por uma quantidade menor de dinheiro (OMC, 2016).

O volume das mercadorias negociadas no comércio internacional cresceu de forma lenta nos últimos anos, a composição do crescimento das exportações e importações se alterou tanto regionalmente quanto nos produtos.

A Ásia foi a região que mais contribuiu para a recuperação do comércio internacional após a crise financeira de 2008-09. Em relação às importações, no período 2012-13, a China e outros países em desenvolvimento foram responsáveis pela forte demanda por produtos e serviços importados, esse processo compensou o lento crescimento do PIB e a baixa demanda por importações nos países desenvolvidos, principalmente nos países que adotam o euro. No entanto, em 2015, esse padrão se alterou, principalmente devido à desaceleração da economia chinesa e de outras regiões asiáticas e também devido ao aumento da demanda por produtos importados dos países desenvolvidos da Europa e da América do Norte compensando a redução da demanda dos países em desenvolvimento, especialmente em países exportadores de recursos naturais e nos países em desenvolvimento da Ásia (OMC, 2016).

Do crescimento de 2.3% no volume de mercadorias negociadas no comércio internacional em 2013, a Ásia contribuiu com 1.6 pontos percentuais, no entanto em 2015, ela contribuiu com apenas 0.6 pontos percentuais de um crescimento de 2.4% (OMC, 2016).

Em contraste com a Ásia, a Europa teve um impacto negativo no crescimento das importações globais em 2012 e 2013, no entanto em 2015, sua contribuição para o crescimento do volume de importações foi significativa, com 1.5 pontos percentuais de um crescimento de 2.4%. A América do Norte também contribuiu positivamente para o crescimento das importações mundiais em 2015, representando 1.1 pontos percentuais. A América do Sul e a América Central contribuíram negativamente, -0.2 pontos percentuais e a África e o Oriente Médio com -0.8 pontos percentuais (OMC).

Em relação ao crescimento das exportações mundiais, de 2011 á 2014 a Ásia foi a região que mais contribuiu. Porém em 2014, a Europa passa a ser a região mais importante, contribuindo com 1.3 pontos percentuais dos 3% que foi verificado como crescimento nesse período, enquanto a Ásia contribuiu com 1 ponto percentual . A contribuição da América do Norte foi praticamente nula, principalmente pela redução da demanda por produtos norte-americanos por parte do Canadá, Ásia e América do Sul e Central. Enquanto a América do Sul e Central tiveram uma contribuição ligeiramente positiva para o crescimento do volume exportado em 2015 (OMC, 2016).

Um dos indicadores para verificar o grau de abertura econômica do país é o coeficiente de abertura comercial. Quanto maior for o coeficiente, maior é o grau de abertura comercial. Esse indicador é afetado pelas barreiras às exportações e às importações, além de outros fatores como a superfície dos países, as condições geográficas, de logística e de infraestrutura para o comércio internacional, as dotações relativas de fatores, o nível tecnológico e as condições domésticas e internacionais que determinam investimentos nessa economia. Países como a Alemanha, a Bélgica e os Países Baixos na Europa, a China, a Coreia, a Índia e a Malásia na Ásia apresentam coeficientes de abertura comercial superiores à média, alguns países do G20, como o Brasil, os EUA, o Japão e o

Reino Unido não atingiram coeficiente superior à média (Heston, Summers & Aten, 2011)

O Brasil quase não apresentou aumento na conectividade comercial de 1960 a 2008, aumentando apenas de 18% para 21,5%. Esse comportamento, único no âmbito latino-americano, pode ser explicado pelos impactos relativamente mais fortes sobre esses países da liberalização comercial ocorridas na década de noventa no âmbito unilateral, regional e multilateral, enquanto que no Brasil esses impactos foram menores. No G20, o Reino Unido e a África do Sul tiveram comportamento semelhante ao brasileiro, no entanto eles já contavam com coeficientes elevados de abertura em 1960 (Sarquis, 2011).

O Brasil possui um baixo coeficiente de abertura econômica, o processo de inserção do Brasil no comércio internacional tem se expandido de forma mais moderada que de outros países, como é o caso dos asiáticos, que possuem uma estratégia de crescimento voltada para o setor externo. O padrão do coeficiente de abertura comercial do Brasil é semelhante ao dos EUA e do Japão e entre os países do G20, esses três apresentam concentração da atividade na produção para o mercado interno e menor dependência desta produção em relação ao mercado externo, utilizam as importações principalmente para complementar o seu progresso tecnológico, diversificar sua indústria e complementar a acumulação de capital. Uma diferença fundamental do Brasil com esses países é o nível tecnológico, portanto a questão da importação de tecnologia tem um peso maior para a economia brasileira (Ministério das Relações Exteriores, 2011).

As exportações brasileiras cresceram significativamente no final da década de 90, e atualmente se verifica uma crescente expansão desse setor no PIB, sendo uma das atividades mais importantes para o crescimento brasileiro. No entanto apesar deste crescimento, ele não acompanhou a evolução da média mundial e portanto não houve aumento da participação brasileira nas exportações mundiais. É importante destacar que na expansão recente das exportações, as commodities tem contribuído mais que o de bens manufaturados. No entanto a diminuição do crescimento da Ásia pode influenciar negativamente a demanda por commodities exportadas pelo Brasil (Sarquis, 2011).

Para um projeto intensivo de inserção do Brasil no comércio internacional, o país deveria ter expandido substancialmente seu setor de exportação, mas isto depende de avanços tecnológicos, capacitação técnica e educacional da mão de obra, medidas que tornam esse processo mais custoso e demorado (Sarquis, 2011).

A tabela abaixo mostra o coeficiente de exportação 1996-2014 - percentual da produção nacional que é exportado (CNI).

**Tabela 1 - Coeficiente de exportação da indústria geral 1995-2011.**

1995	1998	1999	2000	2001	2003	2004	2008	2009	2011
13,3%	14,3%	17,6%	16,7%	22,1%	21,8%	22,9%	19,5%	17,3%	18,7%

Fonte: Confederação Nacional da Indústria – CNI

Assim como o setor exportador, as importações também iniciaram seu movimento de ascendência na participação do PIB no final da década de 90. Nesse período se verificou uma taxa de participação de 7% e 8% enquanto que nos anos 2000 já se verificou um aumento para 8% e 11% (Sarquis, 2011).

Houve uma mudança de comportamento das importações da década de 80 até os dias atuais. Anteriormente ela estava ligada às demandas por investimento, dentro de uma política de substituição de importações. Atualmente está associada a um regime mais aberto às importações em geral e de condições que permitem seu financiamento de modo mais sustentado (Sarquis, 2011).

No caso das importações, temos dois coeficientes importantes, o coeficiente de penetração das importações, que mede a participação dos produtos importados no consumo doméstico e o coeficiente de insumos importados, que mede a participação dos insumos importados no total de insumos adquiridos pela indústria.

Observa-se que ambos os coeficientes apresentaram aumento a partir de 2010 em comparação com o coeficiente de exportação que também iniciou seu movimento de ascendência na participação do PIB no final da década de 90, porém sua participação diminuiu a partir de 2005. Verificamos abaixo as tabeleas

do coeficiente de penetração de importações e o coeficiente dos insumos importados da indústria geral (CNI).

**Tabela 2 - Coeficiente de penetração de importações da indústria geral 1998-2009.**

1995	1998	1999	2000	2001	2003	2004	2005	2008	2009
15,1%	16,9%	19,2%	17,9%	19,7%	16,6%	17,4%	16,3%	19%	16,6%

Fonte: Confederação Nacional da Indústria - CNI

**Tabela 3 – Coeficiente dos insumos importados da indústria geral 1997-2009.**

1997	1999	2000	2001	2003	2004	2005	2008	2009
16,9%	19,9%	18,8%	20,3%	17,4%	18,4%	16,9%	21,3%	17,5%

Fonte: Confederação Nacional da Indústria - CNI

A intensificação do comércio internacional apresentou uma transformação em relação à sua distribuição geográfica. Nas três primeiras décadas do pós-Guerra, os principais parceiros comerciais brasileiros foram os EUA e os países da Europa ocidental. A partir dos anos 90, buscando se proteger das crises financeiras que ocorreram neste período, os países da América Latina, sobretudo os do Mercosul, passaram a ter um espaço mais relevante na agenda comercial brasileira e se consolidaram como uma das principais regiões para o comércio brasileiro. A Ásia se tornou o principal continente para as relações comerciais brasileiras, enquanto a América do Norte e a Europa perderam importância relativa no comércio brasileiro. O Brasil desenvolveu um forte intercâmbio Sul-Sul, principalmente por conta das relações com Ásia, América do Sul e África, enquanto o intercâmbio Norte-Sul diminuiu, apesar de significar perdas importantes para o setor exportador e importador (Sarquis, 2011).

## **3.2 Comércio agropecuário**

### **3.2.1 Volatilidade dos preços agropecuários**

Os preços agrícolas variam basicamente pelo fato do consumo e produção variarem, essa volatilidade ocorre devido à falta de equilíbrio entre a oferta e demanda (FAO). A variação de preços pode ocorrer de forma previsível ou imprevisível. As variações imprevisíveis são denominadas choques, e ocorrem quando mudanças radicais no consumo ou na produção são transmitidas para o preço do produto.

Existem diferentes explicações para o aumento dos preços dos produtos agrícolas. A primeira, indica a existência de crises agrícolas periódicas (1950, 1970 e 2008) e elas são causadas pela natureza cíclica dos investimentos na agricultura, especialmente no aumento e redução do investimento público nesse setor. A segunda explicação está ligada a escassez nos mercados agrícolas devido à falta de equilíbrio entre a oferta e demanda, esse desequilíbrio estaria associado às pressões que a produção agrícola exerce nos recursos naturais. E a terceira está ligada à natureza volátil do mercado agrícola, devido à baixa elasticidade de demanda e os choques de oferta, mantendo os preços elevados (FAO, 2012).

A ideia de que as crises de alimento ocorrem periodicamente aparece com muita frequência na literatura (Gardner 1979; Timmer 2010; Headey and Fan 2010; Prakash 2011; Abbott *et al.* 2008; World Bank 2009). Timmers (2010) considera as crises mundiais eventos raros, que ocorrem aproximadamente três vezes por século. Uma das características que precedem uma crise de alimentos é redução dos níveis de estoque, mas o efeito contrário também é observado quando o nível de estoque está elevado e os preços se mantêm em um nível baixo e estável.

Diversos estudos analisam o efeito da escassez de recursos naturais sobre o aumento dos preços agrícolas (Koning *et al.* 2008; Standing Committee on Agricultural Research 2011; McIntyre *et al.* 2009; Evans 2010), (Brown 2011; Evans 2009), (Rabobank 2010; Schaffnit-Chatterjee 2009), CSOs (Heinberg and Bomford 2009). A demanda mundial por produtos agrícolas está em permanente ascensão. O crescimento da população mundial e da renda em regiões em desenvolvimento, principalmente na Ásia, é apontado por muitos especialistas



como a principal causa do aumento dos preços agrícolas (FAO, 2012). A expansão da utilização de biocombustível tem também contribuído significativamente para o aumento da demanda por commodities, especialmente com a China e a Índia surgindo como grandes produtores (International Energy Agency, 2010)

Pode-se dizer que a maioria das commodities agrícolas possuem alto grau de volatilidade principalmente (i) por sofrerem muita influência dos fatores naturais, como pestes e questões climáticas, (ii) pela elasticidade preço da oferta e demanda serem baixas no curto prazo, na oferta devido à limitação de produtos agrícolas e na demanda devido à relutância dos indivíduos em alterarem seu padrão de consumo, (iii) relacionada ao tempo de produção agrícola quando a oferta não consegue responder às variações de preço (FAO, 2012).

É amplamente aceito na literatura que o consumo de alimentos é inelástico em relação ao preço, no entanto a distribuição da elasticidade preço dos alimentos é desigual entre os países. No mercado internacional agrícola, consumidores de diferentes níveis de renda com preferências distintas estão competindo indiretamente. A diferença entre a elasticidade preço dos produtos agrícolas entre os países pobres e ricos tem crescido ao longo do tempo e tem se tornado maior nos países mais pobres e menor nos ricos, principalmente os da OCDE, sendo que os primeiros (Regmi *et al.* 2001) são muito mais sensíveis aos preços agrícolas do que os mais ricos, para os quais os produtos agrícolas representam apenas uma pequena parte do seu orçamento.

O preço das commodities primárias tem exibido uma tendência decrescente ao longo do último século em relação ao preço dos produtos manufaturados, uma tendência de redução dos preços de 1.33% por ano (Grilli 1988 e Yang).

Diferentes autores discutem este declínio. Prebisch (1950, 1962) e Singer (1950) propuseram a hipótese de que o preço das exportações de produtos primários iria cair em relação às importações de manufaturas por conta da baixa elasticidade de preço e renda das commodities, argumentaram que os termos de troca dos países exportadores de commodities se deteriorariam. No entanto, outros economistas argumentam que o impacto de longo prazo da baixa

elasticidade seria uma redução da produção e não uma diminuição dos preços. Como foi demonstrado por Lewis (1954), qualquer explicação de uma tendência de longo prazo do preço das commodities deve se basear nos custos de produção.

