

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor
agropecuário brasileiro**

Jaqueline Gisele Gelain

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Economia
Aplicada

**Piracicaba
2018**

Jaqueline Gisele Gelain
Bacharela em Ciências Econômicas

**Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário
brasileiro**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **ALEXANDRE NUNES DE ALMEIDA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Economia
Aplicada

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Gelain, Jaqueline Gisele

Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro / Jaqueline Gisele Gelain. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

119 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Análise de custo-benefício 2. Água virtual 3. Valor da água
4. Parceiros importadores 5. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Ivanete e Luiz, ao meu irmão Cesar, aos meus sobrinhos Matheus e Arthur, à minha cunhada Adriana e a todas as pessoas a quem ele for útil de alguma maneira.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro e sempre, agradeço a Deus, pelo dom da vida e por tudo o que tenho e sou. Por ter me dado serenidade, paciência, discernimento e, sobretudo, por ter me fortalecido durante a caminhada do mestrado.

Agradeço aos meus pais, Ivanete e Luiz, pela vida, pelo amor, pela dedicação e pela compreensão que sempre tiveram e sei que sempre terão comigo. Ao meu irmão, Cesar, aos meus sobrinhos Matheus e Arthur, à minha cunhada Adriana e a toda minha grande família, pela torcida e por todas as energias positivas que me enviaram durante esse mestrado.

Ao meu orientador, professor Alexandre Nunes de Almeida, por toda ajuda, orientação e paciência, no decorrer desses anos de mestrado.

Aos professores Carlos José C. Bacha, Márcia Istake e Humberto F. S. Spolador, tanto pela participação na banca de qualificação, quanto pelos apontamentos feitos que colaboraram para melhoria e finalização dessa dissertação. Obrigada pela disponibilidade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada (PPGEA) da ESALQ/USP, pelo ensinamento proporcionado nesse mestrado que, muito além do conteúdo programático, foram ensinamentos que levarei para vida, pessoal e profissional.

Aos colaboradores do PPGEA/ESALQ, que são pessoas muito especiais, as quais sempre me lembrarei com muito amor e carinho, D. Mirian, Luciane Cipriano e Aline Fermino. Muito obrigada pelo carinho, pela amizade, pelos conselhos e pelo ombro amigo.

Agradeço a todos os colaboradores do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), em especial ao Rildo Moreira; bem como a todos os colaboradores do Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (PECEGE), particularmente ao Glauber dos Santos e ao André Danelon, pela gentil atenção e ajuda na obtenção dos dados dos custos de produção tão necessários à realização desse trabalho.

Agradeço a todas as amigas e a todos os amigos que Deus colocou em meu caminho ao longo da vida. Em especial agradeço às minhas amigas Cristiane, Elaine, Fabiana e à minha sobrinha do coração Yasmin. Sempre torcendo para tudo dar certo e vibrando com minhas conquistas.

Aos colegas de turma do mestrado, e aos demais colegas que tive o prazer da companhia enquanto estive na ESALQ. Em especial, agradeço aos amigos que foram importantes e essenciais no decorrer desse mestrado: Aniela Carrara, Cristiane Ogino, Diego Botássio, Thais Menezes, André Danelon, Giovani Gianetti.

Durante um ano, minha casa foi a cidade de Piracicaba, conheci pessoas incríveis que sempre levarei no coração e no pensamento. No entanto, muito mais do que amigos, posso falar que encontrei uma família, os “Cabeças de Baleia”. Agradeço demais a Deus por essa família piracicabana: Elis (Trócinho); Gustavo (Cenourão); Henrique (Henriquesson); Iara (Cheive); Josimar (Blackie); João (Mão Santa); Leonardo (Chapéu); Liamara (Lia); Lucas (La Quica); Maria; Nathalia (Nathy Embaçada); Raphael (Patrón, e algumas vezes, Lucindo); Rayssa (Môpa). Muito obrigada pelo amor, pela ajuda, pela compreensão, pela paciência e pelo carinho de vocês. Jamais os esquecerei.

Aos amigos que fiz no Grupo de Estudos e Práticas Para o Uso Racional de Água (GEPURA). Grupo que participei por pouco tempo, mas o qual me rendeu experiências e conhecimento com o “Mundo da Água”, que jamais imaginei como seriam.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que me auxiliou financeiramente, por meio da bolsa de mestrado durante o primeiro ano do curso.

Agradeço, imensamente, ao Instituto Escolhas, por escolherem meu projeto de dissertação que culminou com a concessão da bolsa de mestrado durante o segundo ano.

Faço aqui, novamente, especial agradecimento a 3 pessoas que foram imprescindíveis nesse mestrado: aos amigos Diego Botássio e Nathalia Oliveira, por toda ajuda, conhecimento compartilhado, disponibilidade e paciência dispensada, principalmente, durante os meses iniciais do mestrado; e ao amigo João (Mão Santa), por todo companheirismo, amizade, confidências, por todas as caronas que me deu, todas os lanches e pizzas compartilhados (literalmente), por me apresentar ao único sorvete que gosto (o da Paris, claro), obrigada por me aguentar abaixando o som do seu carro todas as vezes que entrava nele e por ouvir minha lamentação de dor nas costas, todos os dias. Sem esse carinho todo de vocês, certamente eu não teria conseguido chegar onde cheguei, a vocês, meu MUITO OBRIGADA!

Agradeço à Elis Braga, minha “filha” e parceira na vida e nos escritos acadêmicos. Fiquei muito honrada de poder ter contribuído para sua tese de doutorado e muito lisonjeada por ter sido escolhida como parceira nesses artigos que escrevemos em 2017. Já agradeço, antecipadamente a parceria para os artigos dos próximos anos. Agraço também, pela sua ajuda, na leitura desse trabalho, sempre me auxiliando com as repetições, com os erros ortográficos, sugestões de melhoria e colocações pontuais. MUITO OBRIGADA!

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho e por um lapso de memória tenham ficado sem ser nominados. Peço perdão pelo esquecimento, de qualquer forma, agradeço imensamente a ajuda!

“É preciso conquistar os corações e as mentes das pessoas para a causa ambiental, causa esta que, na verdade, não se restringe a questões exclusivamente ecológicas, mas engloba também desafios como a erradicação da pobreza, a firmação global e irrestrita dos direitos humanos a consolidação da paz entre os povos. Esta é, portanto, uma obra de toda a sociedade”.

Agenda 21

“(...) Uma tarde, à beira de um afluente do rio Macujaí, em companhia de um índio ianomâmi, perguntei qual de todas aquelas ações predatórias dos brancos mais o haviam chocado. O índio não precisou refletir. Imediatamente, sem hesitar, expressando um misto de horror e incompreensão, ele respondeu: ‘*Foi ver um homem branco mijando nas águas deste rio*’”.

Evaristo Eduardo de Miranda
A água na natureza e na vida dos homens

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS E TABELAS	11
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. DETALHAMENTO DOS PRODUTOS	17
2.1 Produtos estudados – critérios de seleção.....	17
2.2 Produtos estudados – evolução das exportações	18
3. ÁGUA VIRTUAL, DISPONIBILIDADE HÍDRICA E IRRIGAÇÃO	23
3.1. Definição de água virtual.....	23
3.2. Disponibilidade hídrica e irrigação no Brasil	26
4. VALORAÇÃO DA ÁGUA VIRTUAL	35
4.1. Revisão sobre precificação de água.....	35
4.2. Legislação sobre cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil	39
4.2.1 Cobrança pelo uso da água na agricultura	42
5. ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO	47
6. METODOLOGIA.....	51
7. RESULTADOS	59
7.1 Água na produção – diferenças entre Brasil e seus parceiros importadores	59
7.2 Importância brasileira para seus parceiros importadores	60
7.3 Valor da água virtual	63
7.4 Volume de água virtual exportada.....	65
7.5 Valor da água virtual exportada.....	70
7.6 Análise de custo-benefício	75
8. VALOR DA ÁGUA EM OUTROS PAÍSES DO MUNDO.....	79
9. CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	95
ANEXOS	119

RESUMO

Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro

Análise de custo-benefício (CBA) é um instrumento de avaliação de políticas que auxilia na tomada de decisão, empregada principalmente por gestores públicos. A CBA foi utilizada com o intuito de alcançar o objetivo principal desse estudo: verificar se a exportação de água virtual – água incorporada em um produto durante seu processo produtivo – embutida em 10 produtos do setor agropecuário brasileiro, no período de 2002 a 2016, está sendo benéfica ao Brasil. Os produtos estudados foram agrupados em 5 grupos, Açúcar, Café, Milho, Soja e Boi que, somados, desde o ano de 2012 têm representado mais de 20% do total das exportações brasileiras, em termos monetários, US\$. Para qualquer análise custo-benefício é necessário que todos os impactos (custos e benefícios) sejam monetizados para se apurar o benefício líquido (BL), que é alcançado diminuindo-se os custos (C) dos benefícios (B), ($BL = B - C$). O estudo admitiu como custo os custos de produção, dos produtos estudados; a tarifa de armazenagem portuária; e, o valor da água virtual exportada pelo Brasil. Como benefício está sendo considerado o valor recebido com a exportação desses produtos, convertido em moeda nacional. Dessa forma, para alcançar o objetivo principal do estudo, foi necessário precificar a água virtual, um dos objetivos específicos do estudo. Ademais, o estudo apresenta ainda os principais parceiros importadores do Brasil, com relação aos produtos estudados; a importância brasileira como país exportador para esses parceiros importadores; a diferença no volume de água utilizado para produção, tanto no Brasil quanto nesses importadores; e, o volume e o valor total da água virtual exportada no período analisado. A hipótese central que norteou esse trabalho é que o Brasil obteve mais benefícios do que custos ao exportar água virtual, embutida na cesta de produtos agropecuários escolhida. Inclusive, essa hipótese pôde ser confirmada, uma vez que se identificou, por meio da CBA, benefícios totais líquidos positivos, no período de 2002 a 2016, isto é, os benefícios (valor das exportações) superaram os custos (custo de produção, tarifa portuária e valor da água virtual). No que tange aos benefícios líquidos por grupo de produto estudado, os mesmos apresentaram resultado negativo em alguns anos do período analisado. Como exemplo, para o grupo Milho, nos anos de 2005, 2006 e 2009 os benefícios líquidos foram negativos. Quanto aos benefícios totais líquidos, os mesmos foram de R\$ 216.342.482.411,98 no período de 2002 a 2016. Em relação ao volume total de água virtual exportada, incorporada nos produtos abordados pelo estudo, no período analisado, o mesmo foi de 2.514.850,651 milhões de m³ de água. Em termos de valor monetário, o total apurado para esse volume de água foi de R\$ 27.166.366.824,47.

Palavras-chave: Análise de custo-benefício; Água virtual; Valor da água; Parceiros importadores; Cobrança pelo uso dos recursos hídricos

ABSTRACT

Cost-benefit analysis of virtual water exports in the Brazilian agricultural sector

Cost-benefit analysis (CBA) is a policy evaluation tool that assists in decision-making, used primarily by public managers. CBA was used in order to reach the main objective of this study: to verify if the export of virtual water – water contained in a product during its production process – embedded in 10 products of the Brazilian agricultural sector, from 2002 to 2016, is being beneficial to Brazil. The products studied were grouped into 5 groups: Sugar, Coffee, Corn, Soybean and Bovine, which, since the year of 2012, represented more than 20% of total Brazilian exports, in monetary terms, US\$. For any cost-benefit analysis it is necessary that all impacts (costs and benefits) are monetized to determine the net benefit (NB), which is achieved by decreasing the costs (C) of the benefits (B), ($NB = B - C$). The study admitted as cost the costs of production, of the products studied; the port storage tariff; and, the value of virtual water exported by Brazil. As a benefit is being considered the value received with the export of these products, converted into national currency. Thus, to reach the main objective of the study, it was necessary to value the virtual water, one of the main objectives of the study. In addition, the study also analyses the main importing partners of Brazil, in relation to the products studied; the importance of Brazil as a leading agricultural exporting country for these importing partners; the difference in the volume of water used for production, both in Brazil and in the importing partners; and, the volume and total value of the virtual water exported in the analyzed period. The central hypothesis that guided this work is that Brazil obtained more benefits than costs when exporting virtual water embedded in the chosen basket of agricultural products. This hypothesis could even be confirmed, since the CBA identified positive total net benefits from 2002 to 2016, i.e., benefits (value of exports) exceeded costs (production cost, tariff port value and virtual water value). Regarding the net benefits per product group studied, they presented negative results in some years of the analyzed period, for example, for the Corn group, in the years 2005, 2006 and 2009 the net benefits were negative. As for the total net benefits, they were R\$ 216,342,482,411.98 in the period from 2002 to 2016. In relation to the total volume of virtual exported water, incorporated in the products addressed by the study, during the analyzed period, it was 2,514,850,651 million m³ of water. In terms of monetary value, the total amount for this volume of water was R\$ 27,166,366,824.47.

Keywords: Cost-benefit analysis; Virtual water; Water pricing; Importer partners; Charging for the use of water resources

LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS

Gráfico 1 – Participação do setor agropecuário no comércio internacional brasileiro – em % – 2002 a 2016.....	19
Figura 1 – Participação nas exportações totais do Brasil – por grupo de produtos e total – em US\$ e ton – %.....	20
Figura 2 – Disponibilidade hídrica superficial brasileira – por Bacia Hidrográfica.....	29
Figura 3 – Distribuição da precipitação brasileira – médias do período de 1961 a 2007.....	30
Figura 4 – Evolução da área total irrigada – em hectares – 1996, 2006 e 2015 – por Estado.....	32
Figura 5 – Valor da água virtual por Estado brasileiro – R\$/m ³	64
Figura 6 – Volume da água virtual exportada pelo Brasil – por grupo de produto e total – 2002 a 2016 – milhões de m ³	66
Figura 7 – Exportação de água virtual por Estado brasileiro – milhões de m ³ – 2002 e 2016 – por grupo de produtos e total. Área plantada por grupo de produtos – 2016 – em hectares. Número de cabeças de boi – 2016.....	69
Figura 8 – Valor da água virtual exportada pelo Brasil – por grupo de produtos e total – 2002 a 2016 – milhões de R\$.....	71
Figura 9 – Valor da água virtual exportada por Estado brasileiro – milhões de R\$ – 2002 e 2016 – por grupo de produtos e total.....	74
Figura 10 – Benefício líquido da exportação brasileira de água virtual – por grupo de produtos – 2002 a 2016.....	76
Gráfico 1-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Açúcar – 2002 a 2016.....	95
Gráfico 2-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Café – 2002 a 2016.....	95
Gráfico 3-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Milho – 2002 a 2016.....	96
Gráfico 4-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Soja – 2002 a 2016.....	96
Gráfico 5-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Boi – 2002 a 2016.....	96
Figura 1-A – Divisão hidrográfica nacional.....	118

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Produtos estudados – por grupo de produtos.....	17
Quadro 2 – Principais parceiros importadores do Brasil – por grupo de produto.....	22
Tabela 1 – Pegada hídrica e água virtual – em m ³ /ton – média brasileira – por produto.....	26
Tabela 2 – Distribuição percentual de recursos hídricos – Brasil e parceiros importadores..	27
Quadro 3 – Alguns estudos sobre os métodos para estimar o valor da água de irrigação.....	37
Quadro 4 – Valor da água na agricultura – R\$/m ³	42
Tabela 3 – Etapas principais de uma CBA.....	48
Quadro 5 – Quantidade de água necessária para produção – Brasil e parceiros importadores – por produto estudado – média nacional – m ³ /ton.....	59
Quadro 6 – Importância brasileira perante os parceiros importadores do Brasil – em % – por grupo de produto e por parceiro importador.....	61
Tabela 4 – Valor médio da água – Países do Mundo – US\$ PPP de 2016.....	80
Quadro 1-B – Taxa de câmbio comercial para venda – média mensal – 2002 a 2016.....	97
Quadro 1-C – Custos de produção – por ton – grupo Açúcar – 2002 a 2016.....	98
Quadro 2-C – Custos de produção – por ton – grupo Café – 2002 a 2016.....	100
Quadro 3-C – Custos de produção – por ton – grupo Milho – 2002 a 2016 – parte I.....	102
Quadro 4-C – Custos de produção – por ton – grupo Milho – 2002 a 2016 – parte II.....	103
Quadro 5-C – Custos de produção – por ton – grupo Soja – 2002 a 2016.....	105
Quadro 6-C – Custos de produção – por ton – grupo Boi – 2002 a 2016 – parte I.....	107
Quadro 7-C – Custos de produção – por ton – grupo Boi – 2002 a 2016 – parte II.....	108
Quadro 1-D – Tarifa de armazenagem portuária – em R\$/ton – 2002 a 2016.....	110
Quadro 1-E – Valores utilizados para o cálculo da água virtual – Estado – R\$/m ³	111
Quadro 2-E – Valores utilizados para o cálculo da água virtual – Macrorregião – R\$/m ³	111
Quadro 1-F – Estudos sobre preço da água ao redor do mundo – em US\$ PPP de 2016.....	112

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural abundante no Planeta Terra, cuja formação é composta por, aproximadamente, 71% de água, porém apenas 2,53% desse montante diz respeito à água doce, ou seja, própria para o consumo (SHIKLOMANOV e RODDA, 2003). Nesse contexto, o Brasil é um país privilegiado, pois 13,22% de todo o recurso renovável de água doce mundial está presente em território nacional (BANCO MUNDIAL, 2016). Apesar de toda essa disponibilidade de água no Brasil, sua distribuição entre os Estados é muito desigual, com cerca de 80% dos recursos hídricos potáveis estando presentes na região Norte do País, onde habita a menor parte da população brasileira. Por outro lado, em algumas localidades, como por exemplo na região Nordeste, a água é insuficiente para suprir as necessidades dos habitantes (ANA, 2013).

Em grande medida, problemas com a disponibilidade hídrica, em um determinado local, devem-se à sazonalidade da precipitação. A Agência Nacional de Águas (ANA), afirma que no Brasil os períodos de chuva são desiguais nas regiões hidrográficas, e cita como exemplo a abundância de chuvas na região Amazônica, a escassez da mesma na região Nordeste, e a boa distribuição de chuvas durante o ano na região Sul (ANA, 2013). Em locais e/ou períodos do ano onde existe escassez de chuvas, muitos agricultores fazem uso da tecnologia de irrigação nas lavouras. De acordo com a ANA, em 2015, a irrigação foi responsável por 75% do consumo de toda água no Brasil (ANA, 2016a). A irrigação no Brasil teve início na década de 1900 no Rio Grande do Sul (produção de arroz) e se intensificou em outras regiões e atividades a partir das décadas de 1970 e 1980 (ANA e EMBRAPA, 2016). A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, no Brasil, está prevista no Decreto nº 24.643 que data de 10 de julho de 1934 (BRASIL, 1934). Entretanto, os critérios gerais para essa cobrança foram estabelecidos em 2005 com a Resolução nº 48 (MMA, 2005). Em conformidade com Martins e Valencio (2003, p. 29) “O modelo francês tem sido a principal referência para a construção do arcabouço institucional brasileiro de gestão dos recursos hídricos”.

A estimativa do volume de água que é empregado no processo de produção de qualquer produto recebe o nome de água virtual. A expressão foi cunhada em 1993, no entanto desde meados de 1980 utilizava-se uma nomenclatura similar, água embutida, pensada inicialmente por um economista israelense, Gideon Fishelson (ALLAN, 2003). No que se refere à água virtual, cada autor a define de uma maneira diferente. Renault (2002) conceitua água virtual como a água embutida em um produto, ou seja, a água consumida em seu processo de produção, e aponta os itens alimentícios como os que mais incorporam água

durante o processo produtivo. Já Allan (2003) definiu água virtual como a água necessária para produzir *commodities* agrícolas e afirma que o termo pode ser expandido para produtos não agrícolas.

A definição que será abordada pelo presente estudo define água virtual como a quantidade total de água utilizada no processo de produção agropecuário ou industrial (HOEKSTRA e HUNG, 2002). A água virtual é calculada pela soma dos três tipos de pegada hídrica¹ conhecidos: i) água verde, que se refere à água das chuvas; ii) água azul, relativa às águas superficiais e subterrâneas; e, iii) água cinza, que diz respeito ao volume de água limpa necessária para diluir a água poluída resultante dos processos produtivos².

A comercialização dos produtos do setor agropecuário é relevante tanto para a economia doméstica quanto para o comércio externo brasileiro. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), desde o ano 2000 o setor agrícola tem representado 5% ou mais do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (IBGE, 2017)³. Em relação ao mercado externo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) informa que o setor agropecuário apresenta participação acima dos 25% nas exportações totais⁴ do Brasil, enquanto que as importações do setor não representaram nem 10% das importações totais, no mesmo período (MAPA, 2017b).

É importante destacar que muitas regiões e países não possuem a quantidade necessária de água, e de outros insumos, para atender a produção e, conseqüentemente, o consumo interno, surgindo então a necessidade do comércio internacional. Quando ocorre essas trocas entre países, não é somente o produto que está sendo comercializado, mas também todos os insumos e recursos naturais usados no processo produtivo. No entanto, para que a produção agropecuária ocorra é necessário além da água, que haja terra disponível para o cultivo e condições climáticas adequadas. Neste contexto, o Brasil apresenta vantagem frente a outros países do mundo quando se trata da produção de produtos agropecuários. Utilizando-se da ideia geral da teoria ricardiana das vantagens comparativas, o presente estudo assume que o Brasil tem vantagem comparativa na produção de bens intensivos em água, haja vista a situação brasileira no que tange aos recursos hídricos mundiais, ser

¹ De acordo com Hoekstra et al (2011, p.40), água virtual é “um termo alternativo para a pegada hídrica de um produto”.

² A metodologia bem como as fórmulas matemáticas utilizadas para apuração dos valores de cada tipo de água que será utilizado nesse trabalho encontra-se disponível em Hoekstra et al (2011) e Mekonnen e Hoekstra (2010a e 2010c). O presente estudo utilizará a quantificação de água disponível em Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d).

³ Exceção apenas nos anos 2010 e 2012, cuja representação foi de 4,8% e 4,9% do PIB, respectivamente.

⁴ Exceção apenas no ano 2000, cuja representação foi de 23,88% da exportação total.

possuidor de terras cultiváveis e apresentar características físico-climáticas favoráveis à agricultura e à pecuária em grande parte de seu território.

Considerando-se que mais de 25% da pauta de exportação brasileira é composta por produtos do setor agropecuário e que os alimentos são os produtos que mais incorporam água em seu processo produtivo pode-se inferir que o Brasil exporta grande volume de água, na forma virtual, embutida nos produtos agropecuários. Surge então uma questão: qual o benefício líquido do Brasil, ao exportar produtos intensivos em água? Na ânsia de responder essa questão, o presente trabalho tem por objetivo principal realizar a análise de custo-benefício com a finalidade de verificar se a exportação da água virtual, incorporada em 10 produtos⁵ selecionados do setor agropecuário, está sendo benéfica ao Brasil. No ano de 2016 os produtos escolhidos para estudo representaram 24,70% de toda a exportação brasileira, em termos monetários, US\$, e 17,72% em peso, toneladas. O período analisado abrange os anos de 2002 a 2016. Para que a análise de custo-benefício seja realizada é necessário auferir valor para essa água virtual, incorporada e exportada por meio dos produtos estudados, sendo esse um dos objetivos específicos do estudo. Salienta-se que o valor a ser utilizado como referência para precificar a água virtual brasileira refere-se ao valor pelo de uso da mesma e não necessariamente ao valor da água como recurso natural esgotável e limitado.

A hipótese que norteia a execução do presente trabalho é a de que o Brasil seja um país que apresenta mais benefícios do que custos com a exportação de água virtual. Para o cálculo dos benefícios líquidos, serão considerados como custo: i) os custos de produção, dos produtos estudados; ii) a tarifa portuária de armazenagem; e, iii) o valor da água virtual. Para benefício considerar-se-á o valor das exportações desses produtos, convertidos em moeda nacional, real (R\$). Dessa forma, a análise do custo-benefício será valiosa no sentido de enriquecer a literatura sobre o tema e promover incentivos a políticas públicas com relação a expansão dos acordos comerciais brasileiros para países que apresentam baixa disponibilidade hídrica. Visando, entre outros aspectos, a melhora tanto na balança agropecuária brasileira, quanto no bem-estar de países que apresentam baixa dotação de água.

Será feita a apresentação dos principais países que importaram do Brasil, os produtos abordados pelo estudo, na intenção de se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- ↳ expor a diferença que há na quantidade de água utilizada para produção, dos produtos estudados, entre o Brasil e esses importadores que, ao longo do trabalho, serão tratados como parceiros importadores;

⁵ Os produtos encontram-se esboçados no Capítulo 2.

- ↳ demonstrar a importância do Brasil como fornecedor desses produtos, para cada parceiro importador.

Outras hipóteses que, igualmente, orientam a realização desse estudo são: i) o Brasil é o país onde menos se gasta água para produzir os produtos abordados pelo estudo; ii) o Brasil configura-se como importante fornecedor para seus principais parceiros importadores. Outro resultado que será exibido com a realização do trabalho diz respeito ao volume e ao valor total de água virtual que foi exportada, no período de 2002 a 2016.

O estudo será feito para o Brasil como um todo, entretanto as pesquisas e análises se darão por Estado brasileiro, haja vista a facilidade de se trabalhar com dados estaduais e posteriormente agrupá-los para análise geral. Admitir-se-á, no trabalho, como água virtual exportada, o volume total dessa, ou seja, a soma total dos 3 tipos de água, verde, azul e cinza, haja vista que, ao se exportar, por exemplo, uma tonelada de soja, exporta-se toda a água que foi incorporada ao produto em seu processo produtivo e não somente as águas azul e cinza, que dizem respeito à água de captação, sobre as quais incide legislação de cobrança.

Ademais será apresentado, para efeito de comparação com o valor cobrado pela água no Brasil, o preço encontrado para a água por diversos pesquisadores ao redor do mundo. Essa demonstração será realizada com o intuito de identificar se o valor cobrado pela água no Brasil está subvalorizado em relação ao apurado nos demais países.

O trabalho está dividido em outros oito capítulos, além desta introdução. No capítulo dois serão apresentados os produtos abordados pelo estudo, bem como o critério para seleção dos mesmos, a evolução das exportações e os parceiros importadores do Brasil para esses produtos. O terceiro capítulo esboça o conceito de água virtual, demonstra a disponibilidade hídrica mundial e brasileira e exibe os dados relativos à irrigação no Brasil. O capítulo quatro é dedicado à revisão da literatura sobre precificação de água e ao resumo da legislação brasileira sobre a cobrança pelo uso da mesma. A teoria acerca da análise de custo-benefício e a revisão da literatura sobre esse tipo de análise, está descrita no capítulo cinco. A metodologia utilizada é relatada no capítulo seis. O sétimo capítulo expõe e discute os resultados do trabalho. No capítulo oito será apresentado os valores para a água, apurados em diferentes trabalhos ao redor do mundo. Por fim tem-se as conclusões e implicações do estudo.

2. DETALHAMENTO DOS PRODUTOS

O presente capítulo tem por finalidade apresentar os produtos abordados pelo estudo e demonstrar os critérios utilizados para seleção dos mesmos. Será exibido, ainda a evolução nas exportações desses produtos bem como os principais países que os importaram do Brasil no período de 2002 a 2016.

2.1 Produtos estudados – critérios de seleção

Este estudo utilizará como referência uma cesta de 10 produtos do setor agropecuário brasileiro, exibidos no Quadro 1, que estão agrupados em cinco grupo de produtos: Açúcar, Café, Milho, Soja e Boi.

Grupo	NCM	Descrição
Açúcar	170113	Açúcar de cana
	170114	Outros açúcares de cana
Café	090111	Café não torrado, não descafeinado
Milho	100590	Milho, exceto para semeadura
Soja	120110	Soja, mesmo triturada, para semeadura
	120190	Soja, mesmo triturada, exceto para semeadura
	230400	Tortas e outros resíduos sólidos da extração do óleo de soja
Boi	020130	Carnes de bovino, desossadas, frescas ou refrigeradas
	020230	Carnes de bovino, desossadas, congeladas
	160250	Preparações alimentícias e conservas, de bovinos

Quadro 1 – Produtos estudados – por grupo de produtos

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da plataforma eletrônica AliceWeb-MDIC

Para escolha dos grupos de produtos descritos no Quadro 1, realizou-se, inicialmente, uma pesquisa junto ao Sistema de Análise das Informações do Comércio Exterior (AliceWeb-MDIC). Essa pesquisa consistiu em buscar as exportações totais do Brasil, listadas por produto, de acordo com a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM⁶), Posição SH 4, nos últimos cinco anos do período em análise, no caso 2012 a 2016⁷. Identificou-se os grupos de produtos com maior representação nas exportações, em termos de peso, toneladas (ton)⁸.

⁶ A identificação dos produtos é feita pelo NCM, pelo fato de que a base de dados, com a quantificação da água virtual, utiliza o NCM como referência.

⁷ Utilizou-se apenas os últimos cinco anos do período analisado, 2012 a 2016, com o objetivo de se identificar os produtos agropecuários mais exportados pelo Brasil atualmente.

⁸ O peso exportado (ton) é utilizado como critério de seleção dos produtos devido à base de dados, com a quantificação da água virtual, estar em m³/ton.

Culminando assim, nos grupos Açúcar, Café, Milho e Soja, para o setor agrícola e Boi para o setor pecuário⁹.

Em se tratando dos produtos constantes no Quadro 1, os mesmos foram identificados a partir de uma nova pesquisa no Sistema AliceWeb. Nessa nova pesquisa buscou-se pela exportação de todos os "n" produtos de cada grupo. Utilizando o grupo Boi como exemplo, pesquisou-se desde carnes e preparações alimentícias até couros e sêmen de bovinos. O intuito dessa última pesquisa foi determinar os produtos mais relevantes dentro de cada grupo, resultando assim nos 10 produtos apresentados no Quadro 1¹⁰.

2.2 Produtos estudados – evolução das exportações

No contexto internacional, os produtos do setor agropecuário destacam-se, em grande medida pelo fato do Brasil apresentar condições físico climáticas suficientes para cultivo, terras cultiváveis, disponibilidade de recursos hídricos, entre outros fatores. Somando-se a isso os avanços tecnológicos na agricultura, o Brasil tem se transformado em uma potência do *agribusiness*. De acordo com MAPA (2017b, p. 46), no ano de 2016 as exportações do setor agropecuário representaram 38,6% de toda a exportação brasileira enquanto que, no mesmo período, as importações desse setor representaram 8,15% de toda importação feita pelo País. O Gráfico 1 apresenta a participação do setor agropecuário no comércio internacional brasileiro, para o período de 2002 a 2016.

⁹ Faz-se aqui a observação de que, na pesquisa realizada, identificou-se o grupo das Aves como principal exportador, no setor pecuário. Entretanto, na base de dados, com a quantificação da água virtual, não consta informação, para o produto de maior relevância no grupo Aves. Por esse motivo esse grupo não está sendo considerado.

¹⁰ No ano de 2012 houve uma mudança no NCM de alguns produtos, os quais sofreram modificações. Sendo assim, de 2002 a 2011 o grupo Açúcar era composto por apenas um produto, 170111, que foi dividido em 170113 e 170114. Para o grupo Soja havia dois produtos, 120100 e 230400, sendo que o item 120100 foi dividido em 120110 e 120190. A partir de 2012 considera-se os produtos descritos no Quadro 1.

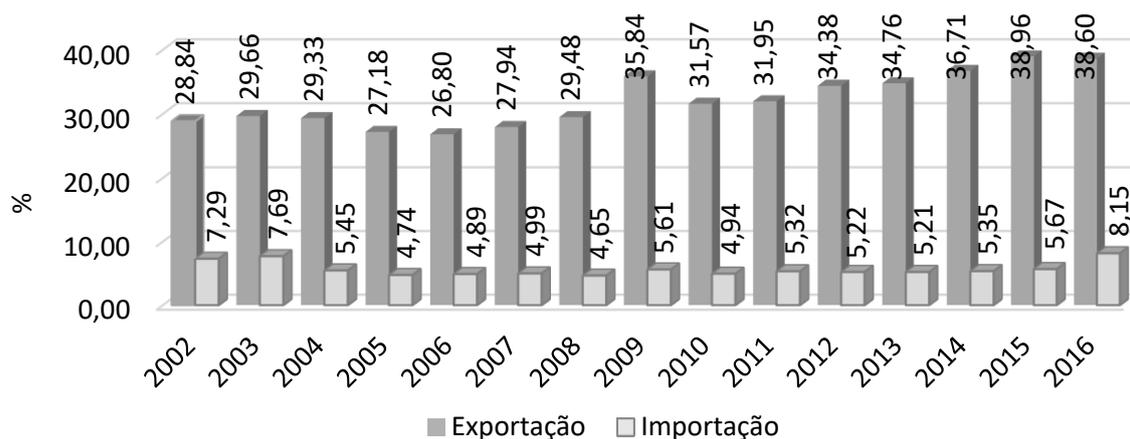


Gráfico 1 – Participação do setor agropecuário no comércio internacional brasileiro – em % – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de MAPA (2017b, p. 46)

De acordo com o Gráfico1, em todo o período de análise – 2002 a 2016 – houve superávit na balança agropecuária brasileira, haja vista as exportações do setor representarem mais de 25% de toda a exportação do País, enquanto que as importações do setor não representaram nem 10% da importação total (MAPA, 2017b).

Em se tratando dos produtos abordados pelo estudo, os gráficos da Figura 1 demonstram a participação de cada grupo de produtos na exportação total brasileira, em termos monetários, US\$, e também em peso, ton, bem como a participação total desses produtos.

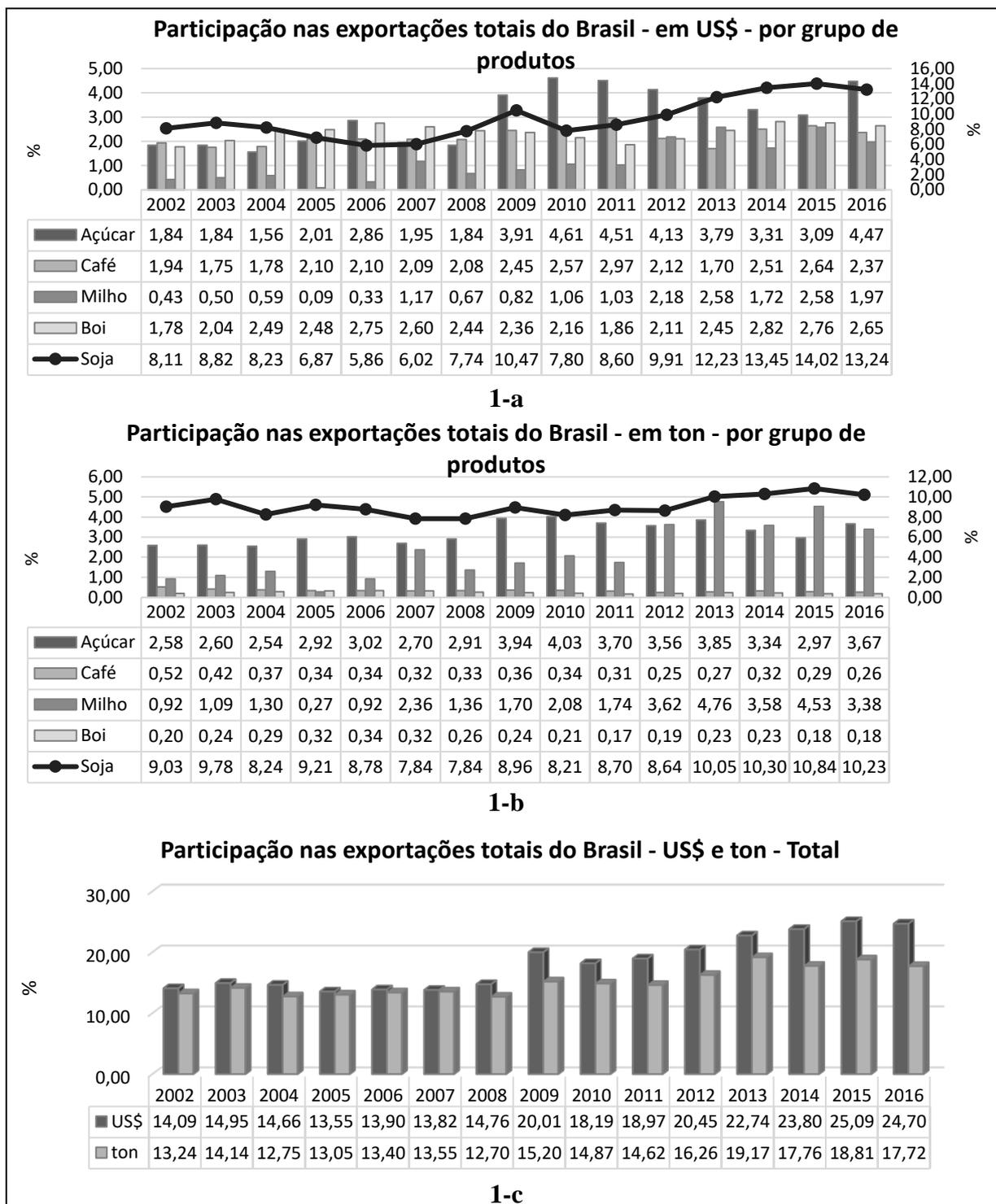


Figura 1 – Participação nas exportações totais do Brasil – por grupo de produtos e total – em US\$ e ton – %

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

Chama-se a atenção para a participação considerável dos produtos do grupo Soja nas exportações totais do País, tanto em termos monetários, US\$, quanto em peso, ton (Figura 1-a e 1-b). Por esse motivo, a proporção da participação, em porcentagem (%), dos produtos do grupo Soja estão demonstradas no eixo secundário (lado direito dos gráficos 1-a e 1-b),

enquanto que a participação dos demais grupos dá-se no eixo principal (lado esquerdo dos gráficos). Em linhas gerais, a participação dos produtos abordados no estudo, em relação à toda exportação realizada pelo Brasil, no período analisado, apresentou tendência crescente (Figura 1-c). Entretanto, no ano de 2016, houve queda nas exportações, tanto em termos monetários, US\$, quanto em peso, ton. Em conformidade com MAPA (2017a) a exportação do agronegócio, em 2016, foi 3,7% menor do que no ano anterior, e os produtos de origem vegetal foram os que mais contribuíram para essa queda, principalmente, os do complexo soja, em especial, soja em grão, e também o milho. Um dos motivos dessa redução deve-se ao fato de que, em 2016, mais de 2 milhões de toneladas da soja brasileira deixaram de ser adquiridas pela China, principal comprador desse produto (MAPA, 2017a). Outros fatores que explicam a redução das exportações agrícolas em 2016, conforme aponta o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), referem-se à: i) valorização do real frente ao dólar; ii) queda dos preços externos; e, iii) menor produção nacional decorrente de adversidades climáticas, sendo soja, milho e café os produtos mais afetados pelo clima em 2016 (CEPEA, 2016).

Ressalta-se que, não faz parte do escopo do trabalho adentrar os motivos das oscilações, seja em termos monetários, US\$, seja em peso, ton, por grupo de produtos ou no total, uma vez que, por ser o Brasil tomador de preços internacionais, o mesmo está sujeito às flutuações desses devido a "n" fatores, tais como problemas climáticos, super safra, quebra de safra, entre outros. Essas adversidades podem influenciar, por exemplo, que um determinado produto seja vendido em um ano a preços mais baixos que em outro ano, acarretando assim elevação no volume exportado, em peso, por um possível aumento na compra por parte dos importadores do Brasil.

Em se tratando dos principais países que importaram do Brasil, os produtos estudados, no período de 2012 a 2016¹¹, os mesmos são expostos no Quadro 2. A escolha dos parceiros importadores do Brasil deu-se da seguinte maneira: i) listou-se os 5 países que mais importaram do Brasil, por grupo de produtos; ii) utilizou-se os últimos 5 anos do período analisado – 2012 a 2016; e iii) fez-se o ranqueamento dos 5 países que mais se destacaram entre os principais importadores nos anos de 2012 a 2016. Por esse motivo, para o grupo Milho há 6 países listados como parceiros importadores, dado que Egito e Vietnã estiveram entre os países que mais importaram do Brasil em número igual de vezes (Quadro 2). Apenas

¹¹ Utilizou-se apenas os últimos cinco anos do período analisado, 2012 a 2016, com o objetivo de se identificar os atuais parceiros importadores do Brasil, para os produtos abordados pelo estudo.

no grupo Café os 5 parceiros importadores estiveram presentes em todos os anos utilizados como critério de seleção.

Açúcar	Café	Milho	Soja	Boi
- Argélia	- Alemanha	- Coréia do Sul	- China	- Egito
- Bangladesh	- Bélgica	- Egito	- Espanha	- Hong Kong
- China	- Estados Unidos	- Irã	- França	- Irã
- Índia	da América (EUA)	- Japão	- Holanda	- Rússia
- Rússia	- Itália	- Taiwan	- Tailândia	- Venezuela
	- Japão	- Vietnã		

Quadro 2 – Principais parceiros importadores do Brasil – por grupo de produto

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

O Apêndice A esboça os gráficos da participação, em termos percentuais, da exportação por grupo de produto, que o Brasil realizou para cada parceiro importador, no período de 2002 a 2016.

Este capítulo apresentou os produtos selecionados para o estudo, esboçou a evolução do comércio externo dos mesmos e exibiu os principais parceiros importadores do Brasil, por grupo de produtos estudados. O próximo capítulo discorrerá sobre a definição do termo água virtual, exibirá a disponibilidade hídrica mundial e brasileira e, ainda, relatará a situação da irrigação no Brasil.

3. ÁGUA VIRTUAL, DISPONIBILIDADE HÍDRICA E IRRIGAÇÃO

A água é um recurso mineral, natural, abundante no Planeta, porém rara no universo conhecido (MIRANDA, 2004), sua existência data de, aproximadamente, 3,8 bilhões de anos de acordo com Machado e Torres (2012). É vital, essencial e insubstituível; considerada como solvente e condutor universal de energia; tem composição molecular triangular, composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, popularmente conhecido como H_2O . O próprio corpo humano, em determinadas fases da vida, é composto por mais de 50% de água (FNB, 2004). A água está presente, inclusive, na cadeia produtiva de qualquer tipo de produto, onde recebe o nome de pegada hídrica, que diz respeito ao tipo de água que se utiliza (verde, azul ou cinza) ou água virtual, que é a soma dos três tipos de pegada hídrica conhecidos. Em consonância com o exposto, a primeira subseção encarrega-se de definir o que é a água virtual, bem como apresentar a quantificação para os produtos exibidos no capítulo 2.

3.1. Definição de água virtual

O termo água virtual foi cunhado em 1993 em um seminário na *School of Oriental and African Studies (SOAS University of London)*, no entanto desde meados de 1980 era utilizada a expressão água embutida, pensada por um economista israelense, Gideon Fishelson (ALLAN, 2003). Allan (2003) argumenta que o economista observou que não era sensato exportar mercadorias ricas em água quando a mesma era escassa na região exportadora. O autor explica, ainda, que Gideon Fishelson referia-se ao fato de Israel apresentar escassez hídrica, no entanto, quando fazia exportação de laranjas ou abacates do semiárido israelense, estava exportando também a escassa água do País.

A definição de água virtual é apresentada de maneiras diferentes por diversos autores, entretanto, na essência o significado é, praticamente, o mesmo. Para Renault (2002), água virtual é a água incorporada em um produto, durante o seu processo de produção e ressalva que na agricultura, especialmente os itens alimentícios, são os que mais incorporam água, em sua cadeia produtiva. Allan (2003) conceitua água virtual como a água empregada na produção de *commodities* agrícolas, e informa que o conceito pode ser estendido, também, para produtos não agrícolas. A definição de água virtual de Hoekstra e Hung (2002), que será utilizada neste estudo, denota água virtual como a quantidade total de água utilizada no processo de produção de um produto agrícola ou industrial. Os autores argumentam que países que apresentam dificuldade em relação aos recursos hídricos podem importar produtos intensivos em água e exportar produtos menos intensivos neste recurso, implicando assim na exportação e na importação de água na forma virtual.

Água virtual, de acordo com Hoekstra et al (2011, p. 40), é “um termo alternativo para a pegada hídrica de um produto”. A definição de pegada hídrica do produto é “o volume total de água doce que é utilizado direta ou indiretamente em seu processo produtivo. Sua estimativa é feita com base no consumo e na poluição da água, em todas as etapas da cadeia produtiva” (HOEKSTRA et al, 2011, p. 42). Os autores enfatizam que o significado de água virtual é mais restrito, em comparação à definição da pegada hídrica. O termo “pegada hídrica” diz respeito ao tipo da água utilizada no processo produtivo, enquanto o termo água virtual, que considera o total de água incorporada ao produto, é melhor utilizado no contexto internacional quando se trata da exportação ou importação da água na forma virtual.

A água virtual de um produto é a soma das pegadas hídricas azul, verde e cinza. Essa diferenciação é necessária, pois no estudo da pegada hídrica de um produto deve-se observar separadamente a quantidade de cada tipo de água (azul, verde e cinza) utilizada no seu processo produtivo, já para a água virtual basta informar o total dessas, em conjunto. Em conformidade com Hoekstra et al (2011):

- ↪ A água azul diz respeito à água doce superficial, dos rios e lagos que se encontram na superfície terrestre; e subterrânea, aquelas que estão no subsolo ou podem ser descritas como umidade de solo. A pegada hídrica azul considera o “volume de água superficial e subterrânea consumida pela produção de um bem ou serviço”, incluindo a “água captada de uma fonte superficial ou subterrânea em uma bacia e lançada em outra bacia ou no mar” (p. 188).
- ↪ A água verde está relacionada à precipitação “no continente que não escoar ou não repõe a água subterrânea, mas é armazenada no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou na vegetação (...)” (p. 27). Ou seja, é a água proveniente da chuva que foi consumida ao longo do processo produtivo.
- ↪ Água cinza é definida como sendo o volume de água limpa necessária para diluir a água poluída, que resulta do processo produtivo de um determinado produto, até que essa fique dentro dos níveis aceitáveis.

Para o caso das culturas primárias, Mekonnen e Hoekstra (2010a) esclarecem que a pegada hídrica verde e azul são calculadas dividindo-se o volume total de água utilizada (m^3/ano) pela quantidade total produzida de dada cultura (ton/ano), para um determinado período de tempo. Já a pegada hídrica cinza indica o volume de água limpa necessária para que seja diluída a água poluída resultante dos processos agrícolas.

Entretanto, o cálculo da pegada hídrica animal, diferencia-se substancialmente do cálculo da pegada hídrica das culturas primárias. Lista-se abaixo os fatores que influenciam nessa diferença, de acordo com Mekonnen e Hoekstra (2010c):

- ↪ A pegada hídrica de produtos animais pode ser compreendida a partir de três fatores principais: i) eficiência de conversão alimentar do animal: quanto mais alimento for necessário por unidade de produto animal, mais água é necessária; ii) composição da ração: utilização de alimentos que necessitam de maior volume de água; e, iii) origem da ração: diferenças de clima e práticas agrícolas nas regiões a partir das quais são obtidos os vários componentes da ração. O tipo de sistema de produção (pastagem, industrial ou misto) é importante porque influencia todos os três fatores;
- ↪ O tamanho e as características da pegada hídrica variam de acordo com os tipos de animais e sistemas de produção: pastagem, industrial ou misto:
 - ✓ Pastagem: no caso de bovinos, suínos, ovinos e caprinos a pegada hídrica total por tonelada de produto é maior para os sistemas de pastagem devido às piores eficiências de conversão alimentar;
 - ✓ Industrial: geralmente, apresentam menor pegada hídrica por unidade de produto do que os produtos de sistemas de pastagem. No entanto, os produtos de sistemas industriais têm sempre maiores pegadas de água azul e cinza por tonelada de produto, quando comparado com os sistemas de pastagem;
 - ✓ Misto: geralmente, ocupam uma posição entre os sistemas industriais e de pastagem.

Mekonnen e Hoekstra (2010c) afirmam que, do ponto de vista dos recursos hídricos, os sistemas de pastagem são preferíveis ao sistema de produção industrial, dado o fato de que os problemas de água doce, em geral, relacionam-se com a escassez de água azul e poluição da água e, em menor medida à concorrência sobre a água verde. Os autores apontam que a pegada hídrica animal consiste em diferentes componentes, sendo eles: a) pegada hídrica direta: água que o animal consome; b) pegada hídrica indireta: água presente nos produtos que compõe a ração animal; e, c) água de serviço: água utilizada para limpar o pátio, para lavar o animal e para realizar outros serviços necessários para manter o ambiente limpo.

A água virtual é calculada pela soma dos três tipos de pegada hídrica (verde, azul e cinza), nesse sentido, a Tabela 1 apresenta os valores de cada tipo de pegada e, conseqüentemente, da água virtual para os produtos do setor agropecuário abordados pelo estudo. Os valores de cada tipo de água virtual demonstrados na Tabela 1 constam em Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d).

Tabela 1 – Pegada hídrica e água virtual – em m³/ton – média brasileira – por produto

NCM	Descrição do produto	Tipo de produção	Média brasileira de pegada hídrica (m ³ /ton)						
			Água verde		Água azul		Água cinza		Água virtual
			Qtd	%	Qtd	%	Qtd	%	Qtd
170113 170114	Açúcar de cana		968	88,8	43	3,9	80	7,3	1.091
090111	Café não torrado		10.750	96,0	181	1,6	263	2,4	11.194
100590	Milho		1.621	92,8	1	0,1	125	7,1	1.747
120110 120190	Soja triturada		2.181	99,3	1	0,0	15	0,7	2.197
230400	Resíduos da soja		1.810	99,3	1	0,0	12	0,7	1.823
020130 020230	Carne de bovinos	Pasto	23.729	99,3	150	0,6	16	0,1	23.895
		Industrial	8.421	95,6	147	1,6	244	2,8	8.812
		Misto	20.604	98,8	187	0,9	61	0,3	20.852
160250	Preparações alimentícias de bovinos	Pasto	24.930	99,3	157	0,6	17	0,1	25.104
		Industrial	8.848	95,5	155	1,7	256	2,7	9.259
		Misto	21.647	98,8	197	0,9	64	0,3	21.908

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d)

Percebe-se, na Tabela 1, que a maior utilização é da água verde, proveniente da chuva. A utilização da água azul é menor, chegando a ser próximo de zero para alguns produtos. No entanto, chama-se a atenção de que a quantificação utilizada pelo estudo se refere ao período de 1996-2005¹². Optou-se por utilizar estes dados, pois são os mesmos utilizados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

Para atingir o objetivo principal do trabalho, ou seja, realizar a análise de custo-benefício acerca da exportação da água que é incorporada aos produtos abordados pelo estudo, optou-se por utilizar o volume total da água virtual, uma vez que, ao exportar um produto, como por exemplo uma tonelada de carne bovina, exporta-se, incorporado a essa mercadoria, toda a água utilizada em seu processo produtivo e não apenas as águas de captação, no caso azul e cinza, que são as águas regidas pela legislação de cobrança. A subseção seguinte discorre sobre a disponibilidade hídrica mundial e brasileira.

3.2. Disponibilidade hídrica e irrigação no Brasil

A distribuição da água no Planeta é desigual, 97,47% é água salgada e apenas 2,53% refere-se à água doce, ou seja, água própria para o consumo (SHIKLOMANOV e RODDA, 2003). Com relação à distribuição da água doce, os autores informam que, as que estão mais

¹² Ver Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d).

acessíveis são: i) a água de superfície, que representa 0,30% do total de água doce do Planeta Terra e diz respeito à água dos rios, lagos e pântanos; e, ii) a água subterrânea, 30,1%.

De acordo com o Banco Mundial, o Brasil é o país que mais detêm recursos renováveis de água doce, uma vez que 13,22% de todo recurso hídrico mundial estão em território brasileiro (BANCO MUNDIAL, 2016). Os 5 países que mais detêm esse recurso, em conformidade com Banco Mundial (2016) são: Brasil, 13,22%; Rússia, 10,07%; Canadá, 6,66%; EUA, 6,58%; e, China, 6,57%. Somados esses países possuem 43,10% de toda água doce do mundo. De acordo com Machado e Torres (2012) a quantidade de água varia pouco no tempo, mudando apenas em seu estado físico em decorrência das variações de temperatura do Planeta¹³. Levando-se em consideração que a quantidade de água total disponível no Planeta não sofre variação relativa ao longo dos anos, é de grande importância verificar como a mesma encontra-se distribuída. A Tabela 2 apresenta a participação percentual do Brasil e de seus parceiros importadores no que diz respeito aos recursos renováveis de água doce, tanto em termos de disponibilidade bruta quanto em termos de disponibilidade *per capita*.