Documento da FAO (2015) estima que nos próximos dez anos os preços reais declinem para os valores de 2014, mas que continuem acima dos preços pré-2007. Analisando apenas os últimos quinze anos, verificou-se uma tendência de elevação dos preços, Os preços se encontravam em níveis baixos no início dos anos 2000 e em 2007 eles apresentaram um elevado grau de volatilidade, a variação dos preços apenas se tornaram mais moderadas em 2013, porém em um nível acima do que foi verificado no começo dos anos 2000. Apesar de existir uma tendência de declínio dos preços desde o início do século passado, nos próximos dez anos os preços vão ter alta volatilidade, alcançando alguns picos de preço.

A formação de estoques constitui um fator determinante na volatilidade dos preços. Uma propriedade importante desse mercado é a sua assimetria, os preços das commodities apresentam com muito mais frequência elevados picos do que depressões. Um outro ponto é que os picos de preço normalmente estão associados à baixos níveis de estoque. E por último, o movimento dos preços das commodities estocadas tendem a ser correlacionadas ao longo dos anos. A razão econômica da assimetria dos preços está relacionada ao controle de estoques, os agentes possuidores da mercadoria tendem a colocar seu produto em estoque quando os preços estão baixos e disponibiliza ao mercado quando os preços estão mais elevados. O controle de estoque no período de baixa dos preços provoca um aumento da demanda em relação à oferta e, portanto, impede a queda dos preços. Também se verifica a influencia do controle de estoque em impedir a elevação dos preços, pois quando os preços se elevam, os detentores dos produtos vão expandir a sua oferta e dessa forma os preços vão ser manter estáveis (Tangerman, 2011). Portanto, enquanto os estoques ainda estiveram disponíveis, picos de preço são raros, no entanto quando não há estoques, os preços podem aumentar consideravelmente (Gilbert e Morgan, 2010).

Os choques de oferta e demanda são responsáveis pelas mudanças de preço, enquanto o volume de produtos no estoque determina o grau de variação do preço. O baixo nível de estoque pode ser explicado de duas formas: (i), a mudança de estratégia comercial, os agentes optam por menores estoques devido aos seus custos e adotam serviços flexíveis e rápidos de entrega, (ii) preferência dos governos pela atividade comercial em vez de manutenção de estoques para alcançar uma reserva suficiente de alimentos para compensar uma possível redução de alimentos (Gilbert e Morgan, 2010).

No período que foi do final de 2006 à metade de 2008 se verificou uma alta elevação dos preços das principais commodities agrícolas, apesar de que na segunda metade de 2009, os preços retornaram ao nível anterior. Muitas explicações existem para esse aumento dos preços (i) a expansão da demanda devido ao rápido crescimento chinês e de outros países asiáticos (Gilbert (2010), (ii) décadas de baixo investimento no setor agrícola, resultando no colapso do setor em 2008 (Banco Mundial, 2007), (iii) depreciação do dólar americano (Abbot *et al.* 2008), (iv) utilização de produtos agrícolas na produção de biocombustível (Mitchell, 2008), (v) finanças especulativas como causa da elevação dos preços. (Cooke e Robbles 2009).

O aumento da variação da oferta de produtos agrícola é discutido na literatura como um dos fatores responsáveis pelo aumento da volatilidade de preços. Alguns autores relacionam o aumento do preço no período 2006-2008 às menores colheitas na Austrália e na Europa, no entanto a produção em outras regiões como Argentina e Rússia aumentou. Mitchell (2008) não considera a diminuição da produção em alguns países como um fator determinante para o aumento dos preços. Analisando no longo prazo, os fatores climáticos podem ter um grande impacto negativo na produção de regiões de clima árido, como na Austrália e algumas regiões da África e Ásia (Banco Mundial, 2009).

É importante analisar se os preços dos produtos agrícolas se tornaram mais voláteis ou se 2008 foi um fenômeno isolado na tendência do preço de longo prazo desses produtos. A evidência histórica confirma a teoria de que surtos de

preço existem, mas são fatos isolados e a tendência é que os preços retornem ao seu nível pré -surto.

Analisando o período de 1960-2009, Gilbert (2006) demonstrou que a volatilidade dos preços agrícolas foi baixa em 1960, porém aumentou em 1970, na primeira metade de 1980 e no final de 1980, mas em 1990 ela se reduziu, no entanto se estabilizou em um nível superior ao de 1960. Na figura abaixo, a barra azulada representa a volatilidade no período de 1970 à 1989 e a barra de cor vinho mostra a volatilidade desses produtos agrícolas no período 1990-2009. Por meio dessa figura, verificamos que a volatilidade dos grãos e carnes foi menor que a volatilidade de frutas frescas. Esse contraste de volatilidade pode ser explicado pelo fato das frutas serem alimentos mais perecíveis e a formação de estoques é mais limitada. Apenas duas commodities – banana e arroz – apresentaram um aumento significativo de volatilidade entre os dois períodos, enquanto nove commodities demonstraram uma significativa queda de volatilidade nos períodos analisados. De modo geral, as décadas mais recentes apresentaram menores graus de volatilidade do que as décadas de 1970 e 1980. Esses resultados estão de acordo com os estudos de Balcombe (2009), que não encontrou evidência de uma tendência de aumento da volatilidade dos produtos agrícolas.

Os preços agrícolas internacionais têm caído desde 2013, um dos principais fatores para essa queda foram as duas safras recordes de grãos e oleaginosas que ocorreram consecutivamente. As elevadas safras aumentaram o nível de estoque e conseqüentemente provocaram uma redução dos preços nominais, no entanto se espera que após esse período de elevados estoques, os preços continuem com a sua tendência ascendente até 2024. O preço das carnes, no entanto, alcançou níveis recordes em 2014 e a projeção é que eles declinem pelos próximos dez anos devido á redução de custos de produção e da demanda global (FAO, 2015).

No curto prazo o preço dos cereais deve sofrer um declínio por conta da elevada produção de 2013-14, dos altos níveis de estoque e da diminuição do crescimento mundial. Os preços, no entanto, devem crescer com o aumento dos custos de produção no médio prazo. No caso do preço do arroz, eles vão alcançar

o nível das outras commodities com um maior atraso, isso ocorrerá principalmente devido aos elevados estoques acumulados na Tailândia, que pressionarão os preços para baixo por alguns anos. As oleaginosas seguem uma trajetória de preço semelhante ao dos cereais, com um declínio dos preços no curto prazo, porém com uma tendência de crescimento no médio prazo. No entanto, em termos reais o preço das oleaginosas e dos produtos derivados das oleaginosas vai sofrer um declínio até 2024. O preço dos óleos vegetais vai declinar, em termos reais, mais rápido que outras commodities por conta de uma saturação da demanda em países emergentes e uma redução da produção de biocombustível (FAO, 2015).

Se verifica uma expectativa de que o preço do açúcar vai se recuperar dos baixos preços atuais, que são resultado da desvalorização da moeda do Brasil, principal exportador mundial, em relação ao dólar. Até o ano de 2024, o preço do açúcar vai permanecer volátil por conta do ciclo produtivo de alguns países asiáticos que são importantes produtores. A retirada das quotas de açúcar na União Europeia em 2017 vai levar a uma redução do preço do açúcar dentro da União Europeia, porém em termos reais o preço do açúcar deve retornar ao seu nível pré-2009 (FAO, 2015).

A expectativa para 2024 é que o preço de todas as carnes se reduza por conta dos ganhos de produtividade e da diminuição dos custos de ração, a exceção dessa tendência é a carne de ovelha. O preço nominal da carne bovina vai permanecer alto no curto prazo, um dos motivos é que a produção pecuária está sendo reconstruída em muitos países. No médio prazo, os preços vão sofrer um declínio por conta de ganhos de produtividade. O preço das carnes de porco e de aves vai iniciar seu declínio antes que a de outras carnes, isso vai ocorrer devido a uma redução do preço da ração desses alimentos, do aumento da produção dos Estados Unidos e do Brasil e uma redução das importações desses produtos pela Rússia. O preço da carne de ovelha vai se manter elevado devido a alta demanda chinesa por esse produto. O setor de peixes deve apresentar um elevado crescimento nominal do preço devido ao alto custo de produção (FAO, 2015).

O preço do leite de outros laticínios caiu durante a segunda metade de 2014 devido a redução das importações chinesas e aos ganhos de produtividade nos grandes países exportadores. Nos próximos dez anos, os preços nominais desses produtos devem se recuperar dos baixos preços por conta do aumento da demanda por importações. O preço do queijo é o que vai apresentar a maior taxa de crescimento entre todos os laticínios, e se espera que alcance um nível elevado em 2024, em termos reais os preços vão declinar de forma gradual e devem se manter em um nível pré-2007.

Estudos apontam que a volatilidade pode aumentar no futuro, isso ocorreria por conta de um aumento dos choques de demanda e de oferta, e uma diminuição na elasticidade de demanda e oferta (C. GILBERT e MORGAN. C, 2010). Gilbert (2010b) enfatiza o impacto da demanda nos preços agrícolas, principalmente por conta do crescimento chinês e de outros países asiáticos. Mitchell (2008) analisa uma expansão da demanda, principalmente de milho, açúcar e óleos vegetais, para a produção de biocombustível o que provocou um aumento da correlação entre os preços agrícolas e o preço do petróleo, transmitindo a volatilidade do preço do petróleo para os preços agrícolas aumentando a possibilidade de choques de demanda. Esse fator ainda pode ser amplificado quando a China se tornar um dos principais produtores de biocombustível.

A especulação, outro fator relacionado à volatilidade do mercado agrícola é um processo inerente ao funcionamento dos mercados futuros. Os especuladores podem atuar reduzindo a volatilidade dos preços agrícolas fornecendo preços aos produtores em qualquer fase do processo de produção e também por meio de compras e vendas diárias, garantindo liquidez ao setor, reduzindo, dessa forma, os custos de transação do setor.

O volume de atividades no mercado futuro foi considerado um dos fatores mais relevantes para que a especulação fosse considerada umas das causas principais da crise dos preços de 2007/08 (FAO). Este fenômeno descrito como a financeirização do mercado de commodities (Domansky and Health, 2007), não é consenso entre os especialistas e Sanders *et al.* (2008) não considera os níveis de atividade especulativa nesse período elevados quando comparados com outros

níveis históricos, e alega que a maioria das atividades especulativas ocorreram no mercado de carnes e esse setor não apresentou uma expansão dos preços, e que a maioria dos produtos que o preço se elevou não possuem atividade no mercado futuro.

A dinâmica cíclica dos preços internacionais agrícolas com o nível mundial de estoque agrícola pode ser atribuída à evolução dos investimentos públicos e privados na agricultura. Entre 1970 e 1990, o *agricultura capital stock* diminuiu continuamente em um nível global e todos os países desenvolvidos sofreram um processo de descapitalização que afetou o setor agrícola. A diminuição do crescimento do investimento na agricultura ocorreu durante um período onde havia uma restrição ao investimento público na agricultura (FAO). Fan e Saukar (2006) calculou os gastos governamentais em dólares de 44 países em desenvolvimento, e verificou que as despesas com a agricultura cresceram a uma taxa de 3.2% entre 1980 e 2002, mas nesse mesmo período se verificou uma redução crescente da participação dos gastos públicos nesse setor, redução esta que não foi verificado nos países desenvolvidos.

Se estima que a produção agrícola mundial vai precisar crescer 70% para atender a demanda mundial, pois se prevê que a população mundial vai ser de 9.2 bilhões até 2050. A elevação dos preços agrícolas beneficia diretamente as produções eficientes e os países exportadores desses produtos.

No contexto do comércio internacional, a volatilidade alcança graus ainda mais elevados. Uma evidência disso ocorre quando os governos procuram estabilizar seus preços domésticos para proteger o setor de uma instabilidade internacional, prática esta que provoca uma instabilidade ainda maior neste mercado. Esse processo funciona como um ciclo, quando os mercados internacionais se tornam mais voláteis, os governos atuam estabilizando os preços domésticos e dessa forma, criam mais instabilidade no comércio internacional (Tangermann, 2011).

Uma outra causa importante na teoria econômica para a volatilidade internacional dos preços está relacionada às barreiras comerciais, especialmente as medidas não-tarifárias. As barreiras comerciais isolam o mercado doméstico

das flutuações no comércio internacional, reduzindo o número de consumidores e produtores que participam do processo de equilíbrio entre oferta e demanda,. Fato esse que dificulta o equilíbrio no mercado internacional, aumentando assim a volatilidade dos preços. As restrições à exportação foram um fator determinante para a crise de preços que ocorreu em 2007/08 (FAO).

### **3.2.2 – Comércio Internacional de produtos agrícolas**

Se estima que a população mundial vai chegar a 9.1 bilhões de pessoas em 2050, o aumento populacional vai ocorrer principalmente nos países em desenvolvimento e 70% da população vai estar em áreas urbanas.

Assim, a produção agrícola precisará crescer em aproximadamente 60% do volume da produção de 2005-07 para suprir a demanda de uma população maior, urbanizada e com uma renda mais elevada. Para alcançar esses níveis de produção, se prevê que serão necessários investimentos líquidos de US\$ 83 bilhões na agricultura de países em desenvolvimento (FAO).