Tabela 2 – Distribuição percentual de recursos hídricos – Brasil e parceiros importadores

Posição bruta	País	%	Posição <i>per capita</i>	Posição bruta	País	%	Posição <i>per capita</i>
1 ^a	Brasil	13,22	24 ^a	48 ^a	Irã	0,30	112 ^a
2 ^a	Rússia	10,07	21 ^a	53 ^a	Espanha	0,26	95 ^a
4 ^a	EUA	6,58	54 ^a	56 ^a	Alemanha	0,25	119 ^a
5 ^a	China	6,57	105 ^a	57 ^a	Bangladesh	0,25	148 ^a
9 ^a	Índia	3,38	127 ^a	67 ^a	Coréia do Sul	0,15	120 ^a
13 ^a	Venezuela	1,88	27 ^a	118 ^a	Bélgica	0,03	130 ^a
19 ^a	Japão	1,00	78 ^a	120 ^a	Argélia	0,03	164 ^a
22 ^a	Vietnã	0,84	72 ^a	121 ^a	Holanda	0,03	147 ^a
31 ^a	Tailândia	0,52	81 ^a	153 ^a	Egito	0,004*	180 ^a
34 ^a	França	0,47	85 ^a	158 ^a	Hong Kong	0,003*	168 ^a
38 ^a	Itália	0,43	84 ^a	***	Taiwan	*****	***
Demais países						53,73	

* Número de casas decimais diferente para que seja demonstrada a real proporção dos recursos renováveis do país.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Banco Mundial (2016 e 2017)

Os países apresentados na Tabela 2 detêm 46,27% dos recursos hídricos mundiais, sendo que quatro dos 21 parceiros importadores do Brasil estão entre os 10 primeiros, Rússia, EUA, China e Índia. Para se obter a posição *per capita* dos países utilizou-se os dados de Banco Mundial (2017), considerando-se a população informada para o ano de 2016. Salienta-

¹³ Entretanto, pode-se ter ao longo dos tempos a mudança na qualidade da água, deixando a condição de água potável e passando para a condição de água poluída.

se que a informação sobre a quantidade de água *per capita* foi inserida com a finalidade de ilustrar a situação de cada País, descritos na Tabela 2. Nesse sentido, dos países apresentados, a Rússia estaria em melhor posição, 21º país (Tabela 2), seguida do Brasil, 24º, e da Venezuela, 27º. Nota-se que dos países constantes na Tabela 2, nenhum deles estaria em melhor posição, em termos *per capita*, quando comparados à situação de volume total de água e, chama-se a atenção aos países Índia e China que passam de principais detentores de recursos hídricos para a posição 128º e 106º, respectivamente, em termos *per capita*. Observa-se, entretanto, que a informação apresentada por Banco Mundial (2016) diz respeito apenas ao volume de água doce existente em cada País, ou seja, não é levado em conta a qualidade, a potabilidade e até mesmo a dificuldade para obtenção da água. Ressalta-se que, na página eletrônica do Banco Mundial existe a informação que há 217 países e economias no mundo¹⁴. Todavia, em Banco Mundial (2016) consta informação apenas para 210 desses países. Inclusive, não há informações sobre os recursos hídricos para dois países descritos na Tabela 2, Hong Kong e Taiwan.

No caso de Hong Kong, o Departamento de Abastecimento de Água do governo (*Water Supplies Department – WSD*), informa que existe duas fontes de água que abastecem o País, uma delas é a água proveniente da chuva e a outra é a água bombeada de *Dongjiang*, em *Guangdong*, uma província no Sul da China, para Hong Kong. Em conformidade com WSD, no ano de 2006 foi acordado o fornecimento anual 1.100 milhões de m³ de água¹⁵. Dessa forma, para se chegar às proporções apresentadas na Tabela 2, desconsiderou-se na China o montante bombeado para Hong Kong e considerou-se nesse o volume informado pelo WSD.

Em Taiwan, tanto a Agência de Recursos Hídricos (*Water Resources Agency – MOEA*¹⁶) quanto a Corporação de Água de Taiwan (*Taiwan Water Corporation – TWC*¹⁷) informam que as águas do País provem 100% da precipitação. Na página eletrônica da TWC existe a informação de que a precipitação média é de, aproximadamente, 2.510 milímetros (mm) por ano, representando algo em torno de 90,4 bilhões de m³ de água. Entretanto a TWC informa que, devido à formação geográfica de Taiwan, grande parte dessa água escoar rapidamente para o oceano. Sendo assim, a TWC estima que apenas 18,4 bilhões de m³ de toda água precipitada é utilizada. Comparando o volume total precipitado, 90,4 bilhões de m³

¹⁴ Informação disponível em <<https://data.worldbank.org>>. Acesso em 12/12/2017.

¹⁵ Informação disponível em <<http://www.wsd.gov.hk>>. Acesso em 25/03/2017.

¹⁶ Informação disponível em <<http://eng.wra.gov.tw>>. Acesso em 06/06/2017.

¹⁷ Informação disponível em <<https://www.water.gov.tw>>. Acesso em 12/09/2017.

de água, com os dados de Banco Mundial (2016) Taiwan estaria na 62ª posição em termos de água bruta e na 73ª posição em termos de água *per capita*.

Em se tratando do Brasil, a disponibilidade hídrica superficial brasileira¹⁸ é apresentada na Figura 2. Apesar do Brasil ser um país tropical, alguns Estados, principalmente os da região Nordeste, sofrem com as prolongadas estiagens, fato que torna a disponibilidade hídrica superficial um problema nessa região.



Figura 2 – Disponibilidade hídrica superficial brasileira – por Bacia Hidrográfica¹⁹
 Fonte: Elaboração própria com base no mapa da Agência Nacional de Águas (ANA)²⁰

A disponibilidade hídrica é apresentada na Figura 2 por bacia hidrográfica, mas pode-se ter a ideia da disponibilidade por Estado, uma vez que a figura apresenta essa delimitação em contornos cinza claro no interior do mapa brasileiro. Percebe-se que os Estados da região Nordeste são os que mais apresentam problemas com a disponibilidade hídrica. Já a região Norte do País dispõe de considerável disponibilidade, tornando-se assim, o oposto da região Nordeste. As demais regiões do Brasil apresentam uma situação intermediária, ou seja, não estão iguais à região Norte e, pelo mapa da Figura 2, estão distantes das condições de baixa disponibilidade hídrica observadas na região Nordeste.

Entretanto, a disponibilidade hídrica, em grande medida, se deve aos regimes de precipitação que, de acordo com ANA (2013), no Brasil são desigualmente distribuídos. A

¹⁸ A disponibilidade hídrica superficial diz respeito ao volume de água disponível na superfície, ou seja, a água de rios, lagos, pântanos e demais.

¹⁹ Para Coelho Netto (2012, p. 97), bacia hidrográfica é “uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas”.

²⁰ Disponível em <<http://portal1.snirh.gov.br>>. Acesso em 25/03/2017.

Figura 3 exibe a precipitação mensal brasileira, onde pode-se observar, que existe considerável diferença entre os períodos chuvosos no Brasil. Sendo a região Amazônica o território com maior abundância de chuva durante o ano (8 meses – novembro a maio). Em situação oposta, tem-se a região Nordeste, cujas chuvas concentram-se nos meses de janeiro a abril (3 meses). Denotando assim que a variação dos períodos de chuva é uma das origens da desigualdade da disponibilidade hídrica (ANA, 2013).

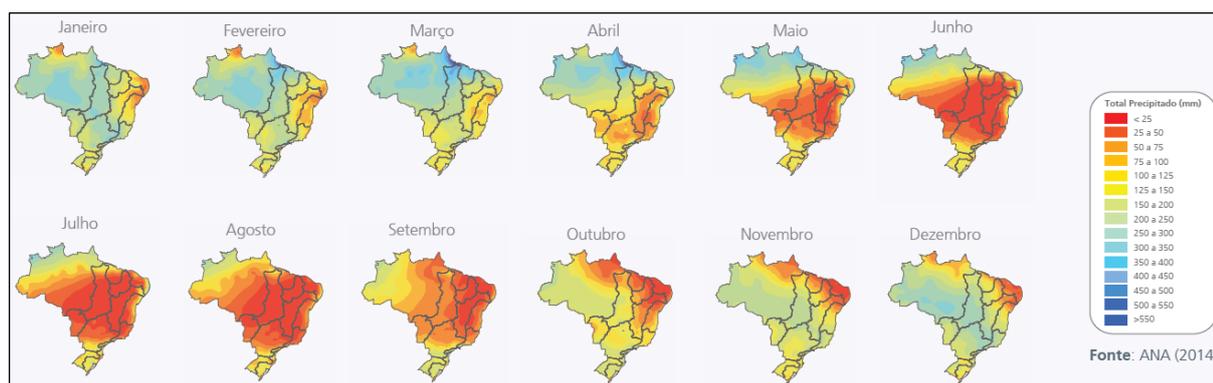


Figura 3 – Distribuição da precipitação brasileira – médias do período de 1961 a 2007

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA 2017, p. 12)

Uma possível solução para se tentar equalizar o problema da falta de chuva, em algumas regiões do Brasil, é a utilização da irrigação para as culturas agrícolas. Nesse sentido, tem-se dois recentes estudos sobre irrigação no Brasil, o primeiro, realizado pela ANA em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), sobre o *Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil – 2014*²¹ (ANA e EMBRAPA, 2016). O outro estudo, elaborado pela ANA, é o *Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada*²², (ANA, 2017). Os estudos objetivam identificar o “número de equipamentos e das áreas equipadas por pivôs centrais no País”, cuja justificativa se deve à “tendência crescente de expansão da agricultura irrigada”, aos “conflitos atuais e potenciais pelo uso da água”, à “carência de dados atualizados sobre as áreas irrigadas” entre outras justificativas (ANA e EMBRAPA, 2016, pg. 7; ANA 2017). ANA e EMBRAPA (2016) apontam que a irrigação, no Brasil, teve início na década de 1900 no Rio Grande do Sul, para a produção de arroz, intensificando-se em outras regiões do País a partir das décadas de 1970 e 1980. ANA (2017) informa, que na década de 1960 estimava-se que havia 462 mil hectares

²¹ O estudo exibe o número de pivôs centrais no Brasil, para o ano de 2014, bem como uma elaborada pesquisa acerca desse tipo de irrigação. Maiores informações, consultar ANA e EMBRAPA (2016).

²² O Atlas irrigação apresenta o histórico completo da irrigação no Brasil, desde seu início, no final do século XIX até os tempos atuais. O estudo relata ainda, os tipos de irrigação mais comuns e demonstra a utilização de alguns desses. Maiores informações, consultar ANA (2017).

(ha) irrigados no Brasil, já em 2016 esse número passa dos 6,95 milhões de hectares e aponta que desde a década de 1960 a área irrigada tem apresentado crescimento superior a 4% ao ano.

A necessidade da irrigação deriva de diversos fatores. No semiárido brasileiro, por exemplo, onde existe elevada escassez de chuva, grande parte das culturas produzidas se viabilizam graças à irrigação (ANA e EMBRAPA, 2016; ANA, 2017). No entanto, pode-se ter irrigação complementar, ou seja, utiliza-se esse sistema para compensar a escassez momentânea de chuva, como é o caso da região central do País, que em períodos específicos do ano, geralmente entre maio a outubro, há pouca incidência de precipitação (ANA, 2013 e 2017; ANA e EMBRAPA, 2016). Segundo ANA e EMBRAPA (2016, p. 9), muitos são os benefícios derivados da irrigação: i) aumento de produtividade em relação a culturas não irrigadas; ii) redução de custos de produção; iii) maior utilização do solo durante o ano; iv) “aumento na oferta de alimentos e outros produtos agrícolas”; v) “maior qualidade e padronização dos produtos agrícolas”; vi) “abertura de novos mercados, inclusive no exterior”; vii) “maior garantia de colheita para o produtor rural pela redução do fator risco, causado por problemas climáticos desfavoráveis”; dentre outros benefícios apontados pelo estudo.

Ressalta-se que, no tocante à irrigação, os dados disponíveis em ANA (2017) referem-se à quantidade de hectares irrigados²³, dessa forma a Figura 4 esboça os mapas com a evolução da área total irrigada, em hectares, nos anos de 1996, 2006 e 2015²⁴, por Estado brasileiro.

²³ ANA (2017) apresenta quantidade de hectares irrigados para a rizicultura (cultivo de arroz) e para cana de açúcar. Demais culturas são tratadas como “Demais culturas em pivôs centrais” e “Demais culturas e sistemas”.

²⁴ Último ano disponível para consulta em ANA (2017).

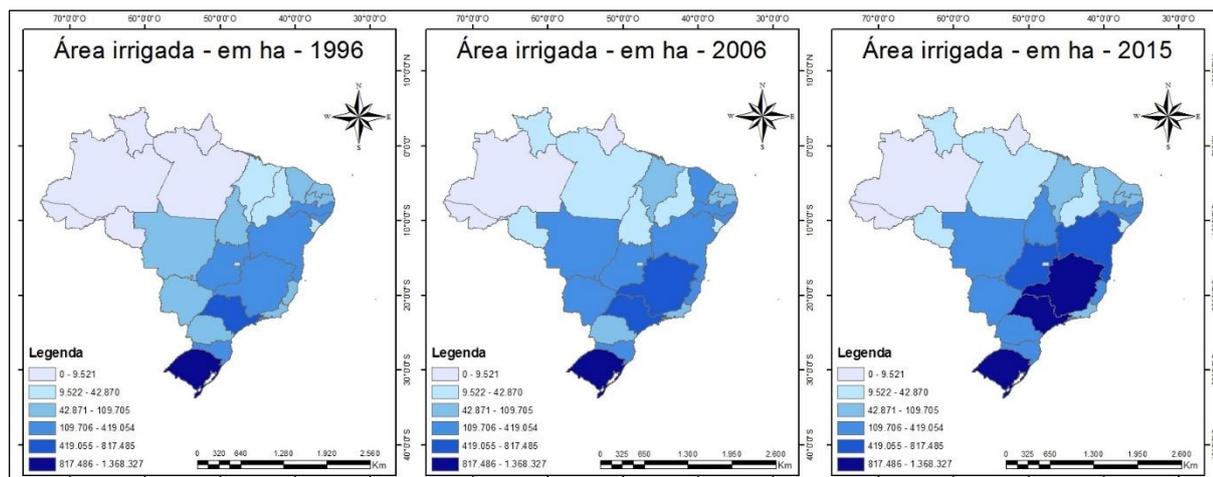


Figura 4 – Evolução da área total irrigada – em hectares – 1996, 2006 e 2015 – por Estado
 Fonte: Elaboração própria com base nos dados de ANA (2017)

Percebe-se na Figura 4 que o estado do Rio Grande do Sul, desde o ano de 1996, configura-se com um dos principais irrigantes do País. Isso acontece devido ao fato de que no Rio Grande do Sul existe um polo irrigante em larga escala para produção de arroz, sendo 78% da área total irrigada do Estado voltada à rizicultura (ANA, 2017). Nota-se, ainda, que os estados São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Goiás destacam-se, quando comparados os três mapas. Em conformidade com ANA (2017), nos estados de São Paulo, de Goiás e parte de Minas Gerais existe diversificação no tipo de irrigação, sendo áreas com irrigação da cultura de cana de açúcar, com pivôs centrais de irrigação e também com irrigação localizada. Já no estado da Bahia e parte de Minas Gerais a concentração deve-se à irrigação por pivôs centrais²⁵.

O capítulo atual informou que o termo água virtual é relativamente novo, tendo sido cunhado em 1993, no entanto era utilizado desde meados de 1980 com outro nome, água embutida; apresentou a definição da mesma; e, demonstrou a quantidade, por tipo de água, utilizada nos produtos agropecuários abordados pelo estudo. Evidenciou-se, ainda, que, mesmo o Brasil sendo o país que mais detêm recursos de água doce, sua distribuição é desigual. Desigual também é o regime de chuvas no País, o que torna necessária a utilização de tecnologias, como por exemplo a irrigação, para que se possa equalizar os problemas da escassez da precipitação. Com isso, fez-se necessário a implementação de uma legislação específica para gerir, fiscalizar e implementar políticas quanto ao uso dos recursos hídricos no Brasil. O capítulo seguinte apresentará o resumo da legislação existente no Brasil, no que

²⁵ Maiores informações sobre o tipo de irrigação presente em cada Estado brasileiro, consultar ANA (2017, p. 27)

tange aos recursos hídricos e cobrança do mesmo, bem como exibirá a revisão da literatura para precificação da água.

4. VALORAÇÃO DA ÁGUA VIRTUAL

O ano de 1992 pode ser considerado um marco histórico no que se refere ao tratamento da água como um bem econômico. O relatório da Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente (*International Conference on Water and the Environment – ICWE*), realizada em Dublin, Irlanda, enfatizou a necessidade de que ações locais, nacionais e internacionais fossem tomadas, tanto para controlar o superconsumo e a poluição da água, quanto para amenizar os efeitos das secas e das enchentes. Para isso, recomendou que quatro princípios fossem observados²⁶. O quarto princípio, de acordo com ICWE (1992), aponta que a água possui um valor e deve ser reconhecida como um bem econômico. Neste princípio é evidenciado que todo ser humano deve ter assegurado seu direito ao abastecimento de água limpa e ao saneamento básico a um preço acessível. Este princípio reconhece que o desperdício de água e o uso indiscriminado, que acaba gerando a destruição do meio ambiente, em grande medida refere-se ao fato de, no passado, não se ter atribuído o devido valor monetário à água e argumenta que é importante reconhecer a água como bem econômico, buscando assim o uso eficiente e equitativo, com o propósito de incentivar a conservação e a proteção dos recursos hídricos.

Dessa forma, assim como todo bem econômico, a água pode ser regulada através do mecanismo de preços e pode, inclusive, depender das condições de oferta e demanda (GODOY e LIMA, 2008). Ressalta-se que, para o caso da água, a oferta muitas vezes não pode ser controlada pelo homem, haja vista que sua disponibilidade é determinada por fatores tais como: região geográfica; precipitação; potabilidade; acessibilidade; entre outros. O presente capítulo abordará a questão da precificação da água, sendo este o assunto tratado na próxima subseção, e, ainda, apresentará a legislação brasileira que rege a cobrança pelo uso da água no País.

4.1. Revisão sobre precificação de água

Outro evento que aconteceu, também, no ano 1992, em junho, foi a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), no Rio de Janeiro. Nesta Conferência foi estabelecida a Agenda 21, “uma agenda de trabalho para o próximo século” que “procurou identificar os problemas prioritários, os recursos e meios para enfrentá-los e as metas para as próximas décadas” (AGENDA 21, 1995²⁷, p.7). Um desses problemas

²⁶ Para o relatório da Conferência onde constam os quatro princípios de Dublin, consultar ICWE (1992).

²⁷ A CNUMAD e a Agenda 21 aconteceram em 1992, no entanto, a versão da Agenda 21 traduzida para o português, utilizada no presente estudo, data do ano de 1995.

prioritários, apontados pela Agenda 21, são os recursos hídricos, tratados no Capítulo 18 da mesma, cujo “objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas”, respeitando-se os “limites da capacidade da natureza” com a adaptação das atividades humanas (AGENDA 21, 1995, p. 267). Percebe-se, assim, que a preocupação com a água não está ligada apenas ao abastecimento, mas também com a qualidade da mesma e a preservação dos recursos hídricos.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development* – OECD), relata que o acesso à água deve ser assegurado ao maior número de pessoas possível e salienta que o preço da mesma pode ajudar a conciliar a gestão de recursos hídricos com a provisão adequada de serviços de água e investimento em infraestrutura (OECD, 2010). A OECD alerta que a água é um recurso cada vez mais escasso e deve ser alocada de maneira a gerar maior benefício para a sociedade, utilizando-se de melhores tecnologias para um menor consumo de água bruta (OECD, 2010).

De acordo com OECD (2010) o preço da água promove o financiamento do setor de água, pois gera receitas que são necessárias à manutenção, renovação e ampliação da infraestrutura utilizada para o abastecimento e para os serviços de água. Receitas essas que visam a recuperação dos custos e contribuem para a sustentabilidade financeira do setor. O preço da água pode ser considerado, ainda, como mecanismo de alocação (direcionando a água para onde é melhor empregada) e instrumento para gerenciar a demanda (fazer mais com menos água) ou para aumentar a produtividade (fazer mais com a mesma quantidade de água), incentivando o desenvolvimento e a adoção de tecnologias que economizem água (OECD, 2010). Contudo, OECD (2010) argumenta que não é uma tarefa trivial calcular os custos adequados dos recursos hídricos, e informa que, ignorar elementos que compõem o custo para gerenciamento da água, e dos serviços de água, resultam em uso não sustentável dos recursos hídricos, com consequentes perdas de bem-estar social.

Jones (2003) enfatiza que um dos princípios básico da economia postula que qualquer coisa que seja escassa e tenha demanda exige um preço. Para o autor, o preço da água é visto, cada vez mais, como sendo um instrumento de políticas públicas. Diversos autores afirmam que o preço da água é usado, muitas vezes, como incentivo à conservação da mesma (Jones, 2003; Johansson, 2000; Latinopoulos et al, 2004; Molle e Berkoff, 2007; Pizaia et al, 2009; Carvalho et al, 2011; Esmaeili e Shahsavari, 2011; Resende Filho et al, 2011). Outros argumentam que o fato da água apresentar baixos preços faz com que os usuários a utilizem de maneira irracional, em especial os agricultores irrigantes, que na maioria dos países

recebem subsídios no abastecimento de água para a agricultura e salientam que o preço da água deveria ser utilizado para melhorar a eficiência de seu uso (Ayoo e Horbulyk, 2008; Esmaeili e Vazirzadeh, 2009; Esmaeili e Shahsavari, 2011).

Existe uma gama de estudos relacionados ao valor da água, como por exemplo, os que tratam das alterações nas curvas de demanda pela água ou no comportamento dos usuários dada certa variação nos preços (Veetil et al, 2011; Zhou et al, 2015; Aidam, 2015; Zhaoa et al 2016; Bozorg-Haddad et al, 2016; Expósito e Berbel, 2017); tem-se os trabalhos mais metodológicos, voltados a apresentar os métodos e técnicas para estimar o preço da água (Johansson, 2000; Faria e Nogueira, 2004; Molle e Berkoff, 2007; Ayoo e Horbulyk, 2008; Pizaia et al, 2009; Nikouei e Ward, 2013; Coopera et al, 2014, Bithas et al, 2014, Jerónimo et al, 2015); e, há, ainda, estudos sobre o preço da água urbana (Faria e Nogueira, 2004; Montginoul, 2007; Pesic et al, 2013; Serrano e Carvalho, 2013; Farolfi e Gallego-Ayala, 2014; Kanakoudisa et al, 2016; Molinos-Senante e Donoso, 2016). No entanto, esses tipos de abordagem não serão utilizados por não fazerem parte do escopo do trabalho. Todavia, a literatura de interesse diz respeito aos estudos de precificação da água para irrigação, sendo que, algum desses encontram-se resumidos, no Quadro 3, contendo a metodologia utilizada e os valores apurados.

Autores	Descrição do estudo
Carramaschi et al (2000)	Neste estudo foi utilizado dois métodos para valorar a água: o método de valoração contingente (MVC) e o método da função de produção (MFP). Os autores estudaram uma área agrícola irrigada na Bacia do Rio Rocinha, próxima à Brasília. Pelo MVC foi estimado valores de água para 4 tipos de usuários agrícolas: Familiar irrigante, R\$ 0,05661/m ³ ; Patronal irrigante, R\$ 0,05508/m ³ ; Familiar não irrigante, R\$ 0,03953/m ³ ; e, Patronal não irrigante, R\$ 0,03364/m ³ . Para o MFP houve estimação apenas para o grupo dos irrigantes, devido as especificações do método. Os valores apurados foram: Familiar irrigante, R\$ 0,06211/m ³ ; e, Patronal irrigante, R\$ 0,08958/m ³ . De acordo com os autores, “os valores encontrados para os produtores irrigantes guardam correspondência com os valores da literatura, para outros países” (pg. 73).
Latinopoulos et al (2004)	Os autores utilizam o método de preço hedônico para estimar o valor implícito da água de irrigação, em <i>Chalkidiki</i> , Grécia. Para tanto, utilizaram a diferença nos preços da terra das propriedades que dispõem de algum sistema de irrigação com o preço das propriedades onde não há irrigação. Os autores apuraram que o valor da terra irrigada é mais que o dobro da não irrigada (€ 32.121 e € 15.851 por ha, respectivamente). Quanto ao valor implícito da água de irrigação, estimaram € 0,06/m ³ . Os autores afirmam que o valor estimado por eles assemelha-se a estudos com técnicas de avaliação semelhante.
Speelman et al (2008)	O estudo fez uso do método de imputação residual para estimar os valores da água de acordo com a cultura, tamanho da fazenda e do plantio e tipo de

	irrigação em fazendas de pequeno porte em <i>Nort West</i> , África do Sul. Apurou-se preços diferentes para cada cultura pesquisada, sendo o maior valor US\$ 1,532/m ³ para a alface e o menor, US\$ 0,024/m ³ para a abóbora. Os autores chegaram a US\$ 0,188/m ³ como valor médio para água e argumentam que a variabilidade no valor da água se deve, principalmente, a dois fatores: 1) sistema de irrigação; e, 2) tipo da cultura. Entretanto afirmam que os valores corroboram com estudos semelhantes utilizados para comparação.
Esmaeili e Shahsavari (2011)	Os autores utilizam método de preço hedônico para estimar o valor implícito da água de irrigação em fazendas sob à barragem de <i>Doroodzan</i> , Irã. O valor estimado pelos autores foi de US\$ 0,046/m ³ , e salientam que esse assemelha-se a estudos análogos. Para os autores, a possível causa para as diferenças nos valores refere-se ao ano escolhido para realização da estimativa, sendo que, o valor apurado foi superior ao preço pago pelos agricultores na área de estudo e argumentam que isto se deve ao subsídio governamental feito para o abastecimento de água para irrigação para auxiliar a produção agrícola.
Berbel (2011)	Neste estudo os autores utilizaram o método de valor residual para estimar o valor da água de irrigação na Bacia do Rio <i>Guadalquivir</i> , Espanha. Os mesmos fizeram o estudo para diferentes culturas e apuraram valores distintos para cada uma delas, dada a diferença existente nos fatores de produção. O cultivo que apresentou maior valor para a água, € 0,548/m ³ foi o de oliveiras (azeitonas), enquanto que o de menor valor, € 0,04/m ³ , foi o de girassóis. Os autores apuraram um valor médio de € 0,31/m ³ e afirmam que os valores estimados estão em conformidade com outros trabalhos similares.
Ziolkowska (2015)	O estudo estimou o valor da água para irrigação através do método de preço sombra. O autor utilizou o método em três estados dos EUA: <i>Texas</i> , <i>Kansas</i> e <i>Nebraska</i> , em cinco culturas predominantes nos mesmos: milho, algodão, sorgo, soja e trigo. O trabalho apurou o preço sombra de água mais alto no Norte do <i>Texas</i> , para produção de trigo, US\$ 0,70/m ³ , enquanto que o menor valor foi na produção de milho, US\$ 0,004/m ³ , no Sul do <i>Texas</i> . O autor salienta que os resultados do trabalho são comparáveis a outros estudos semelhantes.
Muchara et al (2016)	O método do valor residual foi utilizado pelos autores para estimar o valor da água para algumas culturas, em específico a de batatas, para fazendas de pequeno porte que utilizam a água do Rio <i>Mooi</i> em <i>KwaZulu-Natal</i> , África do Sul. Apurou-se valores diferentes para cada tipo de cultura estudada sendo que a do tomate apresenta maior valor, US\$ 1,08/m ³ , e a de milho o menor valor, US\$ 0,12/m ³ . A cultura da batata, objeto de estudo dos autores, apresentou o valor de US\$ 0,25/m ³ . Os autores informam que os valores aproximam-se de estudos anteriores e semelhantes.

Quadro 3 – Alguns estudos sobre os métodos²⁸ para estimar o valor da água de irrigação

Fonte: Elaboração própria

²⁸ Para maiores informações sobre os métodos apresentados nesse quadro, consultar o trabalho de origem. Optou-se por manter em inglês os nomes dos locais de estudo, no intuito de evitar qualquer erro de tradução.

Pode-se observar no Quadro 3 que cada autor utiliza uma metodologia para seu estudo, bem como delimita uma região geográfica para tal. Salienta-se que não foi encontrado estudo para grandes extensões territoriais, como por exemplo um país inteiro, mas apenas para áreas específicas. Chama-se atenção ao fato de que, também, não foi encontrado estudos para a mesma área geográfica, porém com metodologia diferente, para efeito de comparação. No entanto, os autores afirmaram em seus escritos que os valores apurados estavam condizentes com estudos similares.

Assim como OECD (2010), diversos autores afirmam que precificar a água não é uma tarefa trivial (Latinopoulos et al, 2004; Faria e Nogueira, 2004; Speelman et al, 2008; Esmaeili e Shahsavari, 2011; Resende Filho et al, 2011; Garcia e Romeiro, 2013; Ziolkowska, 2015; Muchara et al, 2016). Este pode ser um dos motivos para que não se tenha trabalhos realizados para grandes regiões geográficas, dada as dificuldades e as diversidades encontradas em grandes extensões territoriais. Outro apontamento relatado por todos os autores apresentados nesta seção, refere-se ao fato do valor de uso da água não refletir o valor da água *per se*, haja vista a dificuldade de se valorar a água. Conforme apontam Brouwer e Pearce (2005) a água tem usos concorrentes e para alguns desses usos pode agir como um bem privado, ou seja, o consumo de um indivíduo “A” causa menor consumo de um indivíduo “B”; no entanto, pode ser tratada como um bem quase público, isto é, o prazer de poder utilizar a água de “A” não é afetado pelo prazer de “B” pelo mesmo conforto. Diante do exposto e considerando-se que existe, no Brasil, políticas específicas voltadas à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o presente estudo será baseado nos valores aplicados por essas políticas como forma de precificar a água virtual. A próxima subseção apresenta a legislação brasileira existente no tocante à cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

4.2. Legislação sobre cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil

A cobrança pelo uso da água, no Brasil, está prevista desde 1934, quando foi promulgado o Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, porém a mesma não chegou a ser implementada (BRASIL, 1934). A partir da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, popularmente conhecida como Lei das Águas, a água passou a ser considerada como um recurso natural, limitado, esgotável e dotada de valor econômico (BRASIL, 1997). Essa Lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), sendo um dos instrumentos dessa política a cobrança pelo uso da água, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), no qual os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) são membros integrantes. No ano 2000, com a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, criou-se a

Agência Nacional de Águas (ANA), uma “autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente”, sua criação teve por finalidade “implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” entre outras atribuições (BRASIL, 2000).

A Resolução CNRH²⁹ n° 32, de 15 de outubro de 2003 institui a Divisão Hidrográfica Nacional, devido a necessidade de se estabelecer a bacia hidrográfica como “unidade de gerenciamento de recursos hídricos (...)” (MMA, 2003, p. 1). Com essa Resolução, o Brasil foi dividido em 12 bacias hidrográficas³⁰, sendo seus limites os divisores de água³¹, o que não condiz exatamente com a divisão estadual tradicional brasileira³². A legislação existente previa a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, no entanto, somente em 2005, com a Resolução CNRH n° 48, de 21 de março de 2005 foram estabelecidos os critérios para essa cobrança (MMA, 2005). O Art. 2º desta Resolução descreve os objetivos da cobrança como sendo:

- I - reconhecer a água como bem público limitado, dotado de valor econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- II - incentivar a racionalização do uso da água e a sua conservação, recuperação e manejo sustentável;
- III - obter recursos financeiros para o financiamento de estudos, projetos, programas, obras e intervenções (...), promovendo benefícios diretos e indiretos à sociedade;
- IV - estimular o investimento em despoluição, reuso, proteção e conservação, bem como a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, (...); e,
- V - induzir e estimular a conservação, o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase para as áreas inundáveis e de recarga dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos aos usuários³³.

De acordo com o Art. 5º da Resolução CNRH n° 48, “a cobrança pelo uso de recursos hídricos será efetuada pela entidade ou órgão gestor de recursos hídricos ou, por delegação destes, pela Agência de Bacia Hidrográfica ou entidade delegatária”³⁴ (MMA, 2005). O Art. 7º dispõe sobre aspectos que devem ser observados para fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos: i) natureza do corpo d’água (superficial ou subterrâneo); ii) disponibilidade hídrica; iii) vazão consumida, ou seja, a diferença entre a vazão captada e a

²⁹ Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), integrante SINGREH, estabelecido pela Lei n° 9.433.

³⁰ Mapa da Divisão Territorial Nacional, em bacias hidrográficas, disponível no Anexo A.

³¹ “(...) é a linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial” (MACHADO e TORRES, 2012, p. 52).

³² “Os limites territoriais das bacias hidrográficas nem sempre coincidem com as delimitações político-administrativas tradicionais”, podendo “abranger diferentes municípios, estados e/ou países” (MACHADO e TORRES, 2012, p. 44).

³³ A compensação aos usuários é chamada de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

³⁴ Os Comitês de Bacia Hidrográfica podem ser compreendidos como órgãos gestores de recursos hídricos.

devolvida ao corpo d'água; iv) finalidade a que se destinam; v) sazonalidade; vi) características e vulnerabilidade dos aquíferos; vii) características físicas, químicas e biológicas da água; viii) localização do usuário na bacia; entre outros (MMA, 2005).

A informação mais antiga de cobrança pelo uso da água em bacia hidrográfica (BH) estadual, de acordo com o ANA (2016b), refere-se ao estado do Ceará, que iniciou a cobrança em novembro de 1996. Os demais estados constantes em ANA (2016b) são: Rio de Janeiro, com início da cobrança em janeiro de 2004; São Paulo, em janeiro de 2007; Minas Gerais, em março de 2010; Paraná, em setembro de 2013; e, Paraíba, em janeiro de 2015. Em se tratando de bacia hidrográfica de competência da União a cobrança iniciou na BH do Rio Paraíba do Sul em março de 2003, posteriormente, foi implementada na BH dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (conhecida como Bacia do PCJ) em janeiro de 2006; na BH do Rio São Francisco em julho de 2010; e, na BH do Rio Doce em novembro de 2011 (ANA, 2016b).

De acordo com informação constante na página eletrônica da ANA, “O valor da cobrança é escolhido a partir da participação dos usuários, da sociedade civil e do poder público; no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs).” A página eletrônica traz ainda a informação sobre como é definido o valor de cobrança: “Um dos parâmetros para definir os valores é bem simples: quem usa e polui mais os corpos de água, paga mais; quem usa e polui menos, paga menos.”³⁵ O Art. 22º da Lei 9.433/97 estabelece que:

Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

De acordo com ANA (2010, p. 17), a implementação da cobrança ocorre após “um pacto entre os poderes públicos, os setores usuários e as organizações civis representadas no âmbito dos Comitês de cada Bacia, com apoio técnico da ANA”, com o objetivo de melhorar a condição das águas, tanto quantitativa quanto qualitativamente na bacia hidrográfica. “Os mecanismos e valores são propostos pelo Comitê de Bacia e aprovados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH ou pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos” (ANA, 2010, p. 17).

³⁵ Disponível em <<http://www3.ana.gov.br>>. Acesso em 23/11/2017.

4.2.1 Cobrança pelo uso da água na agricultura

Em todas as bacias hidrográficas do Brasil há pelo menos um CBH, no entanto, a legislação que rege a política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos bem como os valores propostos para essa cobrança muitas vezes é delimitada pelo próprio Estado. Dado que a ANA é o órgão máximo responsável pela gestão dos recursos hídricos, fez-se o levantamento da legislação de cobrança pelo uso da água na página eletrônica da ANA³⁶ e chegou-se à seguinte equação de cobrança pelo uso dos recursos hídricos para irrigação:

$$Valor_{cons} = Q_{cons} \times P_{cap} \quad (1)$$

Onde:

$Valor_{cons}$ é o valor anual de cobrança pelo consumo de água, em R\$;

Q_{cons} refere-se ao volume anual de água consumido, em m³;

P_{cap} é o preço cobrado pela captação dos recursos hídricos, em R\$/m³.

Ressalta-se que mesmo havendo ao menos um Comitê em cada Bacia Hidrográfica, estabelecida pela Resolução CNRH n° 32, não se observa a mesma situação no que diz respeito aos Estados brasileiros. Haja visto que Acre, Rondônia, Roraima, Pará e Amapá não possuem CBH. Nos demais Estados brasileiros existe pelo menos um Comitê instalado, o que sugere que não há política de cobrança para todas as Unidades Federativas (UF) do Brasil. O Quadro 4 apresenta a legislação que estabelece a cobrança pelo uso da água na agricultura, bem como o valor para essa água.

UF	Local	Legislação	Data	R\$/m ³
AL	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF n° 40	Out/08	0,00040
AM	Estadual	Lei estadual n° 3.167	Ago/07	0,00100
BA	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF n° 40	Out/08	0,00040
CE	Estadual	Resolução CONERH n° 05 ¹	Mai/16	0,00406
DF	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF n° 40	Out/08	0,00040
ES	Rio Doce	Deliberação CBH-Doce n° 26	Mar/11	0,00675
GO	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF n° 40	Out/08	0,00040
MG	Rio Paraíba do Sul	Deliberação CEIVAP n° 218	Set/14	0,01853
	- Rios Pomba e Muriaé Compé	- Deliberação Compé n° 37	Fev/14	0,01000
	- Rios Preto e Paraibuna	- Deliberação CBH Preto e Paraibuna PS1 n° 02	Abr/14	0,01000
	Comitê PCJ	Deliberação dos Comitês PCJ n° 021	Dez/08	0,01700
	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF n° 40	Out/08	0,00040
	- Rio das Velhas	- Deliberação CBH-Velhas n° 03	Mar/09	0,00040
- Rio Pará	- Deliberação Comitê do Rio Pará n° 24	Fev/13	0,00383	

³⁶ Disponível em <<http://www2.ana.gov.br>>. Acesso em 12/07/2017.

	Rio Doce - Rio Piranga - Rio Piracicaba - Rio Sto Antônio - Rio Suaçui - Rio Caratinga - Manhuaçu Rio Araguari	Deliberação CBH-Doce nº 26 - Deliberação Normativa nº 04 - Deliberação Normativa nº 15 - Deliberação Normativa nº 08 - Deliberação Normativa nº 28 - Deliberação Normativa nº 09 - Deliberação Normativa nº 01 Resolução CBH-Araguari nº 12	Mar/11 Abr/11 Abr/11 Mai/11 Abr/11 Abr/11 Ago/11 Jun/09	0,00675 0,00675 0,01350 0,00675 0,00675 0,00675 0,01350 0,01700
PB	Estadual - Litoral Sul - Rio Paraíba - Litoral Norte	Resolução nº 07 - Deliberação nº 01 - Deliberação nº 01 - Deliberação nº 01	Jul/09 Jan/08 Fev/08 Mar/08	0,00500 0,00500 0,00500 0,00500
PR	Alto Iguaçú e afluentes	Resolução nº 05 ²	Jul/13	0,02000
PE	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
PI	Estadual	Decreto nº 16.696	Ago/16	0,00500
RJ	Rio Paraíba do Sul	Deliberação CEIVAP nº 218	Set/14	0,01853
SP	Rio Paraíba do Sul - Paraíba do Sul Comitê PCJ Rio Sorocaba e Médio Tietê Baixo Tietê Alto Tietê Tietê Jacaré Tietê Batalha Baixada Santista Ribeira do Iguape e Litoral Sul	Deliberação CEIVAP nº 218 Deliberação CBH-PS nº 05 Deliberação dos Comitês PCJ nº 160 Deliberação CBH-SMT nº 208 Deliberação CBH-BT nº 090 Deliberação CBH-AT nº 012 Deliberação CBH-TJ nº 05 Deliberação CBH-TB nº 012 Deliberação CBH-BS nº 157 Deliberação CBH-RB nº 135	Set/14 Nov/06 Dez/12 Out/08 Ago/09 Out/09 Nov/09 Abr/10 Set/09 Dez/10	0,01853 0,02000 0,02550 0,02900 0,02400 0,02000 0,02100 0,02000 0,02000 0,02000
SE	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
TO	Rio Formoso	Deliberação CBH-Formoso nº 04 ³	Out/15	0,00038

Quadro 4 – Valor da água na agricultura – R\$/m³

¹ Valores para sistemas cuja água não é conduzida por meio do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará.

² O Art. 18º do Decreto nº 5.361 de 26/02/2002 isenta a cobrança pelo uso dos recursos hídricos para as captações destinadas à produção agrícola no estado do Paraná.

³ Cobrança não iniciada, de acordo com a página eletrônica da ANA.

Fonte: Elaboração própria com base na legislação constante na página eletrônica da ANA

Observa-se no Quadro 4 que nem todos os Estados brasileiros apresentam política para cobrança dos recursos hídricos, enquanto outros são regidos por mais de uma legislação, é o caso de Minas Gerais, da Paraíba e de São Paulo. Essa situação acontece por haver mais de uma bacia hidrográfica no Estado e cada uma ter uma determinada área de atuação, que pode, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF), abranger diversos Estados, a saber: Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e

Sergipe³⁷. Salienta-se que, para alguns Estados, suprimiu-se do Quadro 4 a legislação cuja cobrança ainda não foi iniciada. Essa eliminação ocorreu nos Estados que possuem mais de uma regulamentação de cobrança para o uso dos recursos hídricos, a saber: Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo.

O fato de haver política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos em determinado Estado e/ou bacia hidrográfica não significa, necessariamente, que a mesma está sendo executada. Alguns Estados fazem o subsídio da água utilizada na agricultura, seja isentando totalmente os agricultores, seja determinando que até certo volume de água captado, fixado na legislação, a cobrança não se aplicará. Nos locais onde acontece a cobrança o funcionamento se dá por meio da outorga de direito de uso de água³⁸, ou seja, o agricultor solicita, por meio de um cadastro junto ao agente responsável pela bacia hidrográfica onde está inserido, a outorga para captar água. Nesse cadastro deve constar os dados do solicitante, o local de captação (distância do corpo d'água, em latitude e longitude), o tipo de captação (superficial ou subterrânea), a finalidade da captação (irrigação ou consumo), o volume a ser captado (em m³), o volume devolvido ao corpo hídrico (quando se aplica) e demais informações solicitadas por cada CBH.

Essa é uma das críticas feita por alguns autores (Motta, 1998; Johansson, 2000; Nikouei e Ward, 2013), o agricultor ser taxado pelo volume outorgado e não pelo captado. Uma vez que, ao outorgar, por exemplo, 500 m³/mês e utilizar apenas 300 m³ a cobrança incidirá sobre o volume total da outorga. Diante disso, pode acontecer que o volume excedente de água seja direcionado para outras finalidades que não a contratada, ou até mesmo seja utilizado de maneira indiscriminada afim de se consumir a totalidade da água pela qual se está pagando.

Precificar a água não é uma tarefa trivial, entretanto há estudos que o fazem para várias regiões do mundo, aplicando métodos diferenciados e apurando valores semelhantes a outros trabalhos realizados. Dessa forma, optou-se por utilizar os valores cobrados pelos CBH ou pelo Estado como *proxy* de valor para precificar a água virtual (incorporada no produto por meio do processo produtivo) e que é exportada pelo Brasil através dos produtos estudados. Essa monetização da água virtual se faz necessária para que seja alcançado o objetivo principal do estudo, ou seja, verificar se está havendo benefícios ou custos ao Brasil quando o

³⁷ Não significa dizer que a BHRSF abarque esses Estados em sua totalidade.

³⁸ Conforme consta na página eletrônica da ANA “A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecidos no inciso III, do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos”. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br>>. Acesso em 14/09/2017.

mesmo faz a exportação desse tipo de água, incorporada na cesta de produtos abordados. Diante disso, o capítulo posterior é direcionado a apresentar a teoria sobre análise de custo-benefício assim como fará a revisão de estudos que tratam desse tipo de análise.

5. ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO

Quando se fala em custo-benefício, normalmente, os indivíduos pensam em si próprios e, geralmente, escolhem ações alternativas que tragam maior benefício individual possível (BOARDMAN et al, 2011). No entanto, Boardman et al (2011) argumentam que, em termos agregados, deve-se considerar os custos e benefícios para a sociedade como um todo, ou seja, os custos sociais e os benefícios sociais. Nesse sentido, análise de custo-benefício (CBA, do termo em inglês *cost-benefit analysis*), é um método de avaliação de política que quantifica, em termos monetários, o valor de todas as consequências de uma política para todos os membros da sociedade. Algumas características da análise de custo-benefício incluem uma catalogação sistemática de impactos (custos e benefícios); valorização, em termos monetários, desses impactos; e, determinação dos benefícios líquidos da proposta e/ou projeto em relação ao *status quo* da sociedade (BOARDMAN et al, 2011).

A primeira aplicação prática da análise de custo-benefício se deu por volta de 1930, nos EUA, nos desenvolvimentos de recursos hídricos e no final da década de 1960 começou a se espalhar pelo mundo, sendo usada por países desenvolvidos e em desenvolvimento (Brouwer e Pearce, 2005; Boardman et al, 2011). No entanto, as raízes da CBA foram definidas na década de 1840 por Jules Dupuit, engenheiro e economista francês, que se preocupava em como se daria as decisões na escolha de políticas públicas a respeito dos investimentos que não teriam retornos comerciais, como, por exemplo, estradas e pontes (PEARCE, 2002). Boardman et al (2011) explicam que o objetivo geral da CBA é auxiliar na tomada de decisão social e torná-la mais racional. Em outras palavras, o objetivo da CBA é uma alocação mais eficiente dos recursos da sociedade. Os autores apontam que existe 4 maneiras para se realizar a análise de custo-benefício, porém evidenciam que dois tipos são os mais utilizados:

- ✓ CBA *ex-ante*, ou CBA padrão: conduzida enquanto um projeto ou política está sendo considerado, antes de ser iniciado ou implementado. Auxilia na decisão sobre se os recursos devem ou não ser alocados pelo gestor a um projeto ou política específica. Sua contribuição para a tomada de decisões de políticas públicas é direta, imediata e específica.
- ✓ CBA *ex-post*: realizado no final de um projeto. Neste momento, todos os recursos já foram utilizados na realização do projeto. O valor da análise *ex-post* é mais amplo, no entanto menos imediato, pois fornece informações não apenas sobre a intervenção específica, mas também sobre a “categoria” de tais intervenções,

contribuindo para o “aprendizado” de gestores governamentais, políticos e acadêmicos no que se refere a certas categorias de projetos valerem a pena.

Os outros dois métodos são, i) a análise *in medias res*, (do latim, “no meio das coisas”). Esse tipo de análise é realizado durante o desenvolvimento do projeto e tem o potencial de influenciar uma decisão, seja continuar ou não a execução do mesmo; e, ii) a comparação entre os métodos anteriores, *ex-ante*, *ex-post* e *in medias res* (BOARDMAN et al, 2011). No entanto, para que se realize esse último método é necessário que tenha sido feito análises de custo-benefício antes, durante e depois da execução de um projeto, ou pelo menos duas dessas. Contudo, Boardman et al (2011) argumentam que esse tipo de análise é menos comum, dado que, geralmente, a própria CBA pode ser custosa à agência governamental ou ao órgão que a executa e afirmam que esse comparativo de CBA é útil para medir a eficácia da própria análise de custo-benefício como ferramenta de auxílio na tomada de decisão e avaliação.

De acordo com Boardman et al (2011) o valor agregado de uma política é medido por seus benefícios sociais líquidos (*BSL*), muitas vezes chamado apenas de benefícios líquidos. Os *BSL* são apurados diminuindo-se os custos sociais (*CS*) dos benefícios sociais (*BS*), ou seja:

$$BSL = BS - CS \quad (2)$$

Para se realizar uma análise de custo-benefício, *ex-ante*, mais bem conduzida, Boardman et al (2011) listam nove etapas básicas a serem seguidas, descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Etapas principais de uma CBA

-
1. Especificar o conjunto dos projetos alternativos.
 2. Decidir quais custos e benefícios serão considerados.
 3. Identificar os impactos, catalogá-los e selecionar os indicadores de medição.
 4. Prever os impactos, quantitativamente, ao longo da vida útil do projeto.
 5. Monetizar todos os impactos (de preferência na moeda corrente do país).
 6. Descontar os benefícios e os custos para se obter o valor presente.
 7. Calcular o valor presente líquido de cada alternativa.
 8. Executar análise de sensibilidade.
 9. Recomendar políticas.
-

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Boardman et al (2011, p, 6)

Nota-se que a análise de custo-benefício, *ex-ante*, é realizada para fazer uma recomendação e não para uma tomada de decisão (Tabela 3). A CBA se preocupa com a forma com que os recursos devem ser alocados e pode ser considerada como uma porta de entrada para o processo de tomada de decisão (BOARDMAN et al, 2011). Como exemplo,

cita-se o trabalho de Kula e Evans (2011), o qual fizeram uma CBA sobre a viabilidade de um projeto de reflorestamento em *County Tyrone*, Irlanda do Norte, que tem vida útil, única, de 30 anos. Dado que existe o fator tempo no projeto, os autores fizeram o desconto temporal. Entretanto, Kula e Evans (2011) inferem que os efeitos ambientais devem ser descontados separada e diferentemente dos impactos econômicos. Como impacto econômico os autores listam os ganhos com a venda da madeira da parte reflorestada. Já para o impacto ambiental, foi considerado o sequestro de carbono. Para os autores, os projetos que apresentam impacto ambiental devem ter desconto duplo, ou seja, um desconto para os impactos ambientais e outro para os econômicos. No resultado da CBA, que os autores realizaram, utilizando uma única taxa de desconto para todos os impactos resultou em benefícios líquidos negativos. Entretanto, para a CBA realizada com o duplo desconto foram auferidos benefícios líquidos positivos. Os autores concluem que o desconto duplo aumentaria, substancialmente, a viabilidade econômica de projetos de investimento que produzam benefícios ambientais.

Outro trabalho que realiza CBA é o de Perini e Rosasco (2013) em que os autores comparam o benefício líquido de diferentes sistemas verticais de ecologização³⁹, com fachadas verdes e paredes vivas, considerando custos e benefícios pessoais e sociais para um período de 50 anos (tempo aproximado de utilização desses sistemas). O estudo utilizou como base um prédio de escritórios em Gênova, Itália, e incluía quatro tipos de sistemas de ecologização. Os autores compararam os custos (instalação, manutenção e eliminação de cada sistema) com os benefícios sociais e privados (aumento do valor imobiliário, economia de aquecimento e ar condicionado, longevidade do revestimento, melhoria da qualidade do ar, entre outros benefícios), valendo-se de três indicadores: o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e o *Pay Back*. Os autores apuraram que alguns dos sistemas verticais de ecologização analisados são economicamente sustentáveis, enquanto outros não, haja vista os benefícios não pagarem os custos dos mesmos. Esse fato relaciona-se às diferenças significativas, encontrada pelos autores, nos custos de instalação e manutenção de cada sistema. Perini e Rosasco (2013) concluem com o argumento de que a instalação de sistemas verticais de ecologização deveria ter os benefícios sociais considerados mais fortemente pelos governos (incentivo governamental à instalação em prédios novos e existentes), pois ao reduzir os custos iniciais para a instalação de sistemas de ecologização vertical, a sustentabilidade econômica de tais sistemas poderia ser significativamente aumentada, ampliando a propagação dos mesmos.

³⁹ Em inglês, *vertical greening systems*.

O estudo realizado por Greenhalgh et al (2017) enfatiza os desafios e as insuficiências metodológicas que os tomadores de decisão encontram para aplicar a CBA. Os autores analisaram uma decisão de política que envolve o desenvolvimento urbano em uma área de terras agrícolas altamente produtivas, em *Pukekohe, Auckland*, Nova Zelândia. O estudo compara os custos e benefícios desse desenvolvimento ocorrer a oeste ou a nordeste de *Pukekohe* (*W-Pukekohe* e *NE-Pukekohe*, respectivamente). Para realizar a CBA foram ouvidos membros da comunidade e considerados alguns serviços ecossistêmicos, escolhidos pelos autores. Aos custos e/ou benefícios que não puderam ser monetizados auferiu-se valores numéricos. O estudo conclui que *W-Pukekohe* apresentou maior perda agrícola e melhor provisão dos serviços ecossistêmicos, ou seja, a recomendação dos autores foi que o desenvolvimento urbano deveria ser direcionado à *NE-Pukekohe*. Os autores ressaltam que apresentar os custos e benefícios não monetários aos decisores é importante, mas incluir os impactos ambientais em uma CBA é um trabalho complexo e alertam que muitos valores-chave para uma CBA são ignorados por serem difíceis, custosos e demandarem tempo para serem apurados.

O presente capítulo discorreu sobre a análise de custo-benefício, apresentando o objetivo e as características dessa análise, bem como fez a exposição dos tipos de CBA mais comuns, *ex-ante* e *ex-post*. Demonstrou-se ainda, estudos que fizeram a aplicação da CBA quantitativa, ou seja, monetizaram todos os impactos e recomendaram a melhor política a se aplicar. O próximo capítulo destina-se a apresentar a metodologia utilizada no presente estudo.