O comércio internacional agrícola vem se expandindo, principalmente devido à elevada demanda nos países emergentes. O valor das exportações de bens agrícolas praticamente triplicou entre 2000 e 2012, enquanto o volume de exportações agrícolas cresceu aproximadamente 60% nesse mesmo período.

Se espera que muitas regiões passem a depender mais do comércio internacional, cada uma desempenhando um papel distinto no cenário internacional. A região asiática se tornou nos anos recentes uma importante importadora líquida, principalmente por conta da China, que importa muitas commodities. A América do Sul se tornou a principal região exportadora líquida de produtos agrícolas, por conta de uma expansão significativa da produção, enquanto o consumo se expandia em menor grau. A América Norte segue como a segunda principal região exportadora líquida de produtos agrícolas, mas devido principalmente a uma estagnação do consumo do que um aumento da produção. O leste europeu e a parte central da Ásia deixaram de ser importadores líquidos para se tornarem exportadores líquidos de produtos agrícolas. No entanto, as regiões africanas se tornaram ainda mais importadoras líquidas, principalmente



por conta da produção não conseguir acompanhar a demanda por produtos agrícolas (OECD-FAO, 2015).

A mudança das preferências de consumo de produtos agrícolas dos indivíduos é um dos fatores determinantes para explicar essa mudança de comportamento nas regiões. A urbanização e o aumento da renda têm um efeito sobre as preferências de consumo da população, os indivíduos passam de uma alimentação baseada em cereais para uma mais rica em proteínas, e isso afeta diretamente a composição do comércio internacional de produtos agrícolas.

O consumo per capita de proteína animal alcançou um pico nos países desenvolvidos e não cresceu mais, o mesmo comportamento se verificou para os alimentos básicos nos países em desenvolvimento. Em uma escala global, as commodities primárias aumentaram sua participação nas exportações dos países menos desenvolvidos e em desenvolvimento enquanto a parcela de produtos processados no total de exportações agrícolas se manteve constante em torno de 41% (entre 2001-04 e 2009-12) e reduziu sua participação para os países menos desenvolvidos (OECD-FAO, 2015).

Se estima que as sementes oleaginosas vão se tornar mais importantes no comércio internacional, tendo como base uma demanda crescente por óleos vegetais e proteínas. Também se espera um aumento rápido do consumo de açúcar nos países desenvolvidos (OECD-FAO, 2015).

Entre 2014 e 2023, o volume de todos os produtos agrícolas comercializados no mercado internacional possui projeção de crescimento, com exceção dos biocombustíveis. Algodão, açúcar e aves domésticas possuem as maiores projeções de crescimento, crescendo a uma taxa de 3% por ano até 2025. Apesar de uma redução dos preços das carnes no período analisado, seu valor ainda vai permanecer muito acima da média histórica, estimulando a atividade pecuária em regiões importadoras líquidas desse produto. Também se estima uma elevação dos preços dos produtos marinhos por conta dos elevados custos de transporte e a produção reduzida. A produção de cereais vai se manter estável, o trigo continuará sendo o cereal mais comercializado até 2024, com 22% de sua produção sendo exportada, seguido pelos cereais secundários e depois

pelo arroz. A produção de farinha de proteína animal destinada ao comércio internacional vai se reduzir no período, de 28% em 2012-14 para 25% em 2024, redução esta resultado da expansão da produção por países que eram importadores líquidos e, portanto, a produção passa a ser destinada ao mercado doméstico. O óleo vegetal é uma das commodities mais comercializadas, com aproximadamente 40% da produção entrando no mercado internacional. As exportações de carne vão se expandir a uma taxa similar a da produção, resultando em parcelas constantes da produção que se destinam ao comércio internacional (OECD-FAO, 2015).

As exportações de commodities agrícolas tendem a se concentrar em poucos países, devido às vantagens comparativas nesses países por conta da abundância de recursos naturais, políticas de apoio à agricultura e questões climáticas. No entanto este fato torna o mercado internacional desse produto mais vulnerável, pois qualquer desastre natural em uma região exportadora pode resultar em grandes mudanças no comércio internacional. Já as importações possuem uma tendência de estarem mais dispersadas entre um número maior de países (OECD-FAO, 2015).

Os Estados Unidos, Brasil e a União Europeia permanecerão entre os maiores exportadores de produtos agrícolas até 2024. A projeção é que os Estados Unidos se torne o maior exportador de grãos secundários, carne de porco e algodão com uma parcela de 33%, 32% e 24% das exportações globais respectivamente, sendo que as exportações de trigo, arroz, oleaginosas, alimento básico, carne bovina, carne de aves, carne de peixes, manteiga, queijo e *skim milk powder* permaneçam entre as cinco maiores do mundo (OECD-FAO, 2015).

As exportações de laticínios vão permanecer extremamente concentradas, até 2024, os Estados Unidos e a União Europeia vão ser responsáveis por aproximadamente um terço das exportações de *skim milk powder*, a União Europeia continuará sendo o principal exportador de queijo, com uma parcela de 40% das exportações mundiais, a Nova Zelândia vai se tornar a principal exportadora de manteiga e *whole milk powder*, alcançando parcelas de 48% e

56% respectivamente. Espera-se que outros países em desenvolvimento entrem nesse mercado, como Argentina e Arábia Saudita (OECD-FAO, 2015).

O Brasil até 2024 será responsável por mais da metade das exportações de açúcar, no entanto essa parcela se reduziu ao longo dos anos devido ao crescimento de participação nesse setor da Tailândia e Austrália. Também neste período se tornará o principal exportador mundial de carne bovina e carne de aves, representando uma parcela de 20% e 31% das exportações mundiais nesse setor respectivamente. Os Estados Unidos e o Brasil serão responsáveis por mais de dois terços da exportação global de oleaginosas, enquanto a Argentina continuará sendo o principal exportador de alimentos básicos, com uma parcela de 36% das exportações mundiais (OECD-FAO, 2015).

A Ásia permanecerá sendo a principal exportadora de óleos vegetais (Indonésia e Malásia), peixes (China e Vietnã) e arroz (Vietnã e Tailândia). Até 2024, em relação ao arroz, a tendência é que a Tailândia continue sendo a principal exportadora e que as exportações aumentem junto com as do Paquistão, Vietnã e Estados Unidos. A Índia deve continuar mantendo sua posição como a segunda principal exportadora de algodão e carne bovina e a Rússia, Ucrânia e Cazaquistão continuarão sendo grandes exportadores de trigo, devido ao fato de que a produção continuará sendo superior ao consumo nesses países (OECD-FAO, 2015).

Como foi dito anteriormente, as importações estão mais dispersas por um grupo amplo de países. A China continuará sendo a principal importadora da maior parte das commodities, como das oleaginosas, *skim milk powder*, *whole milk powder*, algodão e carne de ovelha, importando 61%, 15%, 25%, 40% e 20% das importações totais respectivamente. e se estima que até 2024 se torne a segunda a maior importadora de grãos secundários. Apesar das restrições de importação de queijo e manteiga na Rússia distorcerem o mercado internacional desses produtos no curto prazo, se estima que a Rússia volta a ser a principal importadora desses produtos no médio termo (OECD-FAO, 2015).

A expectativa é que padrão de comércio entre países desenvolvidos e em desenvolvimento persista por mais dez anos. Produtos como peixe e alimentos

básicos vão ser basicamente exportados por países em desenvolvimento para países desenvolvidos, sendo a União Europeia o principal importador desses produtos. No sentido contrário verificamos que produtos como trigo, grãos secundários, carne e laticínios vão ser exportados por países desenvolvidos para países em desenvolvimento (OECD-FAO, 2015).

Políticas domésticas como restrições ao comércio internacional e acordos bilaterais provavelmente vão ter grande influência nos padrões de comércio. A implementação de acordos bilaterais para commodities como carnes bovina, peixe e laticínios podem alterar os padrões de comércio nos próximos dez anos. Em relação à laticínios e carnes bovinas podem sofrer restrições temporárias devido a existência de barreiras fitossanitárias (OECD-FAO, 2015).

Este capítulo analisou os padrões de comércio internacional com destaque para o de bens intensivos em água, assinalando o potencial do Brasil no contexto do *virtual water trade*.

#### **4. Virtual Water Trade**

A água é vital para a vida, e na medida que a população cresce, o seu consumo aumenta. Com o desenvolvimento da China e da Índia, mais pessoas consomem e a pressão sobre os recursos hídricos aumenta.

*Virtual Water* é a água utilizada para produção agrícola, pecuária, industrial, e está incluída em quase tudo que se produz e consome, além daquela consumida diretamente.

O *water footprint* é proposta como medida da apropriação de uma nação dos recursos globais de água e se compõe da soma da água para uso doméstico com a da rede de *virtual water* importada. Tem três componentes: (i) Blue Water - água superficial e subterrânea, extraída dos rios, lagos, oceanos e aquíferos e usada para irrigação, o consumo refere-se ao volume de água que evapora ou é incorporada no produto. A agricultura irrigada cobre hoje em torno de 20% da área cultivada e é responsável por 40% da produção global (ii) Green Water - água retida no solo e proveniente da chuva, alimenta 80% das áreas cultivadas e é

responsável por 60% da produção de grãos e é característica de regiões com altos índices pluviométricos, (iii) Gray Water é água poluída ou residual, que entra no sistema após sua utilização nas diferentes atividades e que pode ser reciclada ou purificada

Estudiosos sugerem que o problema do excesso e da escassez de água bem como da deterioração da sua qualidade pode ser resolvido se a fonte de água for tratada apropriadamente como um bem econômico. Existem três níveis para avaliação (i) uso eficiente a nível do consumidor, onde a eficiência do uso da água pode ser alcançada por meio de preço e tecnologia para economia de água (ii) alocação eficiente dos recursos de água em diferentes setores da economia que podem ser mais ou menos eficientes dependendo do valor da água nos diferentes usos (iii) busca de níveis mais eficientes de uso da água por meio do comércio internacional de bens intensivos em água entre países abundantes e escassos em água caracterizado pela importação de *virtual water* (Chapagain *et al.* 2005).

Apesar de *virtual water trade* ser um conceito econômico, não se originou na literatura econômica e a maioria dos poucos economistas que o reconheceram, aludiram a possibilidade de ser estudado por meio da teoria tradicional do comércio internacional, como Reimer (2012). Merret (1997) o considera um conceito metafórico e que deveria ser substituído, pois segundo ele, a utilização desse termo provoca uma confusão quanto à quantidade de água utilizada como insumo e quantidade de água presente no produto, no caso um grão. Outra questão bastante discutida é a relação entre *virtual water trade* e a teoria das vantagens comparativas, Wichelns (2004) criticou Allan (2003) e Lant (2003) por fazer esse paralelo.

Por outro lado, Dalin *et al.* (2012) verificou que o número de transações comerciais e o volume comercializado de *water virtual trade* mais que dobrou nas últimas duas décadas e que os países desenvolvidos são importadores líquidos de bens intensivos em água, dessa forma aliviando a pressão sobre os recursos hídricos domésticos. Em Ridoutt e Pfister (2010) se argumenta que 90% da extração da água está associada ao ciclo de vida do produto, enquanto uma

fração menor está relacionado ao uso doméstico de água. Mas é necessário o aprofundamento nestas pesquisas, para verificar se a escassez da água afeta significativamente os padrões de comércio internacional de *virtual water*, pois autores na literatura não encontraram uma relação entre *virtual water trade* e a escassez da água.

Chapagain *et al.* (2005) analisou as consequências do fluxo internacional de *virtual water* sobre os orçamentos nacionais e globais e assinala que o comércio de *virtual water* pode trazer vantagens econômicas para alguns países (Brasil, Gana), de preservação de recursos de água (Egito), enquanto para outros pode exercer pressão sobre seus recursos de *blue water* (Tailândia).

O cálculo da preservação ou perda de recursos hídricos do ponto de vista econômico depende do contexto e só será negativa se os benefícios em termos de rendimentos estrangeiros não superar os custos em termos de custo de oportunidade e externalidades negativas deixadas no local de produção.

A agricultura é apontada como um dos principais poluidores dos recursos hídricos, os fertilizantes causam eutrofização, os pesticidas causam problemas tóxicos em pessoas, na fauna e flora, além de alguns prejudicarem o próprio produto produzido. É importante destacar que os países importadores não sofrem as consequências da deterioração da qualidade da água que podem ocorrer no processo de produção agrícola. Mas cabe ressaltar importância da preservação dos mananciais para preservação da capacidade hídrica dos países.

Dabrowski *et al.* (2009) sinaliza que na perspectiva de um país em desenvolvimento, o uso de *green water* na produção agrícola gera mais benefícios, além de estar associado à um custo de oportunidade mais baixo em relação aos outros usos associados a ela. A utilização de água da chuva na agricultura não representa um aumento de escassez dos recursos hídricos, no entanto, *blue water* apresenta um custo de oportunidade muito mais elevado, pois ela pode ser utilizada para fins domésticos, recreativos e industriais.

Importar um produto que tem uma proporção relativamente alta de *green water* economiza recursos globais de *blue water* que geralmente têm um custo de oportunidade maior do que a primeira (Chapagain *et al.* 2005)

É mais presente na literatura estudos que apontam para a importância de blue water, porém em Falkenmark e Rockstrom (2004) é destacado o papel da green water no processo produtivo.

No comércio internacional de *virtual water*, as exportações são realizadas por países abundantes em *green water* para países abundantes em *blue water*. Os altos valores de *virtual water* encontrados para os EUA podem ser explicados pelo fato da pesquisa ter utilizado períodos de longo inverno para obtenção dos dados de acordo com a USDA (2006). Os dados de produtividade podem indicar onde os valores de água por unidade de produtos são elevados, considerando que esses valores dependem de fatores climáticos e de uso eficiente dos recursos hídricos. Segundo Hoekstra e Chapagain (2008), à parte das mudanças dos padrões de consumo e de usos mais eficientes da água, a redução da utilização da água pode ser alcançada realizando a produção onde o clima é mais favorável.

Chapagain *et al.* (2006), aborda o conceito de "*national water losses*", que se refere ao fato de que a água utilizada na produção de commodities para exportação não está mais disponível para o uso doméstico. Pode haver perda líquida de recursos hídricos, mas isso pode ter ocorrido para preservar uma quantidade de blue water às custas de uma quantidade maior de green water. O autor destaca que a exportação de comércio internacional de *virtual water* é predominantemente *green water* em todos os produtos e países estudados, talvez devido ao processo produtivo nesses países ser por meio de água da chuva.

Green water não pode ser realocado automaticamente para outros usos que não sejam relacionados à vegetação e produção agrícola e seu uso apresenta menos externalidades negativas, enquanto o uso de blue water em irrigações pode provocar problemas como esgotamento da água, salinização e degradação do solo. Devido às variações climáticas, as produções agrícolas baseadas em água da chuva são menos estáveis que as que utilizam blue water. Uma externalidade negativa associada ao uso dos dois tipos de água é a degradação da qualidade da água. Mas como o mercado internacional de commodities é bem integrado, importações podem aliviar a dependência de green water de um país.

Biewald *et al.* (2014) encontra que o comércio gera uma preservação global de água de  $949 \text{ Gm}^3\text{yr}^{-1}$ , que é cerca de 17% da água consumida mundialmente para a produção agrícola. A maior parte da água preservada por conta do comércio é de *green water*, em torno de 18%, enquanto de *blue water* é de aproximadamente 5%. A região que obteve mais *net water savings* tanto relativamente quanto absolutamente foi a África. A Europa, América Latina, América do Norte, *Pacific OCDE* e *Pacific Asia* expandiram o total de uso de água devido ao comércio. A região que mais preservou *blue water* por conta do comércio foi o Sul da Ásia, especialmente a Índia e o Paquistão. Ao contrário, praticamente não foi preservado *blue water* na América do Norte, na antiga União Soviética e no *Pacific OCDE*. Na *Pacific Asia* e no Sudeste da Europa se verificou que o comércio levou a um valor negativo de *blue water savings*.

Estudos sobre o volume de água preservada com o comércio agrícola sinalizam para complexidade de análise dos fatores que envolvem o comércio internacional. O valor encontrado em Biewald *et al.* (2014) de água preservada na produção global é aproximadamente o dobro do encontrado no estudo de Oki e Keane (2004), revelando que o volume de exportação ou importação entre as diferentes regiões não é proporcional ao volume de *virtual water* comercializada, devido ao fato de muitos produtos agrícolas não serem intensivos em água.

Esta disparidade observa-se também nos estudos de *net save de blue water* na *Centrally Planned Asia*, na antiga União Soviética, no Oriente Médio e no sul da Ásia, nos dois primeiros por conta dos ganhos de preservação da água obtidos pelo comércio e nos últimos dois apesar do comércio aumentar as áreas e a produção irrigada. Essa diferença pode ser explicada pelo uso mais eficiente de *blue water* em irrigações agrícolas para exportação, enquanto um uso mais ineficiente desse recurso é utilizado para consumo doméstico, e portanto utiliza uma parcela maior de *blue water*.

Os preços da água irrigada geralmente são determinados via decisão política e não indicam o valor econômico da *blue water*, primeiro porque não se sabe o valor preciso da escassez da água, e segundo o preço da água pode estar subsidiado devido à uma decisão política.



O valor de *trade-related blue water changes* (TVb) fornece informações sobre a escassez das regiões e *blue water savings*. As regiões com os maiores valores absolutos de TVb são a Europa, o Oriente Médio e o sul da Ásia. A Europa é uma grande exportadora de *blue water* ( $-19 \text{ Gm}^3\text{yr}^{-1}$ ) e possui um alto valor negativo para TVb ( $-3157 \cdot 10^6 \text{ US\$}$ ), isso significa que bens intensivos em água são produzidos em regiões escassas em recursos hídricos. O sul da Ásia possui o maior valor para TVb ( $3416 \cdot 10^6 \text{ US\$}$ ) e também possui o maior valor para *blue water savings* ( $39 \text{ Gm}^3\text{yr}^{-1}$ ), dessa forma aliviando a escassez de água por meio de importações de produtos intensivos nesse recurso. O Oriente Médio tem um valor elevado para TVb ( $2246 \cdot 10^6 \text{ US\$}$ ), que é negativamente correlacionado com o baixo volume de *blue water savings* ( $9 \text{ Gm}^3 \text{ yr}^{-1}$ ), isso significa que apesar de poucos recursos hídricos serem preservados, essa região obtém elevados lucros com o comércio. Todas as outras regiões possuem um TVb muito baixo quando comparado com as regiões mencionadas acima. Os produtos agrícolas responsáveis pelo maior *blue water savings* não são os mesmo que são responsáveis pelos maiores TVb. Enquanto cereais e *oilpalm* são os bens que alcançam o maior valor para *blue water save*, vegetais e frutas são os produtos obtém o maior valor para TVb.

O comércio internacional de commodities é outro fator que influência na escassez de recursos hídricos, visto que alguns bens são intensivos em água. Kagohashi *et al.* (2015), com base no conceito de *virtual water trade* analisa a relação entre a abertura comercial e o consumo e retirada de água do solo e aponta:

(i) Referindo Hoehn e Adanu, o sinal negativo do parâmetro de abertura comercial indica um impacto negativo no consumo ou extração de água com a temperatura anual média com sinal negativo, divergindo do que é encontrado nos mesmos autores, já que para eles um aumento da temperatura provocaria uma redução da quantidade extraída de água, enquanto no resultado encontrado em Kagohashi *et al.* (2015) se verifica o oposto, que um aumento da temperatura média incentivaria os produtores a aumentar a produção até uma determinada

temperatura, se no caso ela excede 18.0°C e 17.2°C, dependendo da especificação, se verificaria uma redução da produção agrícola.

(ii) Relacionando abertura comercial e extração de água, se verifica que todos os parâmetros são significativos ao nível de 1% ou 5%, sendo irrelevante se a variável dependente é extração de água ou consumo. Os resultados apontam que se abertura comercial se expandir em 1%, a extração de água aumentaria em 0.015% e o consumo de água em 0.03%.

(iii) Observa que o sinal de *trade-induced technique* é negativo nas duas especificações, indicando uma relação negativa entre abertura comercial e extração/consumo de água. Uma expansão de 1% em abertura comercial, reduziria a extração de água em 2.1% e o consumo de água em 3.1%. No outro caso analisado, o aumento de 1% da abertura comercial, diminuiria o consumo e a extração de água em 1.1%.

Como hipóteses plausíveis para os resultados apresentados, Kagohashi et al (2015) mostra que a abertura comercial (i)incentiva as pessoas a adotarem tecnologias que reduzam o desperdício de água ou (ii)facilita a transferência dessas tecnologias entre os países.

Os ganhos que o comércio proporciona para os países é um assunto muito estudado na economia internacional, mas não existem estudos sobre os ganhos gerados pelo comércio a partir de uma redução dos custos de transação, principalmente no setor de agricultura. Reimer e Li (2010) expõe que durante o boom das commodities ocorrido entre 2007 e 2008, muitos países exportadores adotaram impostos sobre a exportação, o que deixou evidente a fragilidade do comércio internacional agrícola. Portanto, como os países hesitam em adotar medidas de comércio liberalizantes, Reimer e Li (2010) buscam por meio de seis simulações esclarecer as vantagens e os ganhos para o comércio internacional de sementes e grãos, obtidos a partir destas medidas.

- Na simulação I seriam impostas barreiras comerciais aos países até que estes se encontrem em um nível autossuficiente, ou seja, igualando sua produção ao seu consumo. Como resultado constatou-se que todos os países sofreriam uma perda não significativa de bem-estar social. Pode-se

concluir que os países já possuem barreiras comerciais que os aproximam do nível de autossuficiência.

- Na simulação II, é realizado o estudo oposto, são retiradas todas as barreiras e custos de transação no comércio internacional, criando uma situação denominada *zero gravity*. Os resultados foram muito mais expressivos, todos os países se beneficiam em termos de bem-estar social, tendo como mediana 42% de aumento de comércio entre os países. Nessa simulação também foi estimado a elasticidade entre custos de transação e o volume de transações, observando-se que uma redução de 1% nos custos de transação representaria um aumento de 2 à 2,5% no volume de comércio internacional.
- Na simulação III, a ótica das estimativas muda para o lado dos importadores. Todos os custos de importação foram reduzidos para o nível do país que possui o menor custo de importação, no caso os Estados Unidos. Se verifica um aumento do bem-estar social de todos os países com uma mediana de 17,9% e na maioria dos países uma redução dos preços agrícolas e do preço de aluguel das terras.
- Na simulação IV, o exercício permite que o fator terra possa ser móvel entre os diversos setores da agricultura. Verifica-se um aumento do bem-estar geral, com uma mediana de 25,3%, principalmente devido à mudança dos preços agrícolas.
- Na simulação V, buscou-se verificar como um evento num país influencia outros países, por exemplo benefícios advindos da utilização de novas tecnologias. Assim, um aumento hipotético de 30% dos rendimentos provocaria uma expansão de 4,4% do volume de comércio internacional e um aumento estimado de cerca de 2,2% do bem-estar dos Estados Unidos, causado por uma redução dos preços agrícolas devido à expansão da oferta. Os Estados Unidos passariam a exportar uma quantidade 12,5% maior que a anterior e importar um volume 13,5% menor. Os consumidores dos outros países se beneficiariam pois os preços agrícolas se reduziriam.

- Na simulação VI, aplicada à realidade do Brasil, se supôs um aumento de 30% da área utilizada para a produção agrícola, e verificou-se uma elevação do bem-estar brasileiro em 5,9%, uma redução dos preços agrícolas em 17,4% e das taxas de aluguel das terras em 17,8%. O volume de comércio internacional se expandiria em 1,5%, tendo a exportação brasileira uma expansão de 70.9%. Nessa simulação se verificou que os países que mais se beneficiariam do aumento das terras cultivadas brasileiras seriam os que se encontram próximos a ele, como Peru, Argentina e Uruguai. Isso sugere que apesar as barreiras tarifárias e não tarifárias serem fundamentais no comércio agrícola, a distância entre os países também possui um papel importante.

Na tabela abaixo se encontram as média mundiais de *water footprint* – o total de volume de água que é utilizado para a produção de produtos e serviços que são consumidos pelos indivíduos - de alguns alimentos. A carne bovina possui a maior *water footprint*, seguida da carne suína, frango e arroz. A *water footprint* de um produto depende de diversos fatores, entre os quais se destacam o uso eficiente da água, o local e o tempo de produção (Hoekstra, 2008).

**Tabela 4 – Média Global de Water footprint de alguns produtos por unidade.**

Produto	Unidade	Média de water footprint (litros)
Maçã/Pera	1 kg	700
Banana	1 kg	860
Carne	1 kg	15.500
Cerveja	250 ml	75
Pão	1 kg	1.300
Repolho	1 kg	200
Queijo	1 kg	5.000
Frango	1 kg	3.900
Chocolate	1 kg	24.000
Café	125 ml	140

Pepino/Abóbora	1 kg	240
Tâmara	1 kg	3.000
Amendoim	1 kg	3.100
Alface	1 kg	130
Milho	1 kg	900
Manga	1 kg	1.600
Leite	250 ml	250
Azeitona	1 kg	4.400
Laranja	1 kg	460
Pêssego	1 kg	1.200
Porco	1 kg	4.800
Batata	1 kg	250
Arroz	1 kg	3.400
Açúcar	1 kg	1.500
Chá	250 ml	30
Tomate	1 kg	180
Vinho	125 ml	120

Fonte: Arjen Y. Hoekstra “The water footprint of food”

#### 4.1. Produção Agrícola Brasileira e *Virtual Water Trade*

O setor de grãos brasileiro tem grande projeção de crescimento no período 2014-2024, e neste período o Brasil se tornará um exportador líquido em vez de importador. A área utilizada para a produção dos principais grãos vai alcançar 69.4 milhões de hectares até 2024, valor que representa um aumento de 20% em relação a 2014.