6. METODOLOGIA

Os dados da exportação dos produtos selecionados pelo estudo, foram obtidos junto ao Sistema de Análise das Informações do Comércio Exterior (AliceWeb-MDIC). A coleta dos dados se deu por Estado brasileiro, entretanto os resultados serão apresentados para o Brasil como um todo.

A base de dados contendo a quantidade de água virtual presente nos produtos estudados foi obtida em Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d)⁴⁰. Lista-se algumas observações pertinentes:

- i. selecionou-se 10 produtos do setor agropecuário, que foram reunidos em 05 grupos de produto: Açúcar (2 produtos), Café (1), Milho (1), Soja (3) e Boi (3)⁴¹;
- ii. para diferença que será apresentada entre a quantidade de água necessária para elaboração desses produtos no Brasil e em seus parceiros importadores, utilizar-se-á a média nacional de cada País⁴²;
- iii. para os produtos do setor agrícola (grupos Açúcar, Café, Milho e Soja):
 - ↪ a informação utilizada, no presente estudo relativa ao volume de água virtual de cada produto, diz respeito a média de cada Estado brasileiro;
 - ↪ para os produtos onde não há informação da média estadual, utilizou-se a média nacional brasileira;
- iv. para os produtos do setor pecuário (grupo Boi):
 - ↪ a informação disponível refere-se apenas à média nacional brasileira;
 - ↪ está sendo utilizada a quantificação de água virtual para o sistema misto, uma vez que tem-se no Brasil sistemas de pastagem e também industrial (confinamento) para o gado de corte.

A seleção da cesta de produtos se deu a partir da observação dos principais produtos exportados pelo Brasil em cada setor, agrícola e pecuário, para os quais há informação do volume de água virtual (média brasileira), dentre os “*n*” produtos contidos na base de dados, disponível em Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d)⁴³.

⁴⁰ A metodologia bem como as fórmulas matemáticas utilizadas para quantificar de cada tipo de água encontra-se disponível em Hoekstra et al (2011) e Mekonnen e Hoekstra (2010a e 2010c).

⁴¹ Descritos na Tabela 1, seção 3.1.

⁴² Para os países que não apresentarem informação disponível na base de dados, será utilizada a média mundial.

⁴³ O detalhamento sobre os critérios de escolha dos produtos, abordados no presente estudo, é minuciosamente descrito no capítulo 2.

No que se refere ao período analisado, o ano de 2002 foi escolhido por ter havido uma mudança substancial no NCM⁴⁴. Levando-se em conta que a base com os dados do volume de água virtual utiliza-se do NCM como referência para seus produtos, primou-se pela escolha do ano inicial em 2002. Já o ano final, 2016, deve-se ao fato de ser o último ano, completo, disponível para consulta das exportações, quando do início das pesquisas.

O volume de água virtual exportada por cada Estado brasileiro será obtido de acordo com a equação (3):

$$VAVE_{i,e,c,j} = -Q_{export_{i,e,c,j}} \times QAV_{i,e} \quad (3)$$

Em que:

i = produto; e = Estado brasileiro exportador; c = país importador; j = ano, de 2002 a 2016; $VAVE$ corresponde ao Volume de Água Virtual Exportada, em m³; Q_{export} refere-se ao peso do produto exportado⁴⁵, em ton; QAV é a Quantidade de Água Virtual, em m³/ton.

A equação (3) será utilizada para estimar o volume de água virtual exportada por cada Estado brasileiro para cada País importador, enquanto que o volume total da água virtual exportada pelo Brasil, como um todo, se dará a partir do somatório do resultado apurado para cada Estado.

Os dados sobre a importância do Brasil como país exportador para cada um de seus parceiros importadores foram obtidos junto a matriz de comércio detalhada (*detailed trade matrix*), na plataforma eletrônica de dados estatísticos da *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAOSTAT. A Rússia será utilizada como referência para exemplificar a realização das pesquisas, uma vez que para esse País o Brasil exportou produtos dos grupos Açúcar e Boi, conforme demonstrado no Quadro 2, seção 2.2. Na plataforma da FAOSTAT:

- ↪ selecionou-se a Rússia como país de referência (*reporter country*);
- ↪ escolheu-se todos os demais países do mundo como exportadores (*partner countries*);
- ↪ no campo dos elementos (*elements*) optou-se pela quantidade importada, em peso;
- ↪ com relação ao produto, para o exemplo da Rússia, pesquisou-se, por primeiro, os itens do grupo Açúcar, disponíveis na FAOSTAT, *sugar raw centrifugal*; *sugar, nes*; e, *sugar refined*. Posteriormente, pesquisou-se os produtos do grupo Boi, novamente, os que estão disponíveis na FAOSTAT, *meat, cattle*; *meat, beef, preparations*; e, *meat, cattle, boneless (beef & veal)*;

⁴⁴ Arquivo disponível para consulta em: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior-9/arquivos-atuais>. Acesso em 03/10/2016.

⁴⁵ A quantidade exportada é considerada negativa, pois “sai” água do País embutida nos produtos.

↪ por último fez-se a seleção dos anos, 2002 a 2013 (último ano disponível pra consulta).

Após a coleta dos dados de todos os parceiros importadores do Brasil, apurou-se a proporção do que o Brasil exportou para esses países, com relação ao total importado por cada um deles, ano a ano, de 2002 a 2013. Ressalta-se que, os dados utilizados foram única e exclusivamente os obtidos na FAOSTAT, não se fez o uso do volume das exportações pesquisadas em AliceWeb uma vez que se constatou diferenças entre as informações da FAOSTAT e de AliceWeb. Um dos motivos para essas inconsistências pode estar relacionado ao fato de que em AliceWeb a consulta é feita por NCM, enquanto que não existe essa singularidade na base da FAOSTAT. Outra causa para essas diferenças diz respeito aos dados constantes na base da FAOSTAT, os quais são informados, em sua grande maioria, pelo país de referência (*reporter country*). Dessa forma, existe a possibilidade de que haja omissões e/ou erros de informação por parte de cada *reporter country*.

A revisão da literatura nacional e internacional sobre precificação da água foi obtida junto a *journals* internacionais e plataformas eletrônicas de consulta, como por exemplo: *Jstor*; *Science Direct*; *Springer*; *Scopus*; *Scielo*; dentre outros. Com relação à legislação existente de cobrança pelo uso dos recursos hídricos optou-se por utilizar o portal eletrônico da Agência Nacional de Águas (ANA), uma vez que a mesma é o órgão brasileiro que gere as questões ligadas a recursos hídricos e, todas as legislações são encaminhadas para a Agência, para conhecimento e providências pertinentes da ANA.

Para estimativa do valor monetário da água virtual exportada pelo Brasil será utilizada a equação (4):

$$VTAVE_{i,e,c,j} = VAVE_{i,e,c,j} \times P\acute{a}gua_e \quad (4)$$

Em que:

i = produto; e = Estado brasileiro exportador; c = país importador; j = ano, de 2002 a 2016;
 $VTAVE$ é o Valor Total da Água Virtual Exportada, em R\$;
 $VAVE$ refere-se ao Volume de Água Virtual Exportado, obtido na equação (3), em m³;
 $P\acute{a}gua_e$ é o preço da água virtual cobrada por cada Estado brasileiro, em R\$/m³.

Similarmente à aplicação na equação (3), com a equação (4) será apurado o valor total da exportação de água virtual por UF brasileira, enquanto que o valor para o Brasil, como um todo, se dará pelo somatório dos Estados. Chama-se a atenção para a incógnita $P\acute{a}gua_e$ da equação (4), cujos valores encontram-se descritos no capítulo 7 do presente estudo.

Para a análise de custo-benefício será empregada a CBA *ex-post*, uma vez que as exportações já ocorreram. Será considerado como benefício o valor recebido pelo Brasil com

a exportação dos produtos agropecuários que compõem a cesta estudada. Como as exportações brasileiras, em termos monetários são contabilizadas em dólares (US\$), será feita a conversão para a moeda nacional brasileira, real (R\$), utilizando para isso a média mensal da série “Taxa de câmbio – R\$/US\$ – comercial – venda – média – R\$” do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)⁴⁶.

Como custos serão utilizados: i) o custo de produção, dos produtos estudados, por ton⁴⁷; ii) o valor da tarifa portuária, referente a armazenagem no Porto embarcador, por ton⁴⁸; e, iii) o valor do total da água virtual que é exportada por meio desses produtos. Entretanto, faz-se aqui algumas observações quanto aos custos utilizados no estudo:

i. Custos de produção:

- ↪ produtos do grupo Açúcar: adotou-se o custo de produção, anual, do açúcar branco constante nos Relatórios de Custos de Safras do Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (PECEGE), disponíveis em PECEGE (2013, 2014 e 2015);
- ↪ produtos dos grupos Café, Milho e Soja: utilizou-se o custo de produção, anual, informado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).
 - Para o produto 230400 (Tortas e outros resíduos sólidos da extração do óleo de soja), do grupo Soja, está sendo considerado o mesmo custo de produção da soja em grão, devido aos obstáculos existentes na coleta dos custos dos produtos industrializados.
- ↪ produtos do grupo Boi: fez-se uso dos dados recebidos, via correio eletrônico (e-mail), cujo envio foi realizado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). As informações recebidas encontram-se descritas por mês e ano, dessa forma, utilizou-se a média anual para os produtos do grupo Boi.
 - Os custos de produção do grupo Boi referem-se ao gado de corte e não especificamente aos produtos industrializados abordados pelo estudo. Todavia, considerando-se a dificuldade de obtenção dos custos

⁴⁶ Os valores para consulta encontram-se disponíveis no Apêndice B.

⁴⁷ Os valores para consulta encontram-se disponíveis no Apêndice C.

⁴⁸ Os valores para consulta encontram-se disponíveis no Apêndice D.

industriais, optou-se por utilizar os custos do gado de corte como valores de referência para os produtos do grupo Boi⁴⁹;

- ↪ os custos disponíveis nas bases de dados citadas estão descritos por Estados brasileiro, ou como é o caso do custo do açúcar branco, por região de plantio⁵⁰. Entretanto não há informação para todos os Estados. Sendo assim, para os Estados cujo custo encontrava-se acessível, esse foi utilizado; para as demais UF's utilizou-se a média simples da Macrorregião geográfica brasileira (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste);
- ↪ foram considerados também, os Estados para os quais havia informação de custo para 5 anos ou mais, dessa maneira utilizou-se a taxa de crescimento do período como *proxy* para estimar os custos dos anos posteriores e/ou anteriores, de acordo com as seguintes equações:

$$\text{taxa de crescimento: } g = \frac{(\ln(VF) - \ln(VI))}{(t_{VF} - t_{VI})} \quad (5)$$

$$\text{custo período anterior: } C_{t-1} = C_t \times (1 - g) \quad (6)$$

$$\text{custo período posterior: } C_{t+1} = C_t \times (1 + g) \quad (7)$$

Onde:

g é a taxa de crescimento do período;

\ln é o logaritmo neperiano ou logaritmo natural;

VF é o valor final;

VI é valor inicial;

t refere-se ao período, 2002 a 2016;

C_t é o custo de produção no período t .

- ↪ no caso em que o Estado dispunha de informação para menos de 5 anos, foram utilizados os valores do ano da informação; para os demais anos utilizou-se a média da Macrorregião geográfica;
- ↪ os custos de produção estão sendo utilizados por tonelada de produto:
 - Os custos do açúcar branco encontram-se descritos dessa forma;
 - Os custos dos grupos Café, Milho e Soja são informados por saca de 60 quilogramas (Kg). Sendo assim, dividiu-se o valor constante na base de dados da CONAB por 60 e multiplicou-se por mil (uma tonelada equivale à mil Kg);

⁴⁹ Conforme informações recebidas via contato telefônico e e-mail, as bases de custos do gado de corte do CEPEA estão passando por uma reestruturação da metodologia de cálculo. Sendo assim, a partir de 2018 os valores de custo para esse produto possivelmente não serão iguais aos descritos no Apêndice B.

⁵⁰ Região Tradicional: São Paulo e Paraná; região Expansão: Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, e Mato Grosso do Sul; e, região Nordeste: Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

- Os custos do grupo Boi estão relatados por arroba (@). De acordo com informação na página eletrônica da Embrapa Gado de Corte, uma arroba equivale a 15 Kg (valores arredondados)⁵¹. Por esse motivo, o custo informado foi dividido por 15 e multiplicado por mil.
- ii. Tarifa portuária: a tarifa portuária está sendo utilizada, dada a expressiva quantidade de mercadorias que são exportadas pelos portos do Brasil. De acordo com informação constante na página eletrônica da Secretaria Nacional de Portos, do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, no ano de 2015, 98,6% de toda exportação brasileira foi movimentada pelos Portos do País⁵².
- ↪ Em conformidade com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), os três portos brasileiros que mais movimentaram mercadoria no período de 2010 a 2016 foram o Porto de Santos-SP; o Porto de Itaguaí-RJ; e o Porto de Paranaguá-PR. No entanto, para o período estudado, 2002 a 2016, foram encontradas tarifas de armazenagem apenas para os portos de Santos-SP, de Itajaí-SC e do Suape-PE. Para os demais portos do Brasil a informação existente é a mais atual, sendo essa datada do final do ano de 2016. Dada essa restrição, para os produtos abordados pelo estudo e exportados pelos estados de São Paulo, de Santa Catarina e do Pernambuco, utilizou-se a tarifa de seu respectivo porto. Para os demais Estados brasileiros fez-se uso da média das tarifas desses três portos. Isso equivale a dizer que, para os estados de São Paulo, de Santa Catarina e do Pernambuco está sendo admitido que toda a exportação do respectivo Estado foi realizada pelos portos citados;
 - ↪ Faz-se a utilização da tarifa de armazenagem, dado que, conforme consta nas tabelas tarifárias, essa é a tarifa devida pelo dono da mercadoria. Ressalva-se que, para efeito de cálculo optou-se por utilizar a tarifa para o período de armazenagem de até 10 dias. Admitiu-se esse período, pois cada porto tem seu sistema de cobrança e período, no entanto, para os três portos utilizados como referência, identificou-se o período de 10 dias como semelhança comum entre eles.
- iii. Valor da água virtual: será utilizado o valor apurado por meio da equação (4). Ressalta-se, novamente, que o presente estudo utiliza o volume total de água incorporada no processo produtivo dos produtos abordados pelo estudo, uma vez

⁵¹ Informação disponível em: <http://cloud.cnpqc.embrapa.br/sac/2012/10/15>, acesso em 28/11/2017.

⁵² Informação disponível em <<http://www.portosdobrasil.gov.br>>. Acesso em 04/12/2017.

que ao se exportar o mesmo, exporta-se toda água embutida no produto e não somente as águas captadas, azul e cinza.

De acordo com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC):

“O tratamento fiscal das exportações brasileiras segue a prática mundial e busca a desoneração dos tributos indiretos sobre as exportações. Dessa forma, a Constituição Federal de 1988 definiu que não incidem sobre as exportações brasileiras o IPI (art. 153, §3º, III), o ICMS (art. 155, §2º, X, “a”) e as Contribuições Sociais e de Intervenção no Domínio Econômico, tais como o Programa de Integração Social e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público – PIS/PASEP e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – COFINS (art. 149, §2º, I). Além de não incidirem sobre o faturamento das exportações, o exportador mantém o direito ao crédito gerado pela incidência desses tributos sobre a aquisição dos insumos empregados nos produtos exportados. Portanto, os valores correspondentes a esses tributos não devem compor o preço do produto final exportado” (MDIC, 2017).

Por esse motivo não considerou-se como custo as alíquotas do IPI, ICMS, PIS/PASEP e COFINS sobre o valor das exportações. Com relação ao imposto de exportação, o mesmo não está sendo considerado devido à informação constante na Circular nº 2.767 de 11 de julho de 1997 do Banco Central do Brasil (BCB), onde consta a alíquota de 0% (zero por cento) para o imposto de exportação, com exceção de alguns produtos descritos na Circular (BCB, 1997).

Explicadas as pormenorizações relativas aos custos, os benefícios líquidos da exportação brasileira de água virtual se darão por meio da equação (8), que é uma versão modificada da equação (2), apresentada no capítulo 5:

$$BL_{i,j} = B_{i,j} - CP_{i,j} - Tarifa_{p,e,j} - VTAVE_{i,e,c,j} \quad (8)$$

Em que:

i = produto; e = Estado brasileiro exportador; c = país importador; j = ano, de 2002 a 2016;

p = porto exportador;

BL é o Benefício Líquido, em R\$;

B são os benefícios: valor, em R\$, das exportações;

CP são os custos de produção, em R\$;

$Tarifa$ é o valor da tarifa para armazenamento no porto exportador, em R\$;

$VTAVE$ é o Valor Total da Água Virtual Exportada, em R\$.

Apresentada a metodologia empregada no trabalho, o próximo capítulo é dedicado à demonstração dos resultados.

7. RESULTADOS

Os resultados do estudo serão apresentados da seguinte maneira: i) diferença no volume de água utilizado para elaboração dos produtos abordados no trabalho, entre o Brasil e seus parceiros importadores; ii) importância brasileira nas exportações de seus parceiros importadores; iii) valor apurado da água virtual; iv) volume total da água virtual exportada por meio dos produtos estudados, por Estado e para o Brasil, como um todo; v) valor total da água virtual, por UF e para o Brasil; vi) análise de custo-benefício.

7.1 Água na produção – diferenças entre Brasil e seus parceiros importadores

A diferença no volume de água utilizada pelo Brasil e por seus parceiros importadores para elaboração dos produtos estudados é exibida no Quadro 5.

Açúcar								
NCM	Tipo de água	Brasil	Argélia (*)	Bangladesh	China	Índia	Rússia (*)	
170113 170114	Verde	968	1.107	2.342	1.343	967	1.107	
	Azul	43	455	390	51	1.119	455	
	Cinza	80	104	75	244	133	104	
	Virtual	1.091	1.666	2.807	1.638	2.219	1.666	
Café								
NCM	Tipo de água	Brasil	Alemanha (*)	Bélgica (*)	EUA	Itália (*)	Japão (*)	
090111	Verde	10.750	15.249	15.249	7.877	15.249	15.249	
	Azul	181	116	116	0	116	116	
	Cinza	263	532	532	7.826	532	532	
	Virtual	11.194	15.897	15.897	15.703	15.897	15.897	
Milho								
NCM	Tipo de água	Brasil	Coreia do Sul	Egito	Irã	Japão	Taiwan (*)	Vietnã
100590	Verde	1.621	1.294	141	250	1.506	947	1.275
	Azul	1	0	1.078	627	37	81	1
	Cinza	125	0	480	351	619	194	488
	Virtual	1.747	1.294	1.699	1.228	2.162	1.222	1.764
Soja								
NCM	Tipo de água	Brasil	China	Espanha	França	Holanda (*)	Tailândia	
120110 120190	Verde	2.181	2.549	691	1.499	2.037	2.560	
	Azul	1	249	2.624	447	70	0	
	Cinza	15	218	5	244	37	26	
	Virtual	2.197	3.016	3.320	2.190	2.144	2.586	

NCM	Tipo de água	Brasil	China	Espanha	França	Holanda (*)	Tailândia
230400	Verde	1.810	2.114	573	1.243	1.690	2.124
	Azul	1	207	2.177	371	58	0
	Cinza	12	181	4	202	31	21
	Virtual	1.823	2.502	2.754	1.816	1.779	2.145
Boi							
NCM	País	Pastagem	Misto	Industrial			
020130 020230	Brasil	23.895	20.852	8.813			
	Egito	57.424	16.889	22.055			
	Hong Kong (*)	21.829	15.712	10.244			
	Irã	46.247	21.935	13.493			
	Rússia	15.793	12.270	25.465			
	Venezuela	35.566	30.340	9.705			
160250	Brasil	25.105	21.908	9.259			
	Egito	74.440	21.889	28.587			
	Hong Kong (*)	23.603	19.363	11.996			
	Irã	49.363	23.413	14.402			
	Rússia	19.226	14.934	31.004			
	Venezuela	37.963	32.385	10.359			

Quadro 5 – Quantidade de água necessária para produção – Brasil e parceiros importadores – por produto estudado – média nacional – m³/ton

* Utilizada a média mundial por não haver informação sobre o país específico.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Mekonnen e Hoekstra (2010b)

Os países cuja média utilizada foi a mundial não estão sendo comparados com o Brasil, para os demais a comparação será em relação ao volume da água virtual, por produto. Dito isso, percebe-se, no Quadro 5, que somente nos produtos do grupo Açúcar e Café o Brasil é o país em que se gasta menos água para produção. Para o Milho, os países Irã, Coréia do Sul e Egito fazem uso de menos água que o Brasil. Na Soja pode-se dizer que há, praticamente, um empate técnico entre Brasil e França, uma vez que a diferença é de 7 m³/ton por produto para a França. Para o grupo Boi apresentou-se a diferença para todos os sistemas de produção, no entanto a comparação se dará no sistema misto, uma vez que o trabalho utiliza essa quantificação para apurar o volume exportado de água virtual nesses produtos. Nesse sentido, para os itens desse grupo, Rússia e Egito são os locais que utilizam menos água para produção.

7.2 Importância brasileira para seus parceiros importadores

Os parceiros importadores brasileiros apresentados no Quadro 2, seção 2.2, destacaram-se no que se refere à exportação feita pelo Brasil, dos produtos abordados pelo estudo, para os mesmos. No entanto, um dos objetivos específicos desse estudo é demonstrar

a importância do Brasil para esses parceiros, ou seja, esboçar qual a proporção de mercadorias que esses Países importaram do Brasil em relação à importação total dos mesmos. Por importação total, entenda-se a importação total dos produtos abordados pelo estudo. Cita-se como exemplo a Argélia, o produto açúcar e o ano 2002 (Quadro 6), o intuito é verificar quanto, em termos percentuais, o Brasil exportou de açúcar para a Argélia, em 2002, com relação à importação total de açúcar que a Argélia fez de todos os demais países do mundo. No caso do exemplo, em 2002, de toda a açúcar importada pela Argélia, o Brasil foi o segundo país, em termos proporcionais, que mais exportou para a mesma, sendo essa proporção igual à 42,52%. O Quadro 6 é dedicado a informar essa importância brasileira, por país e por grupo de produto.

AÇÚCAR										
	Argélia		Bangladesh		China		Índia		Rússia	
Ano	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%
2002	2°	42,52	Não consta ¹		18°	0,02	1°	98,17	1°	43,66
2003	1°	52,03			20°	0,01	Sem Brasil ²		1°	54,80
2004	1°	73,32			21°	0,01	1°	89,89	1°	56,29
2005	1°	76,56	1°	73,44	19°	0,02	1°	80,72	1°	77,70
2006	1°	65,38	1°	58,73	2°	27,46	Sem Brasil ²		1°	84,44
2007	1°	79,01	1°	61,21	7°	6,95			1°	82,00
2008	1°	80,73	Não consta ¹		13°	0,04	1°	99,89	1°	84,36
2009	1°	74,61			2°	22,05	1°	86,61	1°	73,45
2010	Não consta ¹				1°	61,46	1°	80,11	1°	80,49
2011	1°	84,64			1°	67,96	1°	98,48	1°	85,38
2012	1°	92,39			1°	52,96	1°	99,64	1°	61,55
2013	1°	88,97			1°	72,27	1°	98,19	1°	60,41
CAFÉ										
	Alemanha		Bélgica		EUA		Itália		Japão	
Ano	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%
2002	1°	33,08	1°	21,56	1°	25,14	1°	33,48	1°	23,41
2003	1°	30,48	1°	21,60	1°	24,88	1°	37,27	1°	26,31
2004	1°	27,11	1°	19,26	1°	20,61	1°	35,31	1°	24,11
2005	1°	28,18	1°	19,83	1°	20,72	1°	35,32	1°	27,26
2006	1°	28,26	1°	18,79	1°	21,38	1°	36,09	1°	27,56
2007	1°	27,83	1°	20,95	1°	21,42	1°	34,80	1°	29,78
2008	1°	27,96	1°	25,63	1°	21,34	1°	34,61	1°	24,88
2009	1°	33,52	1°	27,85	1°	25,72	1°	34,52	1°	28,19
2010	1°	34,44	1°	27,72	1°	28,37	1°	33,79	1°	29,98
2011	1°	33,59	1°	25,67	1°	29,19	1°	32,92	1°	31,54
2012	1°	26,57	1°	24,72	1°	23,35	1°	29,71	1°	31,96
2013	1°	28,80	1°	24,59	1°	24,54	1°	30,07	1°	34,41

MILHO										
	Coréia do Sul		Egito		Irã		Japão		Taiwan	
Ano	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%
2002	2°	13,24	3°	7,33	1°	76,72	2°	3,37	Sem Brasil ²	
2003	2°	8,18	3°	10,02	2°	38,37	4°	1,14		
2004	3°	17,39	3°	0,30	2°	26,69	3°	0,55		
2005	3°	3,53	3°	5,50	1°	28,03	20°	0,00006		
2006	3°	9,39	11°	0,04	Não consta ¹		20°	0,00001	Não consta ¹	
2007	3°	8,90	8°	1,08	Não consta ¹		4°	0,24		
2008	3°	0,97	Não consta ¹				5°	0,04		
2009	2°	9,84	6°	0,99	Sem Brasil ²		4°	0,29	2°	13,62
2010	3°	3,28	Não consta ¹				3°	4,01	2°	24,25
2011	5°	1,58	4°	7,72	Não consta ¹		2°	5,81	2°	23,97
2012	2°	23,90	Não consta ¹				2°	12,33	1°	49,60
2013	1°	45,17	2°	34,95			2°	30,38	1°	51,07
SOJA										
	China		Espanha		França		Holanda		Tailândia	
Ano	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%
2002	2°	34,55	2°	28,45	1°	70,24	1°	52,22	3°	16,06
2003	2°	31,19	2°	31,54	1°	71,05	1°	50,59	3°	20,03
2004	2°	27,68	2°	38,78	1°	72,57	1°	56,48	1°	36,66
2005	2°	29,68	2°	37,95	1°	71,38	1°	59,08	1°	44,68
2006	1°	40,44	2°	34,02	1°	59,74	1°	51,87	1°	55,48
2007	2°	34,22	2°	38,81	1°	59,98	1°	50,17	1°	42,83
2008	2°	30,95	2°	36,63	1°	59,31	1°	51,72	1°	56,49
2009	2°	37,47	1°	50,70	1°	68,19	1°	57,20	1°	53,19
2010	2°	33,80	1°	42,87	1°	58,47	1°	47,48	1°	58,88
2011	2°	39,15	1°	49,91	1°	56,77	1°	49,32	1°	59,84
2012	2°	40,89	1°	55,85	1°	59,92	1°	55,02	1°	54,30
2013	1°	50,18	1°	45,93	1°	45,68	1°	56,34	1°	46,39
BOI										
	Egito		Hong Kong		Irã		Rússia		Venezuela	
Ano	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%	Pos.	%
2002	1°	41,82	2°	22,17	4°	11,39	6°	5,35	2°	27,66
2003	1°	87,84	1°	28,34	2°	31,44	2°	17,77	3°	18,05
2004	1°	90,92	1°	40,66	2°	30,10	1°	28,70	2°	30,63
2005	1°	90,35	1°	35,31	1°	53,81	1°	42,97	3°	12,25
2006	1°	89,94	1°	39,64	Não consta ¹		1°	38,72	3°	12,94
2007	1°	76,97	1°	42,15			1°	61,94	2°	32,14
2008	Não consta ¹		1°	45,69			1°	49,76	2°	37,52
2009	1°	45,17	1°	43,00	1° 55,41		1°	50,60	2°	25,93
2010	Não consta ¹		1°	38,12			1°	45,14	1°	34,19
2011	1°	50,45	1°	28,25	Não consta ¹		1°	37,61	1°	40,33
2012	Não consta ¹		1°	36,53			1°	37,74	1°	49,08
2013	1°	71,67	1°	42,12			1°	46,94	1°	64,55

Quadro 6 – Importância brasileira perante os parceiros importadores do Brasil – em % – por grupo de produto e por parceiro importador

¹ Não consta significa que não há informação na base da FAOSTAT.