A cana de açúcar será o principal responsável por esse crescimento das áreas cultivadas e o Brasil continuará sendo o maior produtor mundial e exportador de açúcar, produto com elevado valor de *water footprint*, com o seu consumo e produção se expandindo até 2024. O arroz, alimento importante na dieta da população brasileira e também um produto com alto valor de *water*

*footprint* deverá ter sua produção aumentada à uma média anual de 1.6% até 2024, enquanto a área plantada e consumo vão permanecer praticamente estáveis (OECD-FAO, 2015).

No caso do trigo, se projeta um aumento da demanda em 2024, porém devido ao crescimento populacional, se verifica uma redução da demanda per capita pelo trigo. A utilização do trigo para outras atividades que não seja o consumo da população deve permanecer estável. A demanda por grãos secundários, principalmente o milho que é o mais consumido no Brasil ainda será destinada para fins de ração, e vai ter um crescimento na utilização até 2024. A soja até 2024 continuará sendo o principal produto agrícola brasileiro, ocorrendo uma expansão da produção que aproxima seu nível ao da produção americana, que é a maior do mundo. Se espera que a produção cresça a uma taxa média de 2.5% ao ano (OECD-FAO, 2015).

O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de frango, carne bovina e carne suína. Se espera que a produção de carnes continue tendo um rápido crescimento na próxima década. Além da depreciação do real em relação ao dólar, o desenvolvimento da genética animal junto com o aumento da demanda interna e externa vai atender o aumento da produção brasileira.

A diversificação da dieta mundial nos países em desenvolvimento vai provocar um aumento da demanda por frango, sendo este o principal produto rico em proteína do Brasil. Se estima que a produção de frango aumente em 22% relativo ao ano de 2014, o consumo doméstico também vai se expandir, no entanto a uma taxa menor que a da exportação brasileira desse produto, que em 2024 pode chegar a 31% das exportações mundiais. A expectativa é de um aumento da produção bovina a uma média anual de 1.1%, alcançando em 2026 um aumento de 16% em relação a 2014, o consumo doméstico também vai aumentar em 11% nesse período. O aumento da demanda internacional alinhado à depreciação do real vai manter a carne bovina brasileira competitiva no mercado internacional, com as exportações aumentando a uma taxa média anual de 2.7%, tendo um crescimento em 2024 de 37% em relação a 2014. Impulsionado pelos baixos custos de ração e elevação dos preços, a produção suína vai aumentar em

24% até 2024, a maior parte da produção suína brasileira é visando o consumo doméstico, que vai aumentar em 26% (OECD-FAO, 2015).

No caso dos laticínios, o Brasil é autossuficiente e não deve ocorrer grandes mudanças até 2024. A demanda doméstica deve aumentar de acordo com o crescimento populacional e o aumento da renda, mas não deve haver um crescimento rápido. O Brasil é um dos principais produtores de frutas, essa produção é praticamente absorvida pelo mercado doméstico, até 2024 se espera uma expansão da produção das principais frutas produzidas no Brasil. O Brasil é o segundo principal produtor de peixes da América do Sul, a produção em 2024 deve aumentar em 52% até 2024, isso ocorrerá principalmente motivado pelo aumento da demanda interna e políticas nacionais de apoio a essa produção, o principal obstáculo nesse setor está relacionado às questões ambientais. O Brasil é o principal exportador e produtor de café, correspondendo a um terço do total produzido e exportado no mundo. Até 2024, a produção de café deve aumentar em 25% em relação aos valores de 2014, enquanto as exportações devem crescer um total de 25% (OECD-FAO, 2015).

O Brasil exporta aproximadamente 67.1 bilhões m<sup>3</sup>/ano de valor bruto de *virtual water*, sendo aproximadamente 54.8 bilhões m<sup>3</sup>/ano o volume líquido exportado. A Europa é a principal importadora de *virtual water* de commodities brasileiras, com uma exportação bruta de 27.7 bilhões m<sup>3</sup>/ano, que representa um total de 41% do total das exportações brasileiras de *virtual water*. Dentro da Europa, a Rússia é a principal importadora de *virtual water*, adquirindo um total 8.9 bilhões m<sup>3</sup>/ano, principalmente importando açúcar, carne bovina e suína (4.0, 2.9 e 1.2 bilhões m<sup>3</sup>/ano, respectivamente). Depois da Rússia, a principal importadora é a Alemanha, que importa um total de 4.3 bilhões m<sup>3</sup>/ano e a Itália na terceira posição com 2.5 bilhões m<sup>3</sup>/ano. É importante ressaltar que na Alemanha e na Itália, o café é o produto responsável por esses elevados fluxos de *virtual water*. O continente Asiático também tem um papel importante nas importações de *virtual water* por meio de commodities, importando um volume de 21.6 bilhões m<sup>3</sup>/ano, representando 32% das exportações de *virtual water* do Brasil. Na Ásia, o principal importador é o Japão, importando 3.1 bilhões m<sup>3</sup>/ano, que são distribuídos em 1.5

bilhão m<sup>3</sup>/ano importação de café, 1.2 bilhão m<sup>3</sup>/ano de frango e 0.4 bilhão m<sup>3</sup>/ano de milho. Na segunda posição está a Arábia Saudita, importando 2.9 bilhões m<sup>3</sup>/ano de *virtual water* do Brasil (Vicente *et al.* 2016).

O continente americano surge como o terceiro principal importador de *virtual water* em commodities do Brasil, importando em média 9.3 bilhões m<sup>3</sup>/ano. Os países que se destacam nesse setor são os Estados Unidos, o Canadá e a Venezuela, que importam 4.1, 1.1 e 1.2 bilhões m<sup>3</sup>/ano respectivamente de **virtual water**. O continente africano importa 8.2 bilhões m<sup>3</sup>/ano do Brasil, representando 12% do total de exportações de *virtual water* do Brasil, o principal importador no continente é o Egito, que importa um volume de 2.7 bilhões m<sup>3</sup>/ano, principalmente em forma de carne bovina e açúcar (Vicente *et al.* 2016).

No período 1997-2012, o Brasil importou em média 12.3 bilhões m<sup>3</sup>/ano de *virtual water*, sendo 11.2 bilhões m<sup>3</sup>/ano, ou seja 91% do total, de outros países da América do Sul. Os principais exportadores de *virtual water* para o Brasil são a Argentina (6.4 bilhões m<sup>3</sup>/ano), Uruguai (1.5 bilhão m<sup>3</sup>/ano) e o Paraguai (1.2 bilhão) m<sup>3</sup>/ano. Os principais produtos importados pelo Brasil desses países são arroz e feijão (Argentina), arroz e trigo (Uruguai) e milho, trigo e carne bovina (Paraguai). Os outros exportadores que completam as importações brasileiras de *virtual water* são América do Norte, Ásia, Europa, Oceania e África com participações de 6.2%, 0,99%, 0,17% e 0,11%, respectivamente (Vicente *et al.* 2016).

**Tabela 5 – Exportação bruta, importação bruta e exportação líquida brasileira de *virtual water* de algumas commodities.**

Commodities	Exportação bruta de <i>virtual water</i> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> yr)	Importação bruta de <i>virtual water</i> líquida (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> yr)	Exportação líquida de <i>virtual water</i> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> yr)
Vegetais	3,1	0,01	3,1
Cebola	1,2	40	-39
Alho	0,23	62	-62
Tomate	0,61	0,04	0,57



Laranja	21	1,4	19
Maçã	22	74	-52
Pera	0,01	87	-87
Banana	166	0,01	166
Café	19,519	4,9	19,514
Milho	6.462	763	5.700
Trigo	847	7678	-6.831
Arroz	967	1.865	-898
Cevada	9,7	290	-280
Centeio	0,06	0,02	0,04
Mandioca	0,13	3,9	-3,8
Feijão	49	592	-543
Batata	0,42	4,5	-4,1
Uva	14	23	-9
Açúcar refinado	14.403	0,01	14.402
Óleo de girassol	1,1	38	-37
Leite	0,2	38	-38
Soro de leite coalhado	9,5	24	-14
Queijo	21	73	-53
Ovo de galinha	23	0,59	22
Frango	10.364	2,9	10.361
Carne	2.459	2,3	2.456
Porco	11.745	6,28	11.117

Fonte: National virtual water trade balance of Brazil related to different agricultural commodities. (Vicente *et al.* 2016)

As regiões brasileiras são heterogêneas quanto à disponibilidade de recursos hídricos. Se verifica que a região com a maior disponibilidade hídrica é a Norte, com elevados níveis de exportações de *virtual water*, enquanto a região Nordeste apresenta a menor disponibilidade hídrica, sendo uma importadora líquida de *virtual water*. A região Centro-Oeste e a Sul apresentam elevados

volumes de exportação de *virtual water*, principalmente de produtos relacionados à pecuária, com exceção do Paraná na região Sul. A diferença de grau de escassez entre as regiões é significativa, principalmente entre o Norte e o Nordeste do país. O indicador de escassez hídrica (WSI) do Brasil é de 5%, no entanto o WSI da região Amazônica é de menos de 1%. Já no caso da região Nordeste, se verifica um elevado valor de WSI, sendo aproximadamente de 76.6%. A região Centro-Oeste apresenta um WSI que varia entre 1% e 4%. O Sudeste possui um alto valor de WSI, mas isso ocorre devido à densidade populacional da região. A região Sul apresenta um valor de WSI de 11% (Vicente *et al.* 2016).

A revisão de literatura desenvolvida neste capítulo ressaltou as mudanças dos padrões internacionais de comércio, com foco nos benefícios econômicos para os países exportadores de bens intensivos em água e no *virtual water trade*, com destaque para análise do *virtual water trade* no caso brasileiro.

## **5. Escassez, autosuficiência hídrica e importação/exportação líquida de *virtual water***

Neste capítulo se retorna à relação entre *virtual water trade* e escassez hídrica discutida no capítulo 3, com o objetivo de analisar a tendência de crescimento das duas variáveis. Busca-se também analisar o comportamento dos principais países importadores e exportadores líquidos de *virtual water* entre a década de 80 e 2010, relacionado à tendência de crescimento das variáveis *virtual water trade* e escassez hídrica.

### **5.1. Índices utilizados**

#### **➤ Fluxo de *Virtual Water Trade* (VWT)**

$VWT[ne, ni, c, t] = CT[ne, ni, c, t] \times SWD[n, c]$ , expresso em  $m^3 yr^1$ :

O fluxo de *Virtual Water Trade* entre países é calculado pela multiplicação entre o fluxo de um produto e o valor de água associado a esse produto.

---

<sup>1</sup> ne - VWT do produto c exportado por um país;

ni - VWT importado no ano t;

CT - o produto comercializado c em toneladas por ano entre o país exportador ne e o país importador ni no ano t.

SWD - demanda por água em  $m^3$  por tonelada do produto c no país exportador ne

➤ **Virtual Water Importada (GVWI)<sup>1</sup>**

$$GVWI[ni, t] = \sum VWT[ne, ni, c, t]$$

O valor bruto de *Virtual Water* Importada por um país ni em um determinado período de tempo.

➤ **Virtual Water Exportada (GVWE)<sup>1</sup>**

$$GVWE[ne, t] = \sum VWT[ne, ni, c, t]$$

O valor bruto de *Virtual Water* Exportada por um país ne em um determinado período de tempo.

➤ **Virtual Water Importada (NVWI)<sup>1</sup>**

$$NVWI[x, t] = GVWI[x, t] - GVWE[x, t]$$

O valor líquido de *Virtual Water* Importada é igual ao valor bruto de *Virtual Water* Importada (GVWI) menos o valor bruto de *Virtual Water* Exportada (GVWE). O sinal de NVWI indica se o país foi um exportador (sinal negativo) ou importador (sinal positivo) líquido de *virtual water* no período t.

➤ **Escassez Hídrica (WS)<sup>2</sup>**

$$WS = (WU/WA) \times 100$$

➤ **Autosuficiência Hídrica (WSS)<sup>2</sup>**

$$WSS = [WU/(WU + NVWI)] \times 100, \text{ se } NVWI \geq 0$$

$$WSS = 100, \text{ se } NVWI < 0$$

A Autosuficiência Hídrica de um país (WSS) é definida pela capacidade do país fornecer a água necessária para produção doméstica de bens e serviços. A WSS para os países exportadores líquidos de *virtual water* se denota igual a 100%. Quanto mais próximo de 0% for o valor de WSS, mais esse país depende da importação de *virtual water*.

---

<sup>2</sup> WU - total de água utilizado no país no ano em m<sup>3</sup>

WA - total disponível água nesse período no mesmo país em m<sup>3</sup>.

## 5.2. Recursos Hídricos e Padrão Comercial de *Virtual Water*

A escassez hídrica pode ser suavizada se a água for tratada como um bem econômico, sendo possível alcançar níveis mais eficientes de seu uso por meio do comércio internacional de bens intensivos em água entre países abundante e escassos (Chapagain *et al.* 2005).

Um país escasso em recursos hídricos pode importar produtos que requerem muita água na sua produção (*water intensive products*) como os agropecuários e exportar produtos que requerem pouca água para produção (*water extensive products*). Muitos países preservam água por meio da importação de produtos intensivos em água e exportam produtos que são menos intensivos em água.

O número de transações comerciais e o volume comercializado de *water virtual trade* mais que dobrou nas últimas duas décadas, aliviando a pressão sobre os recursos hídricos dos países desenvolvidos, em sua maioria importadores líquidos de bens intensivos em água.

Estudo realizado por Hoekstra e Mekonnen (2012), aponta que os países mais populosos e de maior área são os que utilizam mais água, entre eles estão a China, Índia, USA, Brasil e Rússia. O estudo aponta que as regiões mais escassas em água se encontram no Oriente Médio, Ásia Central e Norte da África, enquanto as regiões menos escassas são as da América Central e África Central. A ponderação da escassez altera a balança comercial relativa tanto dos importadores quanto dos exportadores líquidos. Em relação aos importadores, se verifica que são países exclusivamente desenvolvidos e relativamente abundantes em recursos hídricos, já os exportadores líquidos são em sua maioria países em desenvolvimento e escassos em água, no entanto quando se pondera a escassez, países do Oriente Médio e da Ásia Central alcançam posições mais elevadas entre os exportadores líquidos.

Os resultados encontrados nesse estudo confirmam o importante papel dos fatores geográficos de abundância e escassez na escassez global. Examinando os principais parceiros econômicos dos Estados Unidos como a Europa, América

Latina e Ásia quanto ao comércio de *virtual water*, se verifica que eles são superados em volume de exportação por países escassos em água.

Quando analisados os países que utilizam mais água escassa, o Paquistão, Irã e Egito aparecem como os principais consumidores, considerando que em determinadas áreas do Oriente Médio e Norte da África praticamente toda água é considerada escassa. Em relação à *water footprint*, se verifica que países desenvolvidos como o Japão, a Alemanha e a França subiram posições. A Índia, Paquistão e China são os maiores exportadores de recursos hídricos escassos, enquanto os Estados Unidos, Japão e Alemanha são os maiores importadores. Paquistão e Síria se destacam por serem pequenos exportadores de *virtual water*, mas estão entre os maiores exportadores de água escassa.

Segundo o estudo, o peso da escassez altera a balança comercial de países importadores líquidos de *virtual water*, isso se verifica no caso de países desenvolvidos e relativamente abundantes em água, que importam uma parte significativa de *virtual water* de fontes escassas. Como exemplo, os EUA, a Inglaterra e a Alemanha são uns dos maiores importadores de bens intensivos em água do Quênia, Congo, Senegal e Gabão

Estudos realizados na China (Feng et al. 2012), Irã (Faramarzi et al. 2010), Egito (Zeitoun et al. 2010) e Uzbequistão (Beckchanov et al. 2012) mostram o papel positivo que regiões abundantes em água podem ter em países escassos, por meio da produção de produtos intensivos em água, permitindo que a água escassa dessas regiões possa ser utilizada em atividades que tenham um maior retorno por unidade de água. Hoekstra (2009) enfatiza a alta dependência de importações dos países escassos em água de produtos intensivos nesse fator, como é o caso dos grãos importados do Brasil, Argentina e Estados Unidos.

Os recursos hídricos tem se tornado cada vez mais escassos, e nas discussões de políticas sobre água, o *virtual water trade* tem alcançado elevada importância, pois muitos estudiosos apontam que esse comércio é fundamental para aliviar a escassez da água em algumas regiões. Portanto, antes de adotar qualquer política que afete o consumo de água, torna-se imprescindível definir os fluxos de *virtual water* de fontes escassas. Em Hoekstra e Hung (2002) é realizado

uma análise sobre fluxos, permitindo uma análise mais precisa sobre *virtual water trade*.

A escassez dos recursos hídricos é um fenômeno suscetível à produção mundial de alimentos e às suas mudanças. Se estima que com o aumento populacional e as mudanças nos hábitos alimentares das pessoas, a demanda por produtos agrícolas vai aumentar e conseqüentemente o consumo de água potável (Pingali, 2007).

O estudo realizado em Biewald *et al.* (2014) estima a quantidade de blue e green water que pode ser preservada de todos os produtos agrícolas em um *grid-cell level*. Na abordagem *model-based* levando em consideração o comércio de produtos agrícolas e pecuários e os recursos hídricos utilizados na produção, pela primeira vez se conseguiu determinar a quantidade de *blue* e *green water* preservada em um *grid-cell level*. É fundamental incorporar na análise as características de *water stress* para relacionar o consumo agrícola com a escassez de recursos hídricos. Verifica-se que quando o recurso hídrico é preservado nos lugares corretos, essa preservação tem um impacto significativo na escassez de água do local.

Ainda está sendo debatido na literatura a contribuição do conceito de *virtual water trade* para compreender a escassez de recursos hídricos. Diversos estudos mostram que a maior parte de *virtual water* utilizada no comércio internacional agrícola é de *green water*. Em Chapagain *et al.* (2005) também se estima o impacto do comércio internacional nos recursos de *blue water*.

De acordo com Hoekstra e Mekonnen (2012), cerca de 25% da água utilizada na produção agrícola global é atribuída às exportações de *virtual water*. Um outro estudo realizado por Falkenmar e Lannerstad (2010), estima que será necessário que o volume de *virtual water trade* dobre até 2050 para compensar os déficits de água causados pela agricultura. Portanto, o *International Water Management Institute* (IWMI) e o *Government Office for Science* (*Government Office for Science, London*, 2011; Molden, 2007) afirmam que um aumento do comércio de produtos agrícolas e, conseqüentemente, de fluxos de *virtual water* podem influenciar numa diminuição de *water stress* e estimular um uso mais

eficiente da água. Tem sido feita também uma distinção entre *green* e *blue water* para o cálculo dos fluxos de *virtual water*.

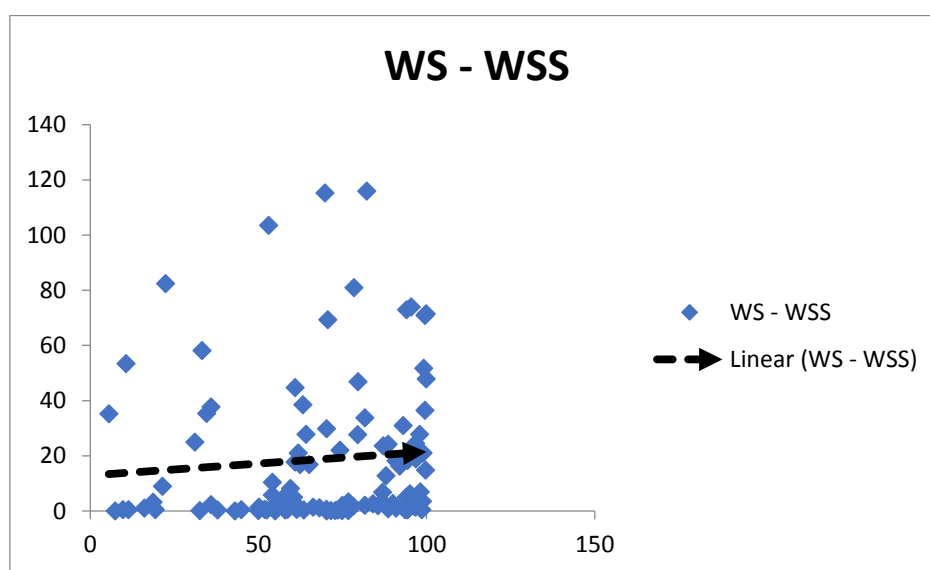
Em Hoekstra e Mekonnen (2012) três passos são utilizados para avançar no estudo da aplicabilidade do conceito de *virtual water* (i) O primeiro passo é estimar as mudanças na produção agrícola causadas pelo comércio, por meio do modelo utilizado nesse estudo é possível verificar tanto os efeitos diretos quanto os indiretos causados pelo comércio na produção agrícola, (ii) aplicando os resultados encontrados no primeiro passo, o estudo determina a quantidade de *green* e *blue water* preservada por conta do comércio agrícola num *grid-cell level*, (iii) no terceiro passo, o estudo relaciona as mudanças geradas pelo comércio internacional na quantidade de *blue water* com um indicador *agroeconomic water-scarcity*, isso para identificar *water scarce grid-cells* que produzem produtos agrícolas para exportação e onde não é necessário produzir, pois esses produtos são adquiridos via importação.

Os resultados obtidos no primeiro passo mostram que o comércio internacional provoca uma redução da produção agrícola global e da área utilizada na agricultura. No entanto apesar de reduzir a produção e quantidade de área utilizada, o comércio aumenta a produção em área irrigada por dois motivos. (i) A distribuição desigual de áreas irrigadas nas diferentes regiões, acarreta que a produção local, diferentemente da destinada para exportação, tem que ser produzida em terras menos férteis devido à falta de terras irrigadas e mais produtivas. (ii) O comércio permite a exportação de produtos sob uma condição ótima, portanto a produção vai ocorrer em terras mais irrigadas. Caso não houvesse comércio, os países precisariam produzir todos os produtos que necessitam e portanto seria uma decisão ótima não utilizar as terras irrigadas na produção e apenas produzir alimentos menos intensivos em água. O comércio afeta os importadores líquidos freando a utilização de novas terras (África e Sul da Ásia) ou reduzindo a pressão sobre a produtividade (Oriente Médio) ou pelo os dois motivos (Ex União Soviética). As regiões que passaram a irrigar mais áreas devido ao comércio são a Ásia Pacífica e a América Latina (Hoekstra e Mekonnen, 2012).

Em relação aos gráficos 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3 e 5.2.4, os dados de escassez hídrica e autosuficiência hídrica dos países importadores e exportadores líquidos de *virtual water* utilizados na análise referem-se ao período de 1995-1999 encontrados no relatório de *Virtual Water Trade* realizado em 2003. No caso dos gráficos 5.2.5 e 5.2.6, os dados foram obtidos da FAO AQUASTAT e do artigo *Recent History and Geography of Virtual Water Trade* de 2013.

### Gráfico 1 - Escassez hídrica (WS) e a autossuficiência hídrica(WWS)

A suposição inicial era de que quanto mais escasso um país fosse em relação à água, menos autosuficiente ele seria na questão hídrica. No entanto, por meio do gráfico se verifica uma leve tendência positiva na relação entre escassez hídrica (WS) no eixo y e autosuficiência hídrica (WSS) no eixo x.

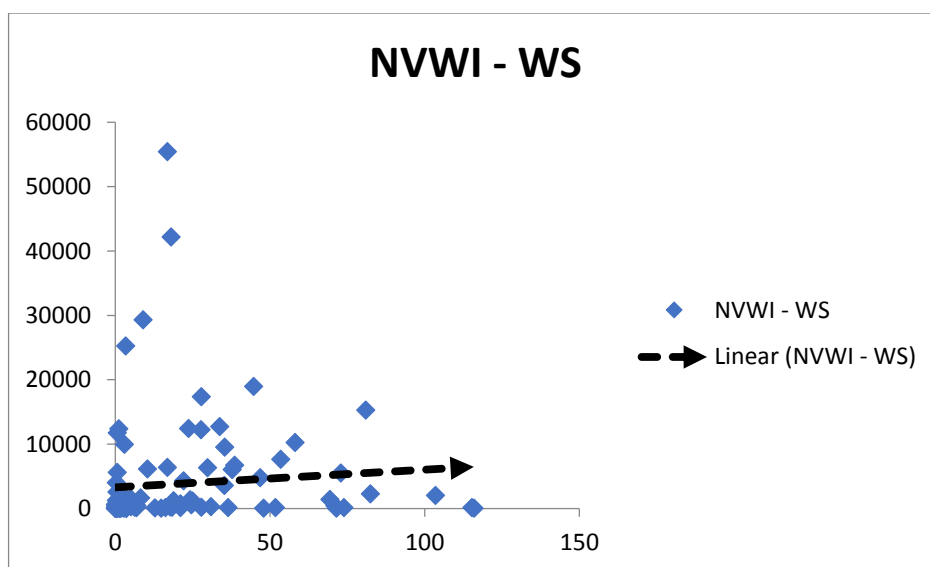


Fonte: A.Y. Hoekstra and P.Q. Hung (2002). Elaboração: Própria.