² Sem Brasil significa que não há registro da importação feita do produto brasileiro por parte do parceiro importador.

Fonte: Elaboração própria com base no resultado das pesquisas realizadas em FAOSTAT

Observa-se no Quadro 6 que, em se tratando o grupo Açúcar, apenas na China o Brasil obteve maior importância, como fornecedor, no final do período apresentado, para os demais parceiros importadores, pode-se inferir que o Brasil foi o principal fornecedor no período. Com relação ao grupo Café, para todos os parceiros importadores, Brasil foi o principal exportador (Quadro 6). No grupo Milho, ressalta-se que, na base de dados da FAOSTAT, não há registro de ocorrências para o Vietnã, para todos os demais importadores brasileiros desse Grupo, pode-se observar que o Brasil se configurou ora como um dos principais fornecedores, ora como fornecedor de menor importância (Quadro 6).

Para o grupo Soja, produto agrícola mais exportado pelo Brasil, dentre os produtos estudados, nota-se que o País foi o principal exportador para França, Holanda e Tailândia. Para China e Espanha, o Brasil está entre os dois países que mais exportaram. Chama-se atenção, no entanto ao fato de que para o Brasil, a China é seu principal importador de soja, já para a China, o principal exportador foram os EUA (exceção apenas nos anos de 2006 e 2013 – Quadro 6), em conformidade com os resultados das pesquisas realizadas em FAOSTAT. Com relação ao grupo Boi, apenas para Venezuela e Irã, nos primeiros anos do período apresentado, o Brasil não foi o principal fornecedor.

7.3 Valor da água virtual

Conforme pôde ser observado no Quadro 4, seção 4, alguns Estados apresentam mais de uma legislação que rege a cobrança pelos recursos hídricos. Isto se deve, conforme mencionado anteriormente, ao fato de que há mais de um Comitê de Bacia Hidrográfica, o que torna a cobrança, muitas vezes, diferenciada em uma mesma UF. Para os Estados que apresentam apenas uma regulamentação para cobrança dos recursos hídricos, utilizou-se este valor para o mesmo. Nos Estados onde há mais de um preço para a água calculou-se a média simples apenas dos valores diferentes. Admitiu-se essa situação uma vez que, como a ideia foi encontrar a média do Estado, se uma ou mais localidades cobram o mesmo preço é como se não houvesse diferença entre essas localidades.

Para as UF onde não há legislação de cobrança pelo uso da água, utilizou-se a média da Macrorregião geográfica (Norte, Sul, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste), a qual foi construída a partir dos valores estaduais, no caso de Minas e São Paulo utilizou-se os valores que originaram a média estadual e ao invés do valor médio do Estado. Em relação ao valor

Pernambuco e Sergipe. No caso hipotético de se ter a cobrança acontecendo conforme apresentado no mapa da Figura 5, o menor valor seria auferido ao estado do Tocantins, R\$ 0,00038/m³.

O valor médio nacional para a água virtual foi identificado como sendo R\$ 0,01004/m³, enquanto que para as Macrorregiões do Brasil os valores foram: i) Centro-Oeste, R\$ 0,00040/m³; ii) Nordeste, R\$ 0,00224/m³; Norte, R\$ 0,00069/m³; Sudeste, R\$ 0,01595/m³; e, Sul, R\$ 0,02000/m³. Ressalta-se que para a região Sul tem-se apenas o valor encontrado para o estado do Paraná e o mesmo isenta a cobrança aos agricultores.

7.4 Volume de água virtual exportada

A Figura 6 esboça os gráficos com o volume total de água virtual exportada por meio dos produtos estudados no período de 2002 a 2016, por grupo de produtos e total. Os valores apresentados nos gráficos foram obtidos por meio da equação (3)⁵⁵. Os valores são apresentados de forma negativa, uma vez que, ao exportar os produtos abordados pelo estudo, “sai” água do País incorporada aos mesmos.

⁵⁵ Desse ponto em diante, os gráficos e/ou figuras demonstradas por grupo de produtos onde houver dois eixos, o secundário (lado direito do gráfico) refere-se aos produtos do grupo Soja, enquanto que, o eixo principal (lado esquerdo do gráfico) servirá para esboçar as informações dos demais grupos de produtos.

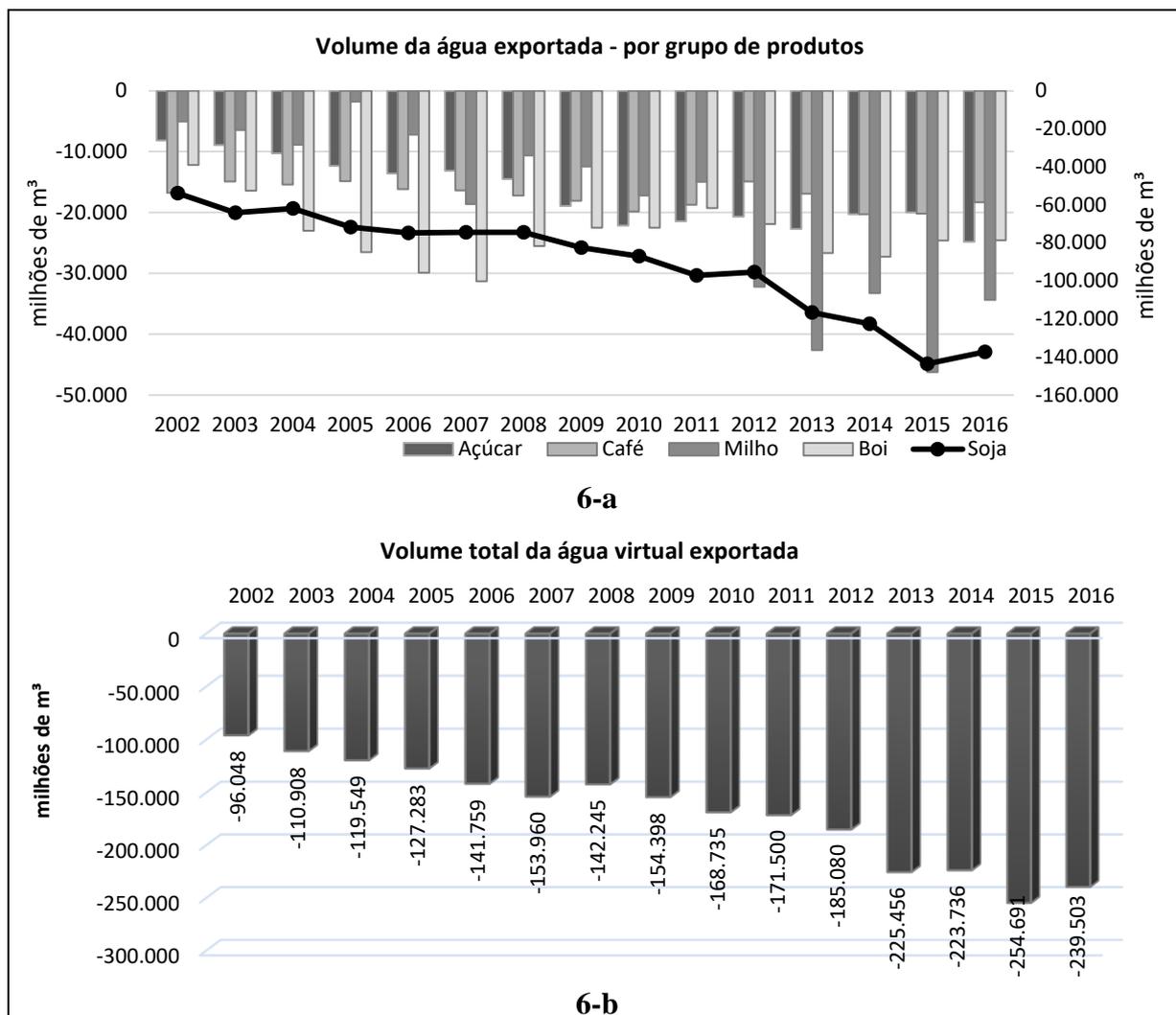


Figura 6 – Volume da água virtual exportada pelo Brasil – por grupo de produto e total – 2002 a 2016 – milhões de m³

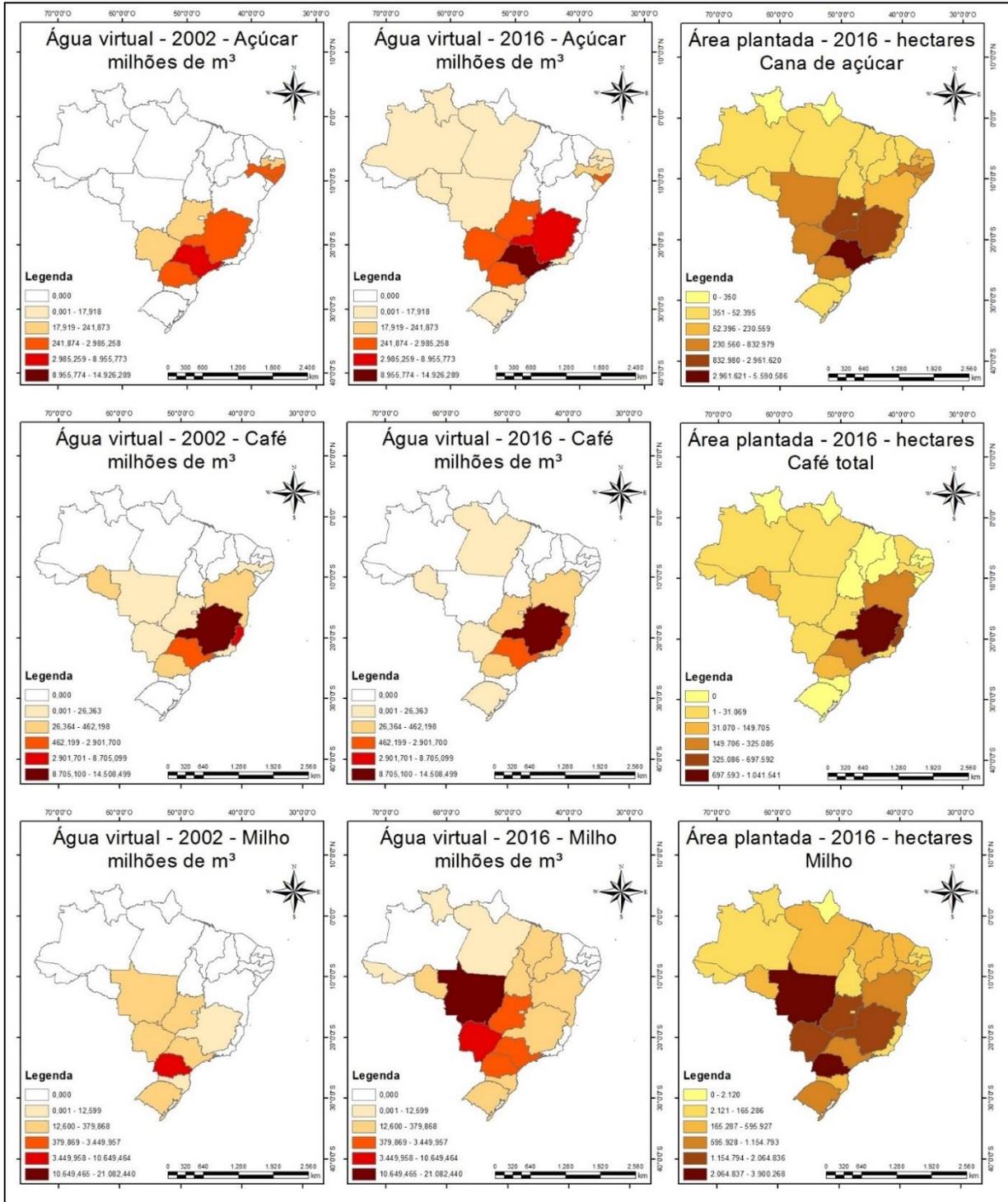
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizadas em AliceWeb-MDIC

Com relação à água virtual exportada por grupo de produtos (Figura 6-a) a maior variação quando se compara o primeiro com o último período, 2002 e 2016, foi no grupo Milho cujo aumento na exportação de água virtual foi de 581,14%. Já a menor variação foi observada no grupo Café, 9,12%. Nota-se ainda o expressivo volume de água exportada por meio dos produtos do grupo Soja, cuja variação foi de 155,07%. Os grupos Açúcar e Boi variaram em 204,42% e 101,65%, respectivamente, na comparação entre o período final e inicial. No tocante ao volume total exportado pelo Brasil (Figura 6-b), houve aumento de 149,36% na comparação dos períodos inicial e final. Somados, todos os anos analisados,

exportou-se 2.514.850.651.454,43 m³ de água em sua forma virtual. Esse volume equivale a 1.005.940.261 piscinas olímpicas cheias⁵⁶.

A exportação da água virtual por Estado brasileiro está demonstrada na Figura 7, tanto por grupo de produtos como pelo total, nos anos de 2002 e 2016. Quanto mais escura a coloração vermelha no interior do mapa, mais exportação o Estado fez. A Figura 7 apresenta, ainda, o mapa com a área plantada de cada cultura e o número de cabeças de boi, por UF brasileira, para o ano de 2016. Salienta-se que, os mapas da Figura 7 que podem ser comparados entre si são os de exportação de água virtual e entre o grupo de produtos, uma vez que há diferença na faixa de intervalo dos mesmos.

⁵⁶ De acordo com a Federação Internacional de Natação (FINA), uma piscina olímpica com a profundidade mínima de 2 metros, possui a capacidade de 2.500 m³ de água (FINA, 2016).



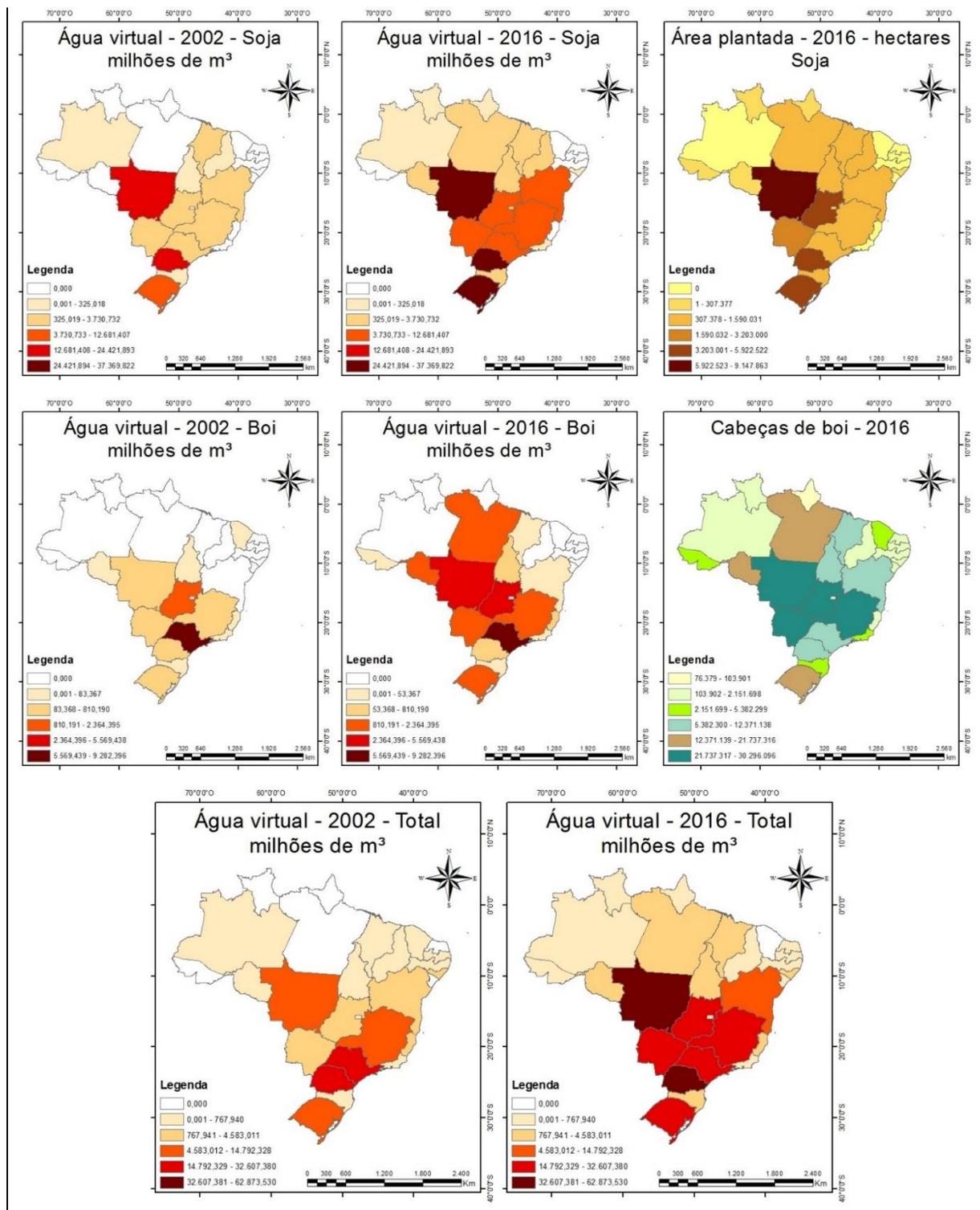


Figura 7 – Exportação de água virtual por Estado brasileiro – milhões de m³ – 2002 e 2016 – por grupo de produtos e total. Área plantada por grupo de produtos – 2016 – em hectares. Número de cabeças de boi – 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizada em AliceWeb-MDIC e IBGE (PAM e PPM)

Com exceção dos produtos dos grupos Café e Boi os demais grupos apresentam correspondência, quando se observa a área plantada e a água virtual exportada, apesar de saber-se que nem sempre o local de cultivo é o mesmo que o de exportação. Em outras palavras, analisando-se os mapas de cada grupo de produtos, onde há maior número de hectares plantados, também houve maior volume de água exportada no ano de 2016 (Figura 7).

A exportação de água virtual por meio do Café foi a que menos expandiu entre os Estados (comparando-se 2002 com 2016). Essa situação, de pouca expansão, pode estar relacionada ao fato de ter sido a cultura do café a única a sofrer perda de área plantada, conforme resultados da pesquisa realizada por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), do IBGE. Todas as demais culturas apresentaram aumento no número de Estados que fizeram exportação de água virtual (Figura 7). Em se tratando da exportação total de água virtual, no ano de 2016, das 27 UF brasileira apenas Ceará não exportou os produtos abordados pelo estudo e, conseqüentemente, não houve exportação de água virtual. Percebe-se ainda que os Estados que mais exportaram água virtual, em 2016, foram Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia, que somados exportaram 91,88% de toda água virtual.

7.5 Valor da água virtual exportada

Similarmente ao apresentado para o volume de água virtual exportada, a Figura 8 exhibe os gráficos com o valor total desse tipo de água, que foi exportada por meio dos produtos estudados, no período de 2002 a 2016, por grupo de produtos e total. Os valores apresentados nos gráficos foram obtidos por meio da equação (4).

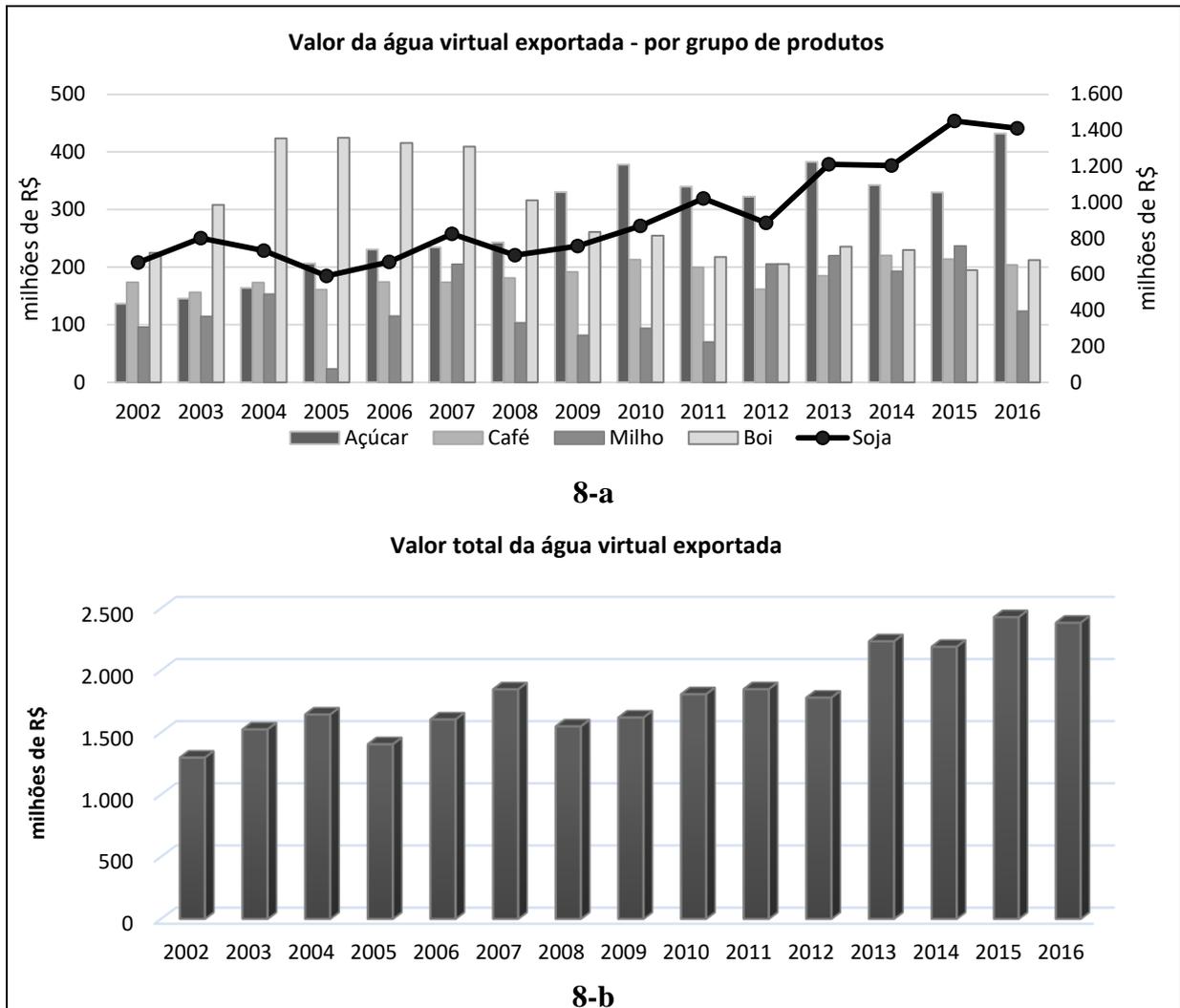


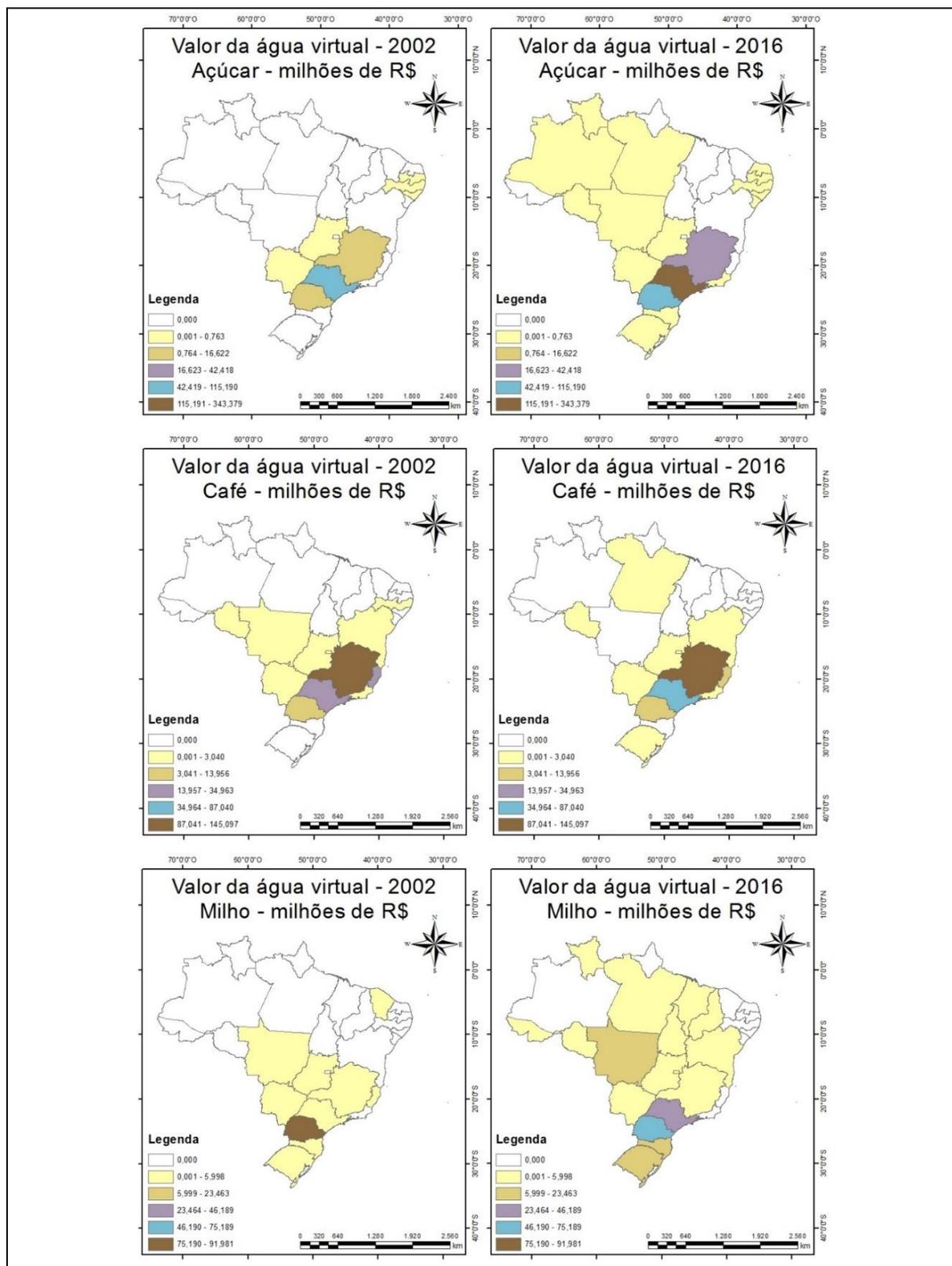
Figura 8 – Valor da água virtual exportada pelo Brasil – por grupo de produtos e total – 2002 a 2016 – milhões de R\$

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizadas em AliceWeb-MDIC

Diferentemente do ocorrido no volume de água virtual, para o valor da mesma, a maior variação quando se compara o primeiro com o último período, 2002 e 2016, foi no grupo Açúcar, 216,12% de aumento. Já a menor variação foi observada no grupo Boi que, inclusive, foi negativa em 5,68% (Figura 8-a). Contudo, conforme observado anteriormente, os produtos do grupo Soja se destacam, também, no quesito valor exportado, sua variação foi de 111,82%. Os grupos Café e Milho variaram 17,40% e 28,71%, respectivamente. Quanto ao volume total exportado pelo Brasil (Figura 8-b), o aumento observado foi de 83,63% na comparação dos períodos inicial e final. Do ano 2002 ao ano 2016 foram exportados R\$ 27.166.366.824,47. Ressalta-se que a diferença na variação apurada para o volume e para o valor total da água virtual exportada refere-se ao fato de que, para cada Estado brasileiro foi

identificado valores díspares para a água, e a base de dados com a quantificação da água virtual também fornece quantificação específica para cada UF do Brasil.