## Gráfico 2 - O volume de *virtual water* importado (NVWI) pelos importadores líquidos com o grau de escassez do país (WS) no período 1995 – 1999

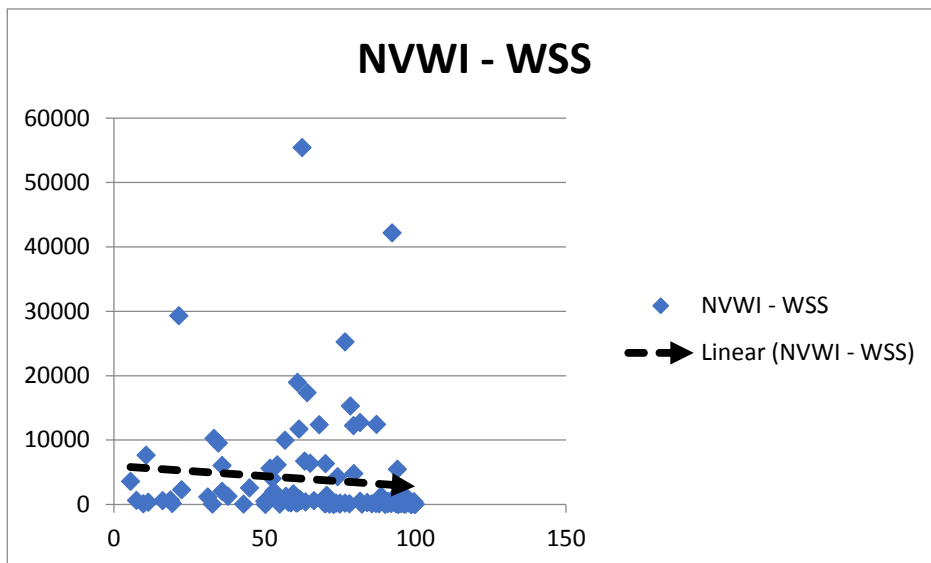
O gráfico que segue procurou relacionar o volume de *virtual water* importado (NVWI) pelos países importadores líquidos com o grau de escassez do país (WS). A hipótese inicial era de quanto mais escasso um país fosse, maior seria o volume de *virtual water* importado por este procurando aliviar a escassez hídrica do país. Diferentemente do gráfico anterior, neste a hipótese foi confirmada, pois a relação entre NVWI e WS apresenta uma leve tendência positiva.



Fonte: A.Y. Hoekstra and P.Q. Hung (2002). Elaboração: Própria.

## Gráfico 3 - O volume de *virtual water* importado (NVWI) pelos importadores líquidos com a autossuficiência hídrica (WSS) no período 1995 – 1999

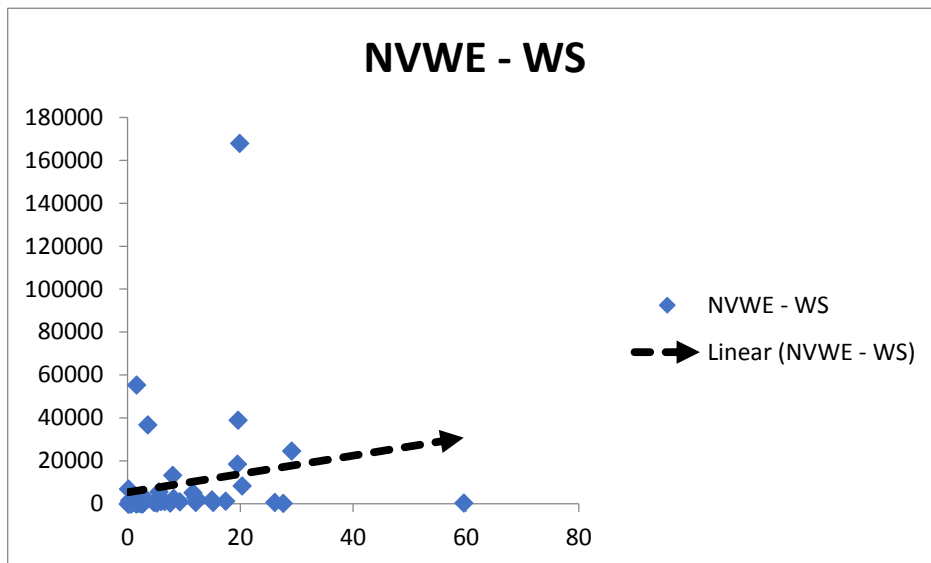
O próximo gráfico relaciona NVWI (volume de importação líquida de *virtual water*) com WSS (grau de autossuficiência hídrica). A suposição era de que essa relação apresentasse uma tendência negativa, pois quanto mais autossuficiente for um país em relação à água, menos ele teria necessidade de importar *virtual water*.



Fonte: A.Y. Hoekstra and P.Q. Hung (2002). Elaboração: Própria.

**Gráfico 4 - O volume de *virtual water* exportado (NVWE) pelos exportadores líquidos e o grau de escassez do país (WS) no período de 1995 – 1999**

O gráfico que segue procurou relacionar o volume de *virtual water* exportado (NVWE) pelos exportadores líquidos e o grau de escassez do país (WS) no período de 1995 até 1999. Geralmente países exportadores líquidos de *virtual water* possuem um baixo nível de escassez hídrica, no entanto é razoável supor que quanto mais o país exporta esse recurso e, portanto, mais utiliza água para a exportação, mais o seu nível de escassez hídrica aumenta. Realizando uma linha de tendência da relação entre NVWE e WS se verifica que a hipótese inicial se confirma, ou seja, que um aumento do volume exportado de *virtual water* tem uma relação positiva com o grau de escassez do país.



Fonte: A.Y. Hoekstra and P.Q. Hung (2002). Elaboração: Própria.

### 5.3. O comportamento dos principais importadores e exportadores líquidos de *virtual water* no período de 1980 - 2010

Foi realizada uma análise do comportamento dos principais importadores e exportadores líquidos de *virtual water* nos anos de 1986, 1993, 2000 e 2010, que é uma boa amostra de tempo, pois cada ano se encontra em uma década distinta, com base nos dados do artigo *Recent History and Geography of Virtual Water Trade* de 2013.

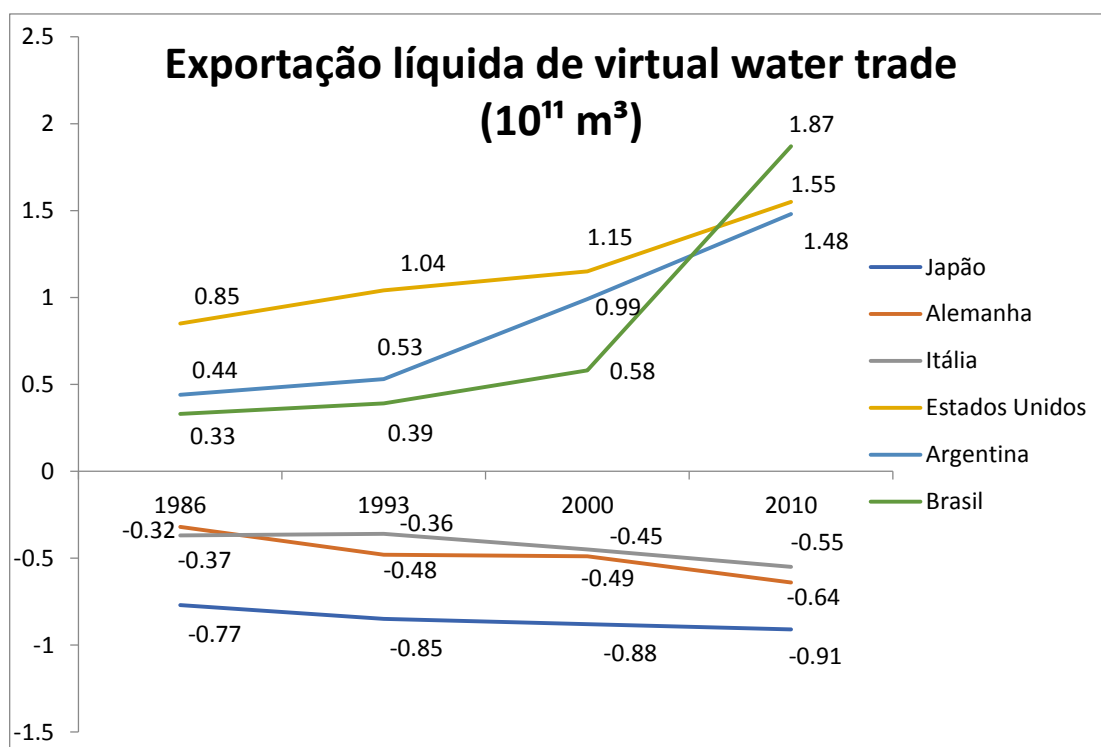
Em relação aos importadores líquidos de *virtual water*, três países se encontram entre os maiores importadores nas quatro décadas analisadas, o Japão, a Alemanha e a Itália. O Japão foi o maior importador desse recurso nos anos de 1986, 1993 e 2000, apesar de ter aumentado suas importações de 2000 até 2010, perdeu a posição de principal importador global em 2010 para a China, que expandiu substancialmente suas importações entre 2000 e 2010. A Alemanha era a quarta principal importadora de *virtual water* em 1986, alcançando a terceira posição em 1993 e 2000, mas caindo para a terceira posição em 2010, durante todo o período analisado se verificou uma expansão das importações alemãs de *virtual water*. O outro país presente nos quatro períodos analisados é a Itália, ocupando em 1986, 1993 e 2000 a colocação de terceira principal importadora de

*virtual water*, caindo para quinto lugar em 2010, apesar de ter expandido suas importações. Outros países também se encontram entre os cinco principais importadores de *virtual water* em pelo menos algum dos anos observados. Um deles é a URSS, que foi a segunda principal importadora de *virtual water* em 1983, a Coréia do Sul e a Rússia que foram a quarta e a quinta principais importadores respectivamente de *virtual water* em 1993 e 2000, porém com as posições invertidas. Em 2010, a China e o Irã aparecem pela primeira vez entre os principais importadores de *virtual water* mundiais, a China se torna o maior importador, importando um volume ( $2,43 \times 10^{11}$ ) muito superior ao dos outros países, como o Japão que em 2010 apresentou o maior volume ( $0,91 \times 10^{11}$ ) já importado por um país nos anos analisados e foi muito inferior ao volume chinês. O Irã aparece ocupando a quarta posição no ranking de maiores importadores, ficando uma posição acima da Itália.

Em relação aos principais exportadores líquidos de *virtual water* se verificou que, como no caso dos importadores, apenas três países se encontram nos quatro anos analisados entre os cinco principais exportadores do mundo, os Estados Unidos, a Argentina e o Brasil. Os Estados Unidos foram o principal exportador de *virtual water* em 1986, 1993 e 2000, e apesar de ter expandido suas exportações significativamente em 2010, ele passou a ocupar a segunda colocação no ranking, perdendo a posição para o Brasil. A Argentina foi a terceira principal exportadora de *virtual water* em 1986, em 1993 ela ultrapassa a Austrália e passa a ser a segunda principal exportadora em 1993 e 2000, em 2010 ela é ultrapassada pelo Brasil e cai para a terceira posição no ranking. O Brasil apresentou uma rápida ascendência quanto ao volume de exportações de *virtual water*, em 1986 ocupava a quinta posição no ranking, depois em 1993 subiu para a quarta posição que manteve até 2000 e em 2010 foi o principal exportador de *virtual water*, mais que triplicando o volume exportado de *virtual water*. Outros países que aparecem entre os cinco principais exportadores pelo menos uma vez em algum período são a Austrália, Tailândia, Índia, Canadá e a Indonésia. A Austrália esteve presente no ranking em todos os anos analisados exceto em 2010, em 1986 ela foi a segunda principal exportadora e em 1993 e 2000 foi a terceira principal exportadora. A

Tailândia apareceu apenas em 1986, ocupando a quarta colocação à frente do Brasil, a Índia apareceu em 1993 na quinta colocação, o Canadá em 2000 e 2010 ocupa a quinta colocação e a Indonésia aparece pela primeira vez em 2010 na quarta colocação, conforme gráfico abaixo:

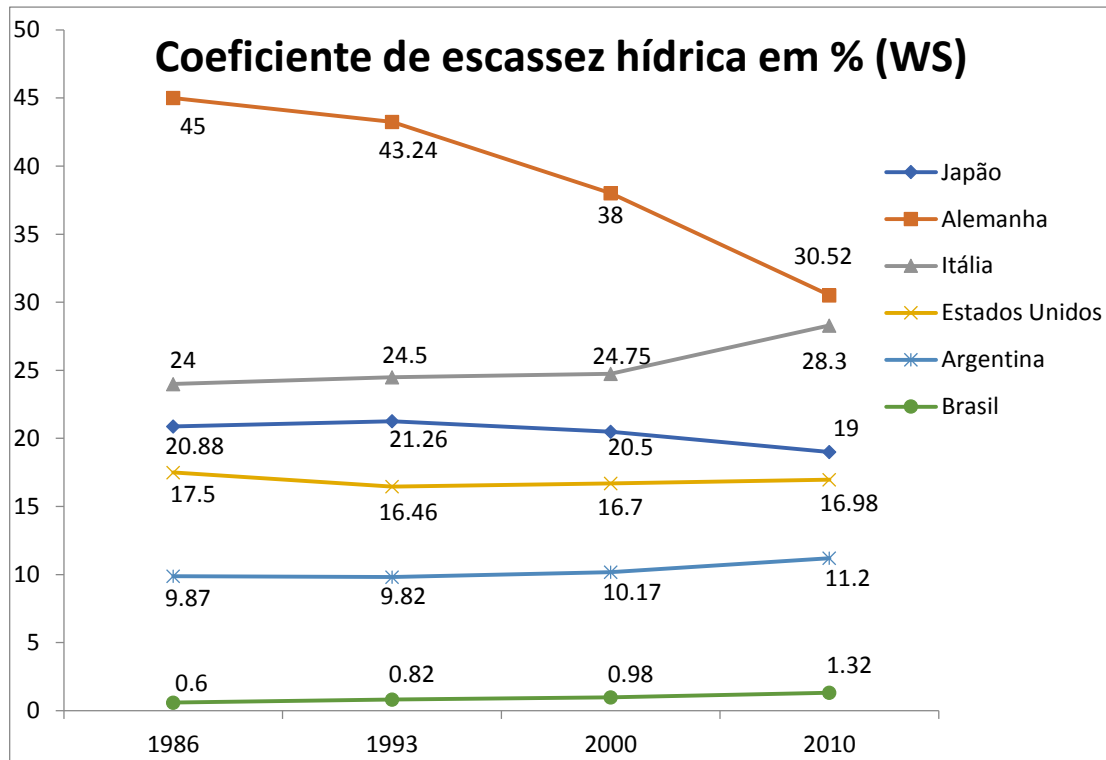
**Gráfico 5 - O comportamento dos principais importadores e exportadores líquidos de *virtual water* no período de 1980 - 2010**



Fonte: Carr et al. (2013). Elaboração: Própria.