A Figura 9 exibe o valor da água virtual exportada por cada UF brasileira, por grupo de produtos e total, para os anos de 2002 e 2016. Quanto mais escura a coloração no interior do mapa, maior o valor da água virtual exportada pelo Estado.



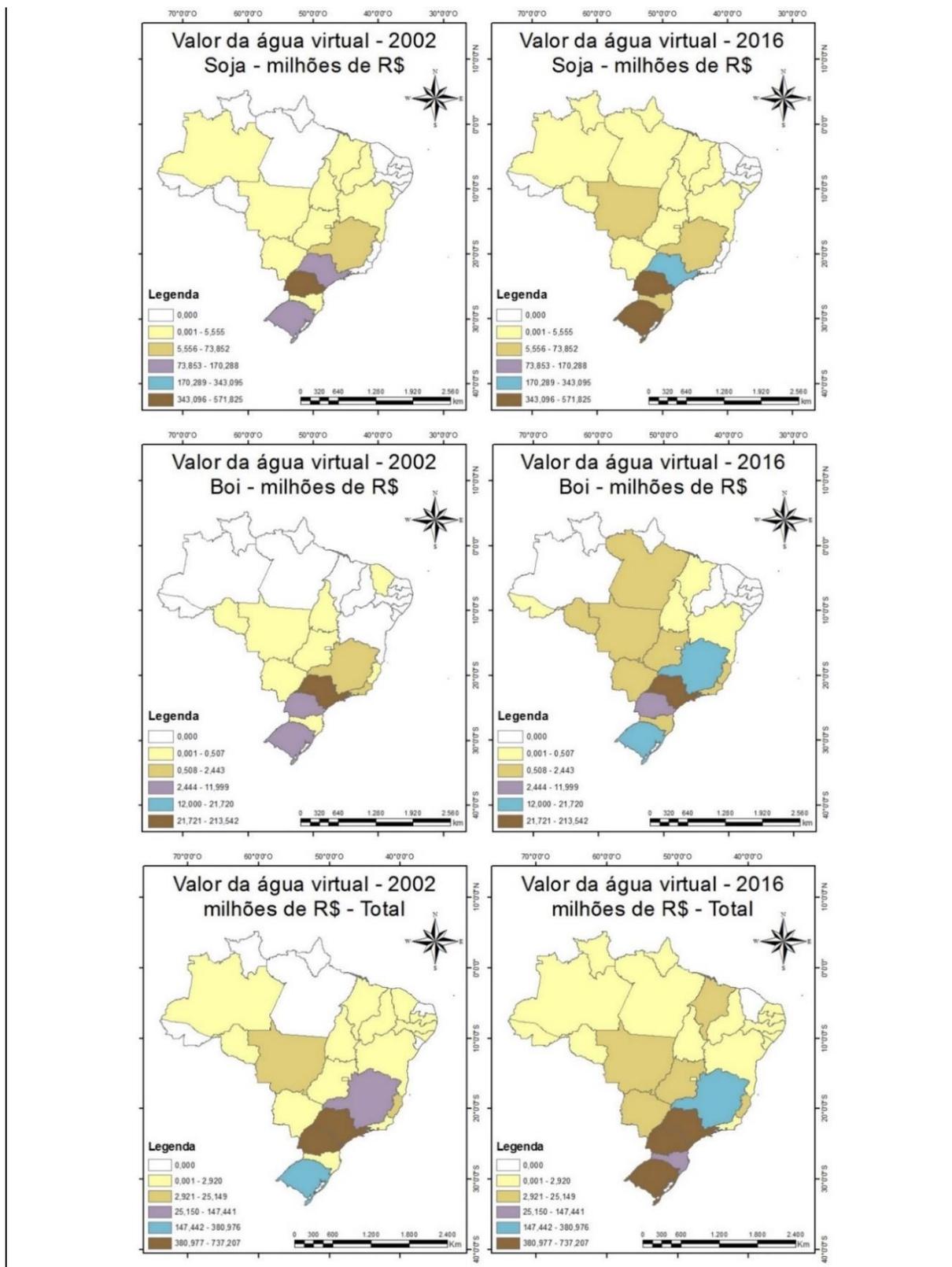


Figura 9 – Valor da água virtual exportada por Estado brasileiro – milhões de R\$ – 2002 e 2016 – por grupo de produtos e total

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizadas em AliceWeb-MDIC

Ressalta-se, novamente, que a comparação dos mapas pode ser feita apenas entre os do mesmo grupo de produtos. Ressalta-se que, também, não se pode comparar os mapas de volume de água virtual (Figura 8) e de valor da água virtual (Figura 9), devido a faixa de intervalo ser diferenciada para cada tipo de informação. Com relação ao valor da água virtual exportada por UF, as que concentram maior valor foram: Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina, responsáveis por 97,30% do valor exportado (Figura 9). A não coincidência com todos os maiores exportadores de água, em volume, é dada pela diferença existente nos valores da água por Estado.

7.6 Análise de custo-benefício

Os benefícios líquidos da exportação de água virtual foram apurados diminuindo-se os custos de produção, o valor da tarifa portuária e o valor da água virtual exportada, dos benefícios (valor das exportações convertidos em moeda nacional), conforme equação (8) e estão listados na Figura 10, por grupo de produtos e total.

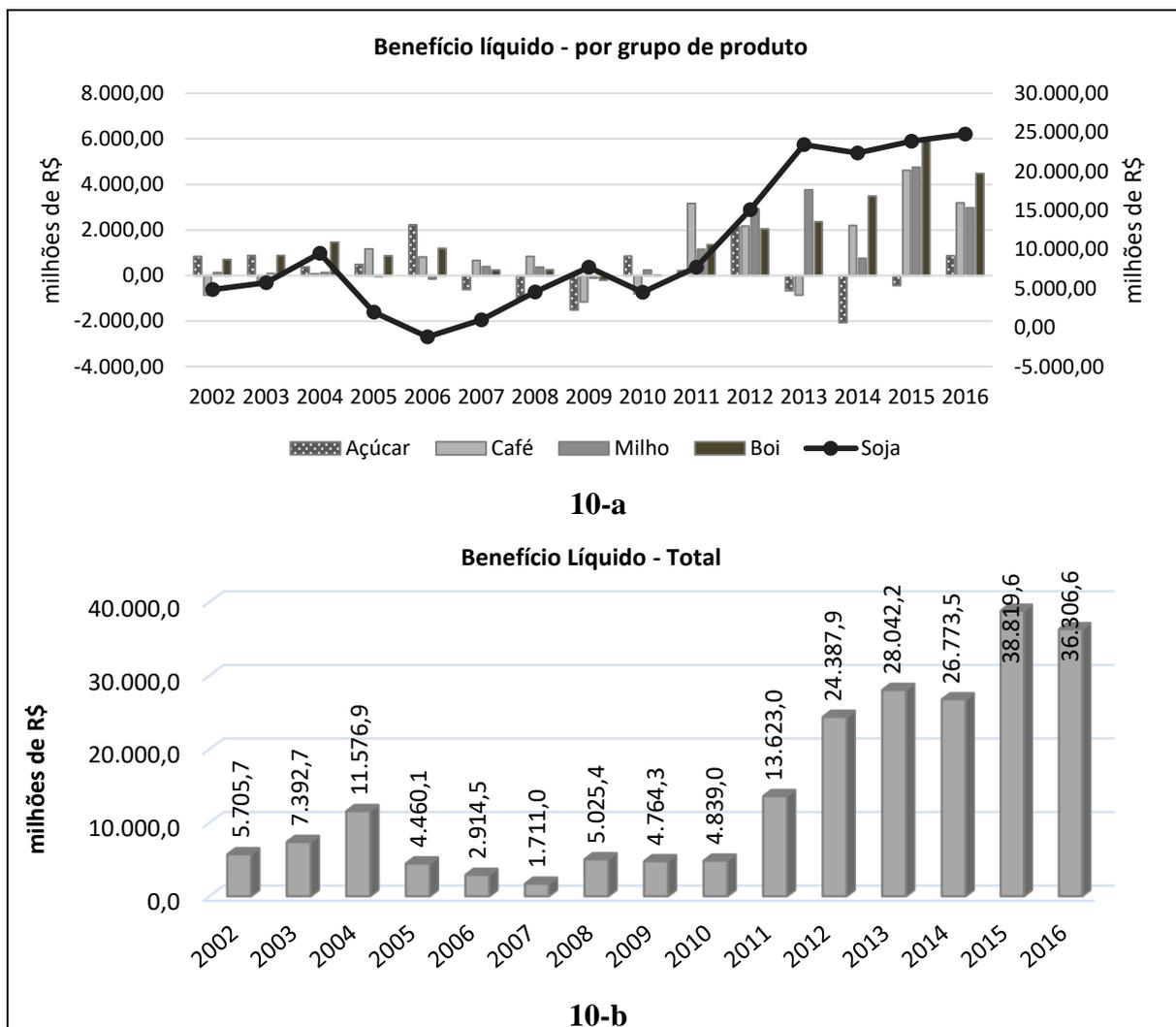


Figura 10 – Benefício líquido da exportação brasileira de água virtual – por grupo de produtos – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizadas em AliceWeb-MDIC

Em observância à Figura 10-a, nota-se que, para alguns grupos de produtos houve benefícios negativos, ou seja, os custos excederam os benefícios. Foram os casos:

- ↪ grupo Açúcar: anos 2007, 2008, 2009, 2013, 2014 e 2015;
- ↪ grupo Café: anos 2002, 2003, 2009, 2010, 2013;
- ↪ grupo Milho: anos 2005, 2006, 2009;
- ↪ grupo Soja: ano 2006;
- ↪ grupo Boi: ano 2009.

Evidencia-se que o estudo não entrará nos méritos de explicar minuciosamente o motivo desses benefícios líquidos negativos, uma vez que os mesmos podem advir de inúmeras situações, como por exemplo, aumento nos custos de produção; maior volume exportado, em termos de peso e, conseqüentemente, maior volume e valor de água virtual

exportada (o que não significa, necessariamente, maior volume exportado, em termos monetários, dado que, conforme abordado anteriormente, o Brasil é tomador de preços internacionais e está exposto às flutuações dos mesmos); dentre outros motivos.

Todavia, em relação aos benefícios líquidos totais, a Figura 10-b, em nenhum dos anos analisados averiguou-se benefício líquido negativo, isto é, mesmo havendo grupo de produtos com benefício líquido negativo em determinado ano, quando do somatório para apuração do benefício líquido total, a negatividade foi compensada pelos demais grupos de produtos (Figura 10). Chama-se a atenção ao fato de que não convém relatar o aumento proporcional nem comparar os anos entre si, pelas mesmas razões apresentadas para os grupos de produtos. Outra constatação diz respeito ao valor somado desses benefícios, considerando-se todos os anos analisados, perfazem o montante de R\$ 216.342.482.411,98. Contudo deve-se lembrar que as exportações são recebidas em dólares e, dado que existe no Brasil a desvalorização da moeda nacional, o valor recebido pelas exportações, no período analisado, quando convertidos em real, em alguns momentos se tornaram três vezes mais do que o valor recebido em dólares⁵⁷.

⁵⁷ Conforme Apêndice B.

8. VALOR DA ÁGUA EM OUTROS PAÍSES DO MUNDO

O presente estudo utilizou como *proxy* para o preço da água virtual brasileira, o valor cobrado pelo uso dos recursos hídricos no Brasil, conforme a Figura 5, seção 7.3. Ademias, o estudo exibiu, na seção 4.2, que em apenas seis estados brasileiros (Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Paraíba) e em quatro Bacias Hidrográficas de competência da União (BH do Rio Paraíba do Sul, BH do PCJ, BH do Rio São Francisco e BH do Rio Doce) existe, efetivamente, a cobrança pelo uso da água⁵⁸.

Diante do exposto, e haja vista os preços baixos apurados para o Brasil (Figura 5, seção 7.3), o presente capítulo tem por finalidade apresentar alguns resultados de uma revisão sistemática realizada com 24 artigos, publicados em *Journals* internacionais, que dizem respeito à obtenção do preço e/ou valor da água para o setor agrícola, na respectiva área de estudo. Nesses artigos encontrou-se 156 valores apurados pelos autores dos mesmos. A intenção é esboçar o valor da água apurado nesses estudos e compará-los com o valor brasileiro, a fim de se demonstrar a subvalorização brasileira de um recurso natural tão importante quanto a água. O quadro contendo a relação dos trabalhos utilizados na revisão sistemática, região de estudo, metodologia empregada e valor apurado encontra-se descrito no Apêndice F.

Ressalta-se que, no que tange aos valores resultantes dos estudos presentes na revisão sistemática, houve a necessidade de se transpor dois obstáculos: i) cada estudo utilizou uma moeda para apresentar seus resultados (euro, dólar, yuan, entre outras); e, ii) nenhum dos trabalhos consultados fez menção ao ano de referência para o valor apresentado. Para sanar o primeiro problema, escolheu-se o dólar PPP (*Purchasing Power Parity*) do ano de 2016. Com relação ao segundo obstáculo, utilizou-se, como referência para a moeda, o ano da pesquisa. Para as pesquisas realizadas durante vários anos, como foi o caso de Pérez-Blanco et al (2015), cujo estudo deu-se de 1997 a 2011, inferiu-se que os resultados utilizaram como referência a moeda do último ano pesquisado. Sendo assim, para os resultados anteriores ao ano de 2016 fez-se uso do *Consumer Price Index* (CPI) de cada País, disponibilizado pelo Banco Mundial⁵⁹, para trazer o valor resultante da pesquisa para o ano de 2016. Posteriormente, utilizou-se o PPP de cada País, também disponibilizado pelo Banco Mundial⁶⁰, para ter-se o valor em US\$ PPP de 2016, conforme Apêndice F. No caso dos resultados disponibilizados em dólares, fez-se apenas a correção para o ano de 2016.

⁵⁸ Ressalta-se que no estado do Paraná a legislação isenta os agricultores dessa cobrança.

⁵⁹ Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL>. Acesso em 14/11/2017.

⁶⁰ Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>. Acesso em 14/11/2017.

A Tabela 4 expõe os valores médios dos países constantes na revisão sistemática realizada para o presente capítulo (Apêndice F). Esses valores foram calculados pela média simples dos preços da água verificados nos estudos dos respectivos países. Para o Brasil converteu-se o valor médio brasileiro, R\$ 0,01004 (apresentado na seção 7.3) para US\$ PPP de 2016. A média mundial foi construída utilizando os 156 valores da revisão sistemática mais os valores que originaram a média brasileira (Apêndice E).

Tabela 4 – Valor médio da água – Países do Mundo – US\$ PPP de 2016/m³

País	Valor médio US\$ PPP/m³
África do Sul	0,284
Brasil	0,005
China	1,190
Escócia	0,859
Espanha	0,378
EUA	2,700
Gana	0,276
Grécia	0,102
Irã	0,016
Iraque	1,572
Jordânia	1,887
Palestina	0,277
Quênia	0,109
Média Mundial	1,013

Fonte: Elaboração própria com base nos dados das pesquisas

Ressalta-se que, para Escócia, Palestina, China e EUA encontrou-se apenas um estudo para cada um desses países (Tabela 4). Dos países apresentados na Tabela 4, apenas Irã guarda relação de proximidade com o valor brasileiro. Ainda assim, no Irã o valor da água é mais que o dobro do valor brasileiro. Os países com maior valor apurado para água foram EUA, Jordânia, Iraque e China. Já os países com menor valor foram Brasil e Irã, cujos valores ficaram abaixo dos 10 centavos de US\$ PPP. Observa-se assim a subvalorização da água no Brasil.

O presente capítulo destinou-se a chamar a atenção para o baixo valor auferido à água no Brasil. Dentre os países considerados na revisão sistemática apresentada, o Brasil foi o país com valor mais baixo em US\$ PPP de 2016 para esse recurso. Não há a intenção de se responder ao questionamento do porquê existe essa situação, o capítulo apenas “levantou” a questão com o intuito de se abrir o debate sobre um tema tão importante e tão pouco explorado.

9. CONCLUSÃO

A análise de custo-benefício (CBA) é uma ferramenta de recomendação para tomada de decisão sobre se determinado projeto e/ou política deve ser adotada, quando realizada *ex-ante*, e serve também como instrumento de análise para projetos já realizados, CBA *ex-post*. O presente trabalho fez uso da CBA *ex-post* para analisar se o Brasil tem se beneficiado ou não com a exportação de água virtual embutida em 10 produtos do setor agropecuário selecionados para essa finalidade, no período de 2002 a 2016. Para alcançar esse objetivo principal, todos os custos e benefícios foram monetizados e posteriormente calculou-se os benefícios líquidos, benefícios menos custos. Como custos utilizou-se o valor dos custos de produção dos produtos abordados pelo estudo, as tarifas portuárias e o valor da água virtual exportada pelo Brasil; enquanto que os benefícios disseram respeito ao valor recebido pelas exportações dos produtos selecionados, convertidos em moeda nacional. A hipótese que guiou a execução do presente trabalho foi que o Brasil se beneficia mais do que apresenta custos em relação a essas exportações. Hipótese essa que pôde ser confirmada apenas no que tange aos benefícios totais líquidos, haja vista a análise de custo-benefício realizada ter apresentado, benefícios líquidos positivos. Todavia, ressalta-se que, na CBA por grupo de produto identificou-se benefício líquido negativo para alguns anos em cada grupo de produto.

Outros objetivos, específicos, do estudo foram apresentar os parceiros importadores do Brasil, por grupo de produtos, a importância do Brasil como exportador para esses parceiros importadores e a diferença no volume de água gasta para a produção, dos produtos estudados, no Brasil e em seus parceiros importadores. Neste caso, as hipóteses eram:

- i) no Brasil se gastaria menos água para produção, dos produtos estudados. Fato que não se confirmou, uma vez que somente para os produtos do grupo Açúcar e Café o Brasil gasta menos água que seus parceiros importadores. Ressalta-se que nos produtos do grupo Soja, pode-se inferir que há um empate entre o Brasil e a França, dado que a diferença consiste na França utilizar 7 litros menos de água para produção. Para os produtos do grupo Milho, os países Coreia do Sul, Egito e Irã, são os que gastam menos água. No grupo Boi, Rússia e Egito utilizam menos água para produção, lembrando-se que, para os produtos desse grupo está sendo considerado o sistema misto de produção.
- ii) o Brasil seria um importante exportador para seus parceiros importadores. Pode-se confirmar essa hipótese, haja vista que para a maioria dos parceiros

importadores, no período apresentado, 2002 a 2013⁶¹ o Brasil configurou-se como um dos três principais países exportadores.

O trabalho apresentou ainda a legislação existente sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e com base nessa auferiu o valor para a água virtual para que se pudesse realizar a análise de custo-benefício. Dos 27 Estados brasileiros, em 16 existe legislação direcionada para esse tipo de cobrança. Para os Estados onde não há política de cobrança utilizou-se o valor apurado para a Macrorregião brasileira. Dessa forma, tem-se que São Paulo é o estado cujo valor médio da água é o maior do País, R\$ 0,0231/m³ e Tocantins o menor, R\$ 0,00038/m³. Salienta-se que, conforme consta na página eletrônica da ANA, o estado de Tocantins ainda não iniciou a cobrança. Os valores, médios, apurados para as Macrorregiões do Brasil foram: i) Centro-Oeste, R\$ 0,00040/m³; ii) Nordeste, R\$ 0,00224/m³; Norte, R\$ 0,00069/m³; Sudeste, R\$ 0,01595/m³; e, Sul, R\$ 0,02000/m³. Já o valor, médio, brasileiro corresponde a R\$ 0,01004/m³. Faz-se aqui a observação de que os preços auferidos para a água dizem respeito ao valor pelo de uso da mesma, no sentido de ter direito à utilização da água. No entanto, não está sendo considerado o valor da água como recurso natural esgotável e limitado.

Em se tratando do volume total de água virtual exportada pelo Brasil, no período de análise o mesmo foi de 2.514.850.651.454,43 m³ de água, equivalente a 1.005.940.261 piscinas olímpicas cheias. Com relação aos Estados brasileiros os que mais exportaram água virtual, em 2016, foram Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Bahia, que juntos exportaram 91,88% de toda água virtual. No tocante ao valor total desse tipo de água exportado, o mesmo foi de R\$ R\$ 27.166.366.824,47, no período analisado. Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina, foram responsáveis por 97,30% do valor total exportado.

Destaca-se que este é o primeiro trabalho que trata da análise de custo-benefício da exportação de água virtual. Sendo assim, não há a pretensão de se responder a todos os questionamentos, o intuito é abrir a discussão e enriquecer os estudos, tanto sobre água virtual, um tema relativamente novo no Brasil, quanto acerca da análise de custo-benefício, utilizada, em grande medida, como ferramenta para tomada de decisões e, em menor escala, como a abordada no estudo, CBA *ex-post*. Outros estudos serão desenvolvidos buscando abranger, a partir da análise de custo-benefício, pontos inexplorados nesse trabalho.

⁶¹ Último ano disponível para consulta em FAOSTAT.

O trabalho expôs, ainda, o valor da água no Brasil e em alguns países do mundo, baseada em uma revisão sistemática realizada com 24 estudos, de onde se extraiu 156 valores para a água em 12 países. Nessa exposição demonstrou-se quão subvalorizada é a água no Brasil, em comparação com os demais países apresentados. Também sobre esse espectro não se tem a pretensão de responder ou mesmo adentrar os motivos dessa subvalorização, mas sim ressaltar que este é um tema que necessita estudos mais aprofundados.

Ademais, o estudo aponta ainda, como proposta intrínseca, alguns encaminhamentos para elaboração de uma política pública voltada a melhor explorar e direcionar a “saída” de água do Brasil, por meio dos produtos exportados, principalmente, para países com baixa dotação bruta de recursos hídricos. Esses encaminhamentos serão apresentados posteriormente a esse capítulo de conclusão.