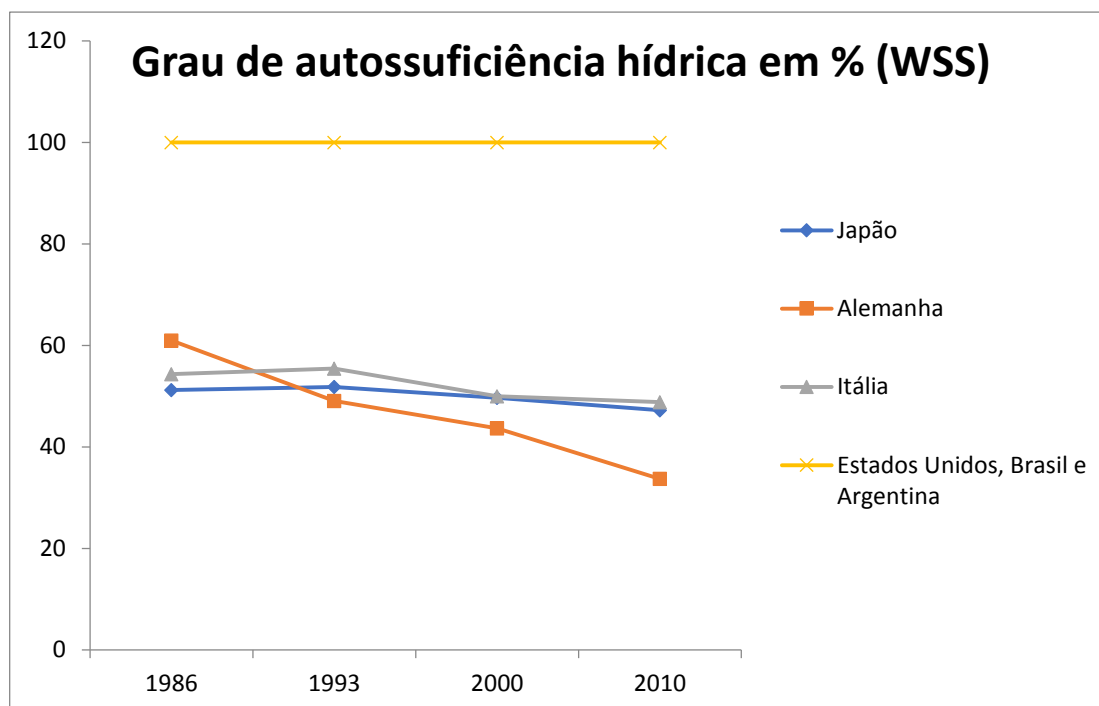
Observa-se que os países exportadores líquidos de *virtual water trade* do gráfico (Japão, Alemanha e Itália) se encontram na parte positiva do eixo y, enquanto os países importadores líquidos de *virtual water trade*, com exportação líquida negativa, se encontram na parte negativa do eixo y.

**Gráfico 6 - O comportamento do coeficiente de escassez (WS) dos principais importadores e exportadores de virtual water de 1980 – 2010**



Fonte: Carr et al. (2013). Elaboração: Própria.

**Gráfico 7 - O comportamento do coeficiente de autossuficiência hídrica (WS) dos principais importadores e exportadores de virtual water de 1980 – 2010**



Fonte: Carr et al. (2013). Elaboração: Própria.

O objetivo dos dois gráficos acima é verificar o comportamento do coeficiente de escassez (WS) e o grau de autossuficiência (WSS) ao longo dos anos analisados dos principais importadores e exportadores de *virtual water* presentes em 1986, 1993, 2000 e 2010. A suposição inicial para o comportamento dos países importadores era que o aumento das importações de *virtual water* aliviaria o stress sobre os recursos hídricos desses países e portanto eles seriam negativamente correlacionados. Essa tendência se mostrou mais forte na Alemanha, que apresentou uma redução considerável do seu grau de escassez. O Japão também apresentou essa tendência, porém em menor grau. A Itália, entre os principais países importadores líquidos, apresentou um comportamento contrário ao dos outros países, o aumento das importações de *virtual water* apresentou uma relação positiva com o aumento do grau de escassez. Todos os

importadores líquidos apresentaram uma redução do grau de autosuficiência ao longo do tempo, o que pode ser explicado pelo fato de terem se tornado mais dependentes da água importada devido ao volume de importações realizadas. O Brasil, Estados Unidos e Argentina, que são os principais exportadores líquidos, apresentaram um aumento do grau de escassez ao longo do tempo, o que pode ser atribuído à expansão do volume de virtual exportado por esses países. O grau de autosuficiência não informa muito sobre os países exportadores líquidos, pois para todos ele se manteve em 100%.

## **6. Conclusão**

O Brasil é uma potência agropecuária, é um dos principais produtores e exportadores de algumas das principais commodities agrícolas. Os principais fatores que contribuem para esse potencial agrícola são a extensão territorial adicionada às características físico-climáticas favoráveis ao desenvolvimento da atividade agrícola, sendo um dos fatores físico-climáticos que mais se destaca a disponibilidade hídrica que permite à produção brasileira continuar se expandindo apesar do cenário de escassez hídrica global. Apesar desse cenário favorável para o setor agrícola brasileiro, de uma maneira geral a economia brasileira ainda permanece muito fechada, exibindo um baixo coeficiente de abertura comercial e um baixo grau de conectividade comercial, inviabilizando ganhos econômicos ainda mais expressivos.

O crescimento populacional alinhado à urbanização e à elevação da renda percapita vai exercer muita influência sobre a expansão da produção agrícola. A tendência é que com o aumento da demanda, os países passem a depender mais do comércio internacional, com o Brasil tendo um papel ainda mais importante como exportador líquido de produtos agrícolas por conta da abundância de recursos naturais.

A disponibilidade hídrica brasileira, se tratada apropriadamente como um bem econômico, adicionada à utilização eficaz da água no comércio internacional entre países abundantes e escassos pode aliviar significativamente o problema da escassez hídrica. Um país com poucos recursos hídricos poderia importar



produtos intensivos em água, enquanto exporta produtos que não dependem tanto da água na sua produção. Essas transações comerciais de virtual water tem se tornado cada vez mais frequentes nas últimas duas décadas, conforme verificado por meio do estudo da tendência de crescimento realizado neste trabalho, que apontou uma relação positiva de *virtual water* importado (NVWI) pelos países importadores líquidos com o grau de escassez do país (WS). A análise também nos mostrou que o volume de *virtual water* exportado (NVWE) pelos exportadores líquidos e o grau de escassez do país (WS) apresentam uma tendência de crescimento positiva, devido à maior demanda pela exportação desses produtos, sinalizando que esses países estão utilizando mais de seus recursos hídricos para atender a demanda por produtos intensivos em água.

Um estudo futuro teria como objetivo analisar o comportamento dos preços dos bens intensivos em água, no caso os produtos que o Brasil produz, relacionando com um indicador de escassez hídrica para verificar o comportamento desses preços em um cenário escassez de água. A direção da variação do preço pode ajudar a esclarecer os padrões do comércio internacional em um contexto de escassez e qual papel o Brasil poderia desempenhar.

## Referência bibliográfica

ABBOTT, C. Philip, HURT, Christopher; TYNER, Wallace. E. 2008. **Whats's Driving Food Prices? Farm Foundation Issue Report (FFIR), Oak Brook, IL.** Disponível em: <http://www.farmfoundation.org/news/articlefiles/404-FINALWDFPREPORT7-28-08.pdf>

Agência Nacional de Águas (ANA) - **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil em 2013**, 2013. Disponível em [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf)

BIEWALD, Anne, *et al.* **Valuing the impact of trade on local blue water.** Ecological Economics, v. 101, pp. 43-53, 2014.

CARR, Joel. *et al.* **Recent History and Geography of Virtual Water Trade.** PLOS ONE, e55825, 2013.

CHAPAGAIN, Ashok. *et al.* **Saving water through global trade.** Unesco. Value of Water Research Report Series No. 17. 2005.

Confederação Nacional da Indústria – **Coeficientes de Abertura Comercial.** 2017. Disponível em < <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/coeficientes-de-abertura-comercial/> >

DABROWSKI, JAMES. *et al.* **Agricultural impacts on water quality and implications for virtual water trading decisions.** Ecological Economics, v 68, pp. 1074-1082, 2009.

GASQUES, J.G. *et al.* **Produtividade da agricultura Resultados para o Brasil e estados selecionados.** Embrapa, Brasília, DF. 2014

GILBERT, Christopher; MORGAN, Charles. **Food price volatility.** The Royal Society. Vol 365, Pp. 3023-3034, 2010.

HEADEY, Derek.D., & FAN, Shenggen. **Reflections on the Gobal Food Crisis: Reflections on the Global Food Crisis: How Did It Happen? How Has It Hurt? And How Can We Prevent The Next One?.** International Food Policy Research Institute Monograph, pp 122, 2010.

HAGUENAUER, G. **Tecnologias de Irrigação e o Uso Eficiente da Água.** COPPE UFRJ. 2016.

HEINBERG, R. & BOMFORD, M., **The Food and Family Transition: Toward a Post Carbon Food System.** Post Carbon Institute, March 2009.

HOEKSTRA, Arjen. & HUNG, P. **A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade**. Value of Water A.Y. Research Report Series No.11, 2002.

HOEKSTRA, Arjen. **The water footprint of food**. The Swedish Research Council for Environment, pp. 49–60, 2008.

HOEKSTRA, Arjen; & MEKONNEN, Mesfin. **The water footprint of humanity**. 2011.

Internacional Energy Agency. **World Energy Outlook 2010**. Paris, 2010. Disponível em: [www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf)

KAGOHASHI, K.; TSURUMI, T.; MANAGI, S. **The Effects of International Trade on Water Use**. PLOS ONE. 2015.

MANFRED, Lenzen. *et al.* **International trade of scarce water**. Ecological Economics, v. 94, pp. 78–85, 2013.

OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015), **OECD-FAO Agricultural Outlook 2015**. OECD Publishing. Disponível em [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en)

OCDE-FAO - **Perspectivas Agrícolas 2015-2024**. 2015. Disponível em < <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf> >

PINGALI, P., **Agricultural growth and economic development: a view through the globalization lens**. Agricultural Economics, v. 37, pp. 1-12, 2007.

PRAKASH, Adam. Cassava: international market profile. **Background paper for the competitive commercial agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA) study**. Trade and Markets Division: Food and Agriculture Organisation (FAO). 2008.

REIMER, Jeffrey. **On the economics of virtual water trade**. Ecological Economics. V. 75, pp. 135-139, 2012.

REIMER, Jeffrey; LI, Man. **Trade Costs and the Gains from Trade in Crop Agriculture**. American Journal of Agricultural Economics, vol 92, pp. 1024-1039, 2010.

SARQUIS, Sarquis. **Comércio Internacional e Crescimento Econômico no Brasil**. Ministério das relações exteriores. 2011. Disponível em < <http://funag.gov.br/loja/download/864-com%C3%A9rcio-internacional.pdf> >

SCHAFFNIT-CHATTERJEE. C. **The Global Food Equation – Impact on Developing Countries**. Deutsche Bank Research. Zurich. November 2009.

SILVA, Vicente. *et al.* **Water Footprint and Virtual Water Trade of Brazil**. Water, 2016, v. 8, pp. 517. 2016.

TANGERMANN, Stefan. **Policy Solutions to Agricultural Market Volatility: A Synthesis**. International Center for Trade and Sustainable Development. Issue Paper No. 33, pp. 3-28, 2011.

TIMMER, C.P. **Reflections on Food Crises Past**. Food Policy, v. 35, Issue 1, 2010.

WILCHELNS, Dennis. **Virtual water and water footprints do not provide helpful insight regarding international trade or water scarcity**. Ecological Indicators, v. 52, pp. 277-283, 2014.

World Trade Organization - **World trade in 2015-2016**, chapter 3. 2016.

Disponível em <

[https://www.wto.org/english/res\\_e/statis\\_e/wts2016\\_e/WTO\\_Chapter\\_03\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2016_e/WTO_Chapter_03_e.pdf) >

WORLD BANK. **The World Bank Group's Response to the Global Crisis. Update on an Ongoing IEG Evaluation**. Washington, 2009.