REFERÊNCIAS

ABU-MADI, M. Farm-level perspectives regarding irrigation water prices in the Tulkarm district, Palestine. *Agricultural Water Management*. 2009, 96, pp. 1344-1350. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/agwat>. Acesso em 08/11/2017

AGENDA 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. Brasília. 1995. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações. Disponível em: <<http://www.onu.org.br>>. Acesso em 15/06/2017

AIDAM, P. W. The impact of water-pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana. *Agricultural Water Management*. 2015, 158, pp. 10-16. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agwat>>. Acesso em 05/04/2017

AL-KARABLIEH, E. K.; SALMAN, A. Z.; AL-OMARI, A. S.; WOLFF, H. P.; AL-ASSA'D, T. A.; HUNAITI, D. A.; SUBAH, A. M. Estimation of the Economic Value of Irrigation Water in Jordan. *Journal of Agricultural Science and Technology B* 2. 2012, pp. 487-497. Disponível em: <<http://www.davidpublisher.org>>. Acesso em 09/11/2017

ALICEWEB-MDIC – Sistema de análise das informações do comércio exterior – Secretaria de Comércio Exterior – Ministério do Desenvolvimento. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br>>. Acesso contínuo

ALLAN, J. A. Virtual water – the water, food and trade nexus useful concept or misleading metaphor? In: IWRA – Water International. 2003. vol.28, n. 1. Disponível em: <<http://www.soas.ac.uk>>. Acesso em 05/04/2014

AMPONSAH, O.; VIGRE, H.; BRAIMAH, I.; SCHOU, T. W.; ABAIDOO, R. C. The policy implications of urban open space commercial vegetable farmers' willingness and ability to pay for reclaimed water for irrigation in Kumasi, Ghana. *Heliyon*, 2016, 2 e00078, pp. 1-38. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 08/11/2017

ANA – Agência Nacional de Águas. Normas de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Brasília. 2010. Disponível em: <<http://www.arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 12/07/2017

_____. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília. 2013. Disponível em: <<http://www.arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 29/04/2014

_____. Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016. Brasília. 2016a. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br>>. Acesso em 30/04/2017

_____. Histórico dos valores cobrados e arrecadados do início da Cobrança aos dias atuais. Tabela de dados no formato Excel. 2016b. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca>>. Acesso em 23/11/2017

_____. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília. 2017. Disponível em: <<http://www.arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 22/11/2017

ANA e EMBRAPA – Agência Nacional de Águas e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil – 2014. 2016. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br>>. Acesso em 30/04/2017

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Tarifas das autoridades portuárias. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br>>. Acesso em 01/12/2017

_____. Boletim anual de movimentação de cargas – 2013. Análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privado. 2014. Brasília. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Portal/TarifasPortuarias>>. Acesso em 01/12/2017

_____. Estatístico aquaviário 2015. 2016. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br>>. Acesso em 01/12/2017

_____. Desempenho do setor aquaviário 2016. Oportunidades e melhorias portuárias. 2017. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br>>. Acesso em 01/12/2017

AYOO, C. A.; HORBULYK, T. M. The potential and promise of water pricing. *Journal of International Affairs, Water a Global Challenge*. 2008, Vol. 61, N° 2, pp. 91-104. Disponível em: <<https://www.jstor.org>>. Acesso em 05/04/2017

BANCO MUNDIAL. Renewable internal freshwater resources, total (billion cubic meters). 2016. Disponível em: <<http://www.worldbank.org>>. Acesso em 05/12/2016

_____. Population, total. 2017. Disponível em: <<http://www.data.worldbank.org>>. Acesso em 08/08/2017

BCB – Banco Central do Brasil. Circular nº 2.767, de 11 de julho de 997. Alterações no Regulamento de Câmbio de Exportação. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em 04/12/2017

BERBEL, J.; MESA-JURADO, M. A.; PISTÓN, J. M. Value of irrigation water in Guadalquivir Basin (Spain) by residual value method. *Water Resources Management*. 2011, 25, pp. 1565-1579. Disponível em: <<https://link.springer.com>>. Acesso em 25/06/2017

BITHAS, K.; KOLLIMENAKIS, A.; MAROULIS, G.; STYLIANIDOU Z. The water framework directive in Greece. Estimating the environmental and resource cost in the water districts of Western and Central Macedonia: methods, results and proposals for water pricing. *Procedia Economics and Finance*. 2014, 8, pp. 73-82. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/procedia>>. Acesso em 05/04/2017

BOARDMAN, A. E. et al. Cost-benefit analysis: Concepts and practice. New Jersey: Pearson. 4ª edição. 2011

BOZORG-HADDAD, O.; MALMIR, M.; MOHAMMAD-AZARI, S.; LOÁICIGA, H. A. Estimation of farmers' willingness to pay for water in the agricultural sector. *Agricultural Water Management*. 2016, 177, pp. 284-290. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agwat>>. Acesso em 06/06/2017

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Código de águas. Rio de Janeiro. 1934. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 18/04/2017

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília. 1997. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 31/07/2014

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Criação da Agência Nacional de Águas – ANA. Brasília. 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 19/04/2017

BROUWER, R.; PEARCE, D. Cost-benefit analysis and water resources management. Edward Elgar Publishing. 2005

CALATRAVA LEYVA, J; SAYADI, S. Economic valuation of water and willingness to pay analysis in tropical fruit production in South-Eastern Spain. Spanish Journal of Agricultural Research, 2005, 3(1), pp. 25-33. Disponível em : <<https://www.researchgate.net>>. Acesso em 09/11/2017

CARRAMASCHI, E. C.; CORDEIRO NETO, O. M.; NOGUEIRA, J. M. O preço da água para irrigação: um estudo comparativo de dois métodos de valoração econômica – contingente e dose-resposta. Cadernos de Ciência & Tecnologia. Brasília. 2000, v.17, n.3, pp. 59-81. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br>>. Acesso em 14/04/2017

CARVALHO, G. B. B. DE; THOMAS, P. T.; AMORIM, M. A. M. Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Brasil. 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 13/04/2017

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Índice – Exportação do agronegócio. 2016. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em 15/08/2017

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Organizadores). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012

COLINO SUEIRAS, J.; MARTÍNEZ PAZ, J. M. Productividad, disposición al pago y eficiencia técnica en el uso del agua: la horticultura intensiva de la Región de Murcia. Economía Agraria y Recursos Naturales, 2007, Vol. 7, 14, pp. 109-125. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu>>. Acesso em 09/11/2017

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Custos de produção. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 04/11/2017

COOPERA, B.; CRASEA, L.; PAWSEY, N. Best practice pricing principles and the politics of water pricing. Agricultural Water Management. 2014, 145, pp. 92-97. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agwat>>. Acesso em 05/04/2017

ESMAEILI, A.; SHAHSAVARI, Z. Valuation of irrigation water in south-western Iran using a hedonic pricing model. Applied Water Science. 2011, 1, pp. 119-124. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. DOI 10.1007/s13201-011-0015-0. Acesso em 14/04/2017

ESMAEILI, A.; VAZIRZADEH, S. Water pricing for agricultural production in the south of Iran. *Water Resources Management*. 2009, 23, pp. 957-964. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. DOI 10.1007/s11269-008-9308-y. Acesso em 14/04/2017

EXPÓSITO, A.; BERBEL, J. Why is water pricing ineffective for deficit irrigation schemes? A case study in southern Spain. *Water Resources Management*. 2017, 31, 1047-1059. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. DOI 10.1007/s11269-016-1563-8. Acesso em 14/04/2017

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Detailed trade matrix. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em 28/08/2017

FARIA, R. C. de; NOGUEIRA, J. M. Métodos de precificação da água e uma análise dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. *Revista Econômica do Nordeste*. Fortaleza. 2004, v. 35, n° 2, pp. 189-217. Disponível em: <<https://www.researchgate.net>>. Acesso em 14/04/2017

FAROLFI, S.; GALLEGO-AYALA, J. Domestic water access and pricing in urban áreas of Mozambique: between equity and cost recovery for the provision of a vital resource. *International Journal of Water Resources Development*. 2014, 30, pp. 728-744. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com>>. DOI: 10.1080/07900627.2014.907734. Acesso em 24/06/2017

FINA – Fédération Internationale de Natation. FINA facilities rules. Part IX. 2015-2017. 2016. Disponível em: <<http://www.fina.org>>. Acesso em 04/12/2016

FNB – FOOD AND NUTRITION BOARD. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington, D.C. 2004. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov>>. Acesso em 13/09/2014

GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Valoração e cobrança pelo uso da água: uma abordagem econômico-ecológica. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*. Curitiba. 2013, v. 34, n. 125, pp. 101-121. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br>>. Acesso em 08/07/2017

GODOY, A. M. G.; LIMA, A. J. de. Água virtual e comércio internacional desigual. 2008. Disponível em: <<http://www.economiaetecnologia.ufpr.br>>. Acesso em 20/11/2013

GREENHALGH, S.; SAMARASINGHE, O.; CURRAN-COURNANE, F.; WRIGHT, W.; BROWN, P. Using ecosystem services to underpin cost-benefit analysis: Is it a way to protect finite soil resources? *Ecosystem Services*. 2017, 27, pp. 1-14. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ecoser>. Acesso em 11/09/2017

HARUN, R.; MURESAN, I. C.; ARION, F. H.; DUMITRAS, D. E. Analysis of Factors that Influence the Willingness to Pay for Irrigation Water in the Kurdistan Regional Government, Iraq. *Sustainability*. 2015, 7, pp. 9574-9586. doi:10.3390/su7079574. Disponível em: <www.mdpi.com/journal/sustainability>. Acesso em 08/11/2017

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. Manual de avaliação da pegada hídrica. Estabelecendo o padrão global. Tradução Solução Supernova. Revisão da tradução: Maria Cláudia Paroni. 2011. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 19/06/2013

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series nº 11. IHE, Delft, The Netherlands, 2002. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 16/11/2013

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Nacionais Trimestrais. Janeiro/Março 2017. 2017. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br>>. Acesso em 15/07/2017

_____. Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) – Tabelas 1612 e 1613. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 03/06/2017

_____. Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) – Tabela 3939. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 03/06/2017

ICWE – International Conference on Water and the Environment: Development issues for the 21st century. The Dublin statement and report. World Meteorological Organization (WMO). Genève, Switzerland. 1992. Disponível em: <<https://www.ircwash.org>>. Acesso em 15/06/2017

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Taxa de câmbio – R\$/US\$ – comercial – venda – média – R\$. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em 11/09/2017

JAGHDANI, T. J.; BRÜMMER, B.; BARKMANN, A. J. Comparison of methods for the valuation of irrigation water: case study from Qazvin, Iran. Irrigation and Drainage. 2012, 61, pp. 375-385. Disponível em: <[http://link-periodicos-capes.gov-br.ez79.periodicos.capes.gov.br](http://link-periodicos-capes.gov.br.ez79.periodicos.capes.gov.br)>. Acesso em 09/11/2017

JERÓNIMO, J. A.; HENRIQUES, P. D.; CARVALHO, M. L. da S. Impactes do preço da água na agricultura no perímetro irrigado do Vale de Caxito. Revista de Economia e Sociologia Rural. Piracicaba-SP. 2015, Vol. 53, Nº 04, p. 699-714. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 12/04/2017

JOHANSSON, R. C. Pricing irrigation water: a literature survey. The World Bank. Rural Development Department. 2000. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/>>. Acesso em 14/04/2017

JONES, T. Pricing water. OECD Observer, Nº 236. OECD. Paris. 2003. Disponível em: <<http://oecdobserver.org>>. Acesso em 16/06/2017

KANAKOUDISA, V.; TSITSIFLIA, S.; GONELASA, K.; PAPADOPOULOU, A.; KOUZIAKIS, C.; LAPPOSB, S. Determining a socially fair drinking water pricing policy: the case of Kozani, Greece. Procedia Engineering. 2016, 162, pp. 486-493. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/procedia>>. Acesso em 05/04/2017

KIPROP, J. K.; LAGAT, J. K.; MSHENGA, P.; MACHARIA, A. M. Determining the Economic Value of Irrigation Water in Kerio Valley Basin (Kenya) by Residual Value Method. *Journal of Economics and Sustainable Development*. 2015, Vol.6, No.7, pp. 102-107. Disponível em: <www.iiste.org>. Acesso em 09/11/2017

KNAPP, T.; KOVACS, K.; HUANG, Q.; HENRY, C.; NAYGA, R.; POPP, J.; DIXON, D. Willingness to pay for irrigation water when groundwater is scarce. *Agricultural Water Management*. 2018, 195, pp. 133-141. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/agwat>. Acesso em 08/11/2017

KULA, E.; EVANS, D. Dual discounting in cost-benefit analysis for environmental impacts. *Environmental Impact Assessment Review*. 2011, 31, pp. 180-186. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/eiar>. Acesso em 11/09/2017

LATINOPOULOS, D. Estimating the Potential Impacts of Irrigation Water Pricing Using Multicriteria Decision Making Modelling. An Application to Northern Greece. *Water Resources Management*. 2008, 22, pp. 1761-1782. Disponível em: <[https://link-springer-com](https://link.springer.com)>. DOI 10.1007/s11269-008-9252-x. Acesso em 14/04/2017

LATINOPOULOS, P.; TZIAKAS, V.; MALLIOS Z. Valuation of irrigation water by the hedonic price method: a case study in Chalkidiki, Greece. *Water, Air, and Soil Pollution*. Kluwer Academic Publishers. 2004, Focus, 4, pp. 253-262. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. Acesso em 14/04/2017

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. *Introdução à hidrogeografia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Balança comercial do agronegócio*. Dezembro/2016. 2017a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 15/08/2017

_____. *Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola*. Abril/2017. 2017b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 15/07/2017

MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da S. Valoração dos recursos hídricos e impasse sócio-ambiental na agricultura paulista: alguns desafios para a gestão de políticas públicas. *Informações Econômicas*. São Paulo. 2003, v. 33, n. 10, pp. 28-40. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em 14/04/2017

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. *Desoneração das exportações. Tratamento fiscal das exportações brasileiras*. 2017. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/desoneracao-das-exportacoes>>. Acesso em 04/12/2017

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The Green, Blue and Grey Water Footprint of Crops and Derived Crop Products. Volume 1: Main Report. In. *Value of Water Research Report Series*, nº 47, IHE, Delft, The Netherlands, 2010a. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 12/02/2014

_____. The Green, Blue and Grey Water Footprint of Crops and Derived Crop Products. Volume 2: Appendicies. In. Value of Water Research Report Series, nº 47, IHE, Delft, The Netherlands, 2010b. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 12/02/2014

_____. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Volume 1: Main Report. In. Value of Water Research Report Series, nº 48, IHE, Delft, The Netherlands, 2010c. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 28/02/2014

_____. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Volume 2: Appendicies. In. Value of Water Research Report Series, nº 48, IHE, Delft, The Netherlands, 2010d. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 28/02/2014

MESA-JURADO, M. A.; MARTIN-ORTEGA, J.; BERBEL, J. The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. *Agricultural Water Management*. 2012, 113, pp. 10-18. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/agwat>. Acesso em 09/11/2017

MIRANDA, E. E. A água na natureza e na vida dos homens. Aparecida, SP: Ideias e Letras. 2004

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 32, de 21 de outubro de 2003. Divisão Hidrográfica Nacional. Brasília. 2003. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br>>. Acesso em 19/09/2014

_____. Resolução nº 48, de 21 de março de 2005. Critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Brasília. 2005. Disponível em: <<http://www.arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 19/04/2017

MOLINOS-SENANTE, M.; DONOSO, G. Water scarcity and affordability in urban water pricing: A case study of Chile. *Utilities Policy*, 2016. 43, pp. 107-116. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jup>>. Acesso em 05/04/2017

MOLLE, F.; BERKOFF, J. Water pricing in irrigation: the lifetime of an idea. In: *Irrigation water pricing: the gap between theory and practice*. Edited by François Molle and Jeremy Berkoff. CABI Publishing. 2007, pp. 1-20.

MONTGINOUL, M. Analysing the diversity of water pricing structures: the case of France. *Water Resources Management*. 2007. 21, pp. 861-871. Disponível em: <<https://link.springer.com>>. DOI 10.1007/s11269-006-9104-5. Acesso em 14/04/2017

MORAN, D.; DANN, S. The economic value of water use: Implications for implementing the Water Framework Directive in Scotland. *Journal of Environmental Management*. 2008, 87, pp. 484-496. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/jenvman>. Acesso em 09/11/2017

MOTTA, R. S. da. Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil. 1998. Texto para discussão nº 556. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br>>. Acesso em 08/06/2017

MUCHARA, B.; ORTMANN, G.; MUDHARA, M.; WALE, E. Irrigation water value for potato farmers in the Mooi River irrigation scheme of KwaZulu-Natal, South Africa: A residual value approach. *Agricultural Water Management*. 2016, 164, pp. 243-252. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agwat>>. Acesso em 25/06/2017

NIKOUEI, A.; WARD, F. A. Pricing irrigation water for drought adaptation in Iran. *Journal of Hydrology*. 2013, 503, pp. 29-46. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jhydrol>>. Acesso em 05/04/2017

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. Why water pricing is an issue. In: *Pricing water resources and water and sanitation services*. OECD Publishing. Paris. 2010. Acesso em: <<http://oecd-ilibrary-org>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264083608-4-en>. Acesso em 06/06/2017

PEARCE, D. An intellectual history of environmental economics. *Annual Reviews Energy Environmental*. 2002, 27, pp. 57–81. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org>>. DOI: 10.1146/annurev.energy.27.122001.083429. Acesso em 26/01/2017

PECEGE – Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. *Relatórios de Custos de Safras: Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: Fechamento da safra 2012/2013*. 2013. Piracicaba-SP. Disponível em: <<http://pecegesucro.pecege.com>>. Acesso em 27/11/2017

_____. *Relatórios de Custos de Safras: Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar, etanol e bioeletricidade no Brasil: Fechamento da safra 2013/2014*. 2014. Piracicaba-SP. Disponível em: <<http://pecegesucro.pecege.com>>. Acesso em 27/11/2017

_____. *Relatórios de Custos de Safras: Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar, etanol e bioeletricidade no Brasil: Fechamento da safra 2014/2015 e acompanhamento da safra 2015/2016*. 2015. Piracicaba-SP. Disponível em: <<http://pecegesucro.pecege.com>>. Acesso em 27/11/2017

PÉREZ-BLANCO, C. D.; DELACÁMARA, D.; GÓMEZ, C. M. Water charging and water saving in agriculture. Insights from a Revealed Preference Model in a Mediterranean basin. *Environmental Modelling & Software*. 2015, 69, pp. 90-100. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/envsoft>. Acesso em 08/11/2017

PERINI, K.; ROSASCO, P. Cost-benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*. 2013, 70, pp. 110-121. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/buildenv>. Acesso em 11/09/2017

PESIC, R.; JOVANOVIĆ, M.; JOVANOVIĆ J. Seasonal water pricing using meteorological data: case study of Belgrade. *Journal of Cleaner Production*. 2013, 60, pp. 147-151. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jclepro>>. Acesso em 05/04/2017

PIZAIA, M. G.; RIDÃO, M. A.; SANCHES, R. P. A cobrança pelo uso da água bruta rural. 47º Sober. Porto Alegre. 2009. Disponível em: <<http://www.sober.org.br>>. Acesso em 14/04/2017

RENAULT, D. Value of virtual water in food: principles and virtues. 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em 18/11/2012

RESENDE FILHO, M. de A.; ARAÚJO, F. A. de; SILVA, A. S. da; BARROS, E. de S. Precificação da água e eficiência técnica em perímetros irrigados: uma aplicação da função insumo distância paramétrica. *Estudos Econômicos*. São Paulo. 2011, v. 41, n. 1, p. 143-172. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 14/04/2017

RIGBY, D.; ALCON, F.; BURTON, M. Supply uncertainty and the economic value of irrigation water. *European Review of Agricultural Economics*. 2010, Vol 37, 1, pp. 97-117. Disponível em: <<https://academic.oup.com>>. Acesso em 09/11/2017

SALMAN, A. Z; AL-KARABLIEH, E. Measuring the willingness of farmers to pay for groundwater in the highland areas of Jordan. *Agricultural Water Management*, 2004, 68, pp. 61-76. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/agwat>. Acesso em 08/11/2017

SERRANO, L. M.; CARVALHO, M. V. Cobrança pelo uso de recursos hídricos e tarifas de água e de esgoto: uma proposta de aproximação. *Revista UFMG*. Belo Horizonte. 2013, v. 20, n.2, p. 306-333. Disponível em: <<https://www.ufmg.br>>. Acesso em 13/04/2017

SHEN, X.; LIN, B. The shadow prices and demand elasticities of agricultural water in China: A StoNED-based analysis. *Resources, Conservation & Recycling*. 2017, 127, pp. 21-28. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/resconrec>. Acesso em 08/11/2017

SHIKLOMANOV, I. A.; RODDA, J. C. World water resources at the beginning of the twenty-first century. *Internacional Hydrology Series*. Cambridge University Press. 2003. Disponível em: <<http://assets.cambridge.org>>. Acesso em 31/07/2014

SPEELMAN, S.; FAROLFI, S.; FRIJA, A.; D'HAESE, M.; D'HAESE, L. The impact of the water rights system on smallholder irrigators' willingness to pay for water in Limpopo province, South Africa. *Environment and Development Economics*. 2010, 15, pp. 465-483. Disponível em: <<https://www.cambridge.org>>. DOI:10.1017/S1355770X10000161. Acesso em 09/11/2017

SPEELMAN, S.; FAROLFI, S.; PERRET, S.; D'HAESE, L.; D'HAESE, M. Irrigation water value at small-scale schemes: evidence from the North West province, South Africa. *International Journal of Water Resources Development*. 2008, 24:4, pp. 621-633. Disponível em: <<http://iahr.tandfonline.com>>. DOI: 10.1080/07900620802224536. Acesso em 25/06/2017

VEETIL, P. C.; SPEELMAN, S.; FRIJA, A.; BUYSSE, J.; VAN HUYLENBROECK, G. Complementarity between water pricing, water rights and local water governance: A Bayesian analysis of choice behaviour of farmers in the Krishna River Basin, India. *Ecological Economics*. 2011, 70, pp. 1756-1766. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/ecocon>>. Acesso em 05/04/2017

ZHAOA, J.; NI, H.; PENG, X.; LI, J.; CHENA, G.; LIU, J. Impact of water price reform on water conservation and economic growth in China. *Economic Analysis and Policy*. 2016, 51, pp. 90-103. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eap>>. Acesso em 24/06/2017

ZHOU, Q.; WUB, F.; ZHANG, Q. Is irrigation water price an effective leverage for water management? An empirical study in the middle reaches of the Heihe River Basin. *Physics and Chemistry of the Earth*. 2015, 89-90, pp. 25-32. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/pce>>. Acesso em 06/06/2017

ZIOLKOWSKA; J. R. Shadow price of water for irrigation — A case of the High Plains. *Agricultural Water Management*. 2015, 153, pp. 20-31. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agwat>>. Acesso em 06/06/2017

APÊNDICES

APÊNDICE A – Parceiros importadores

Os Gráficos 1-A, 2-A, 3-A, 4-A e 5-A representam a participação, em termos de peso, ton, de cada parceiro importador no total exportado pelo Brasil, por grupo de produto.

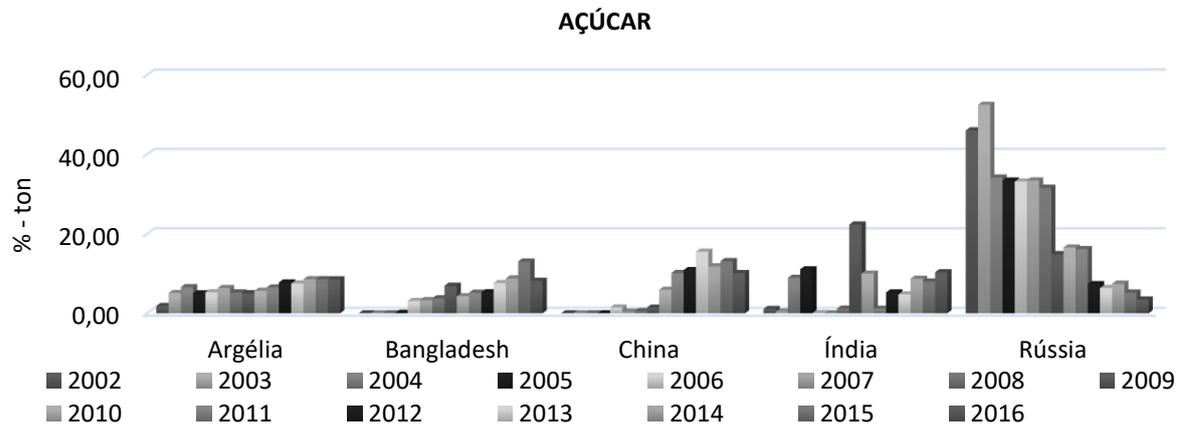


Gráfico 1-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Açúcar – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

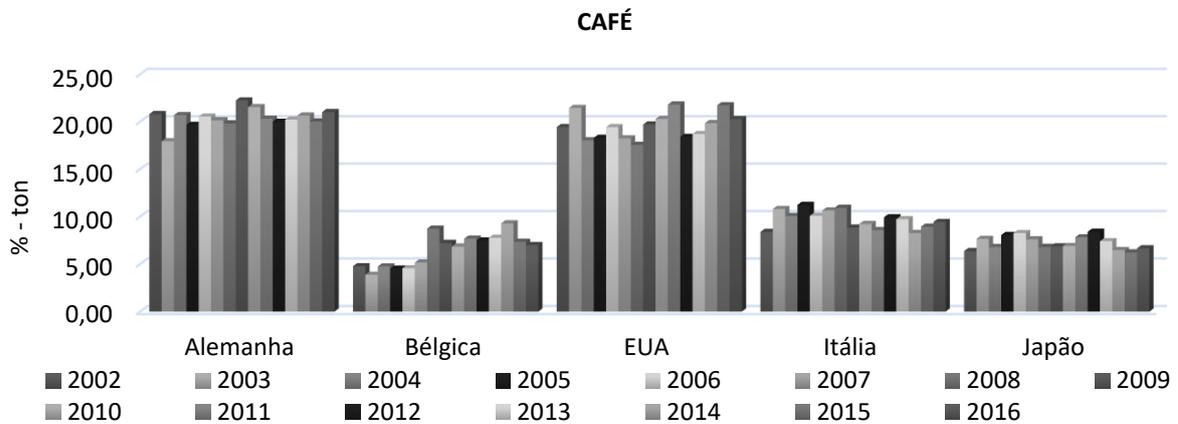


Gráfico 2-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Café – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

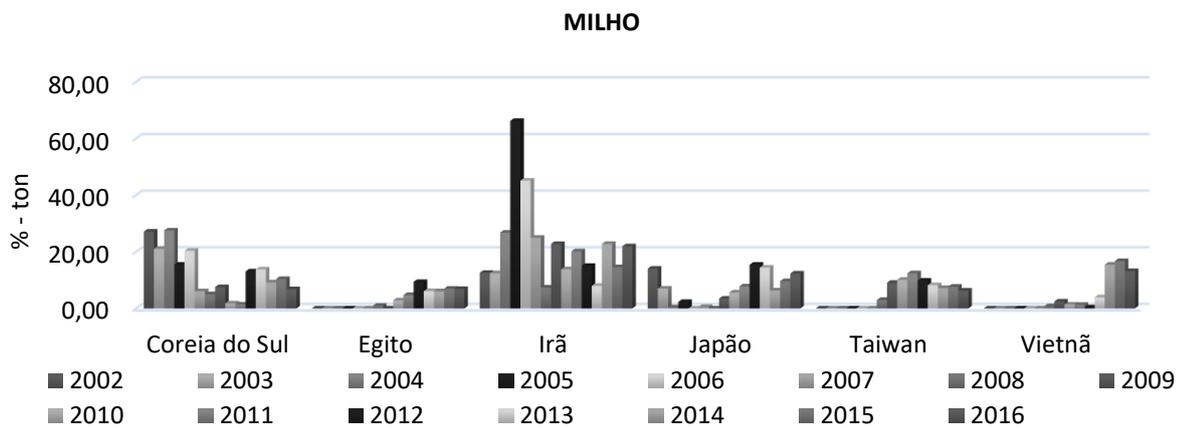


Gráfico 3-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Milho – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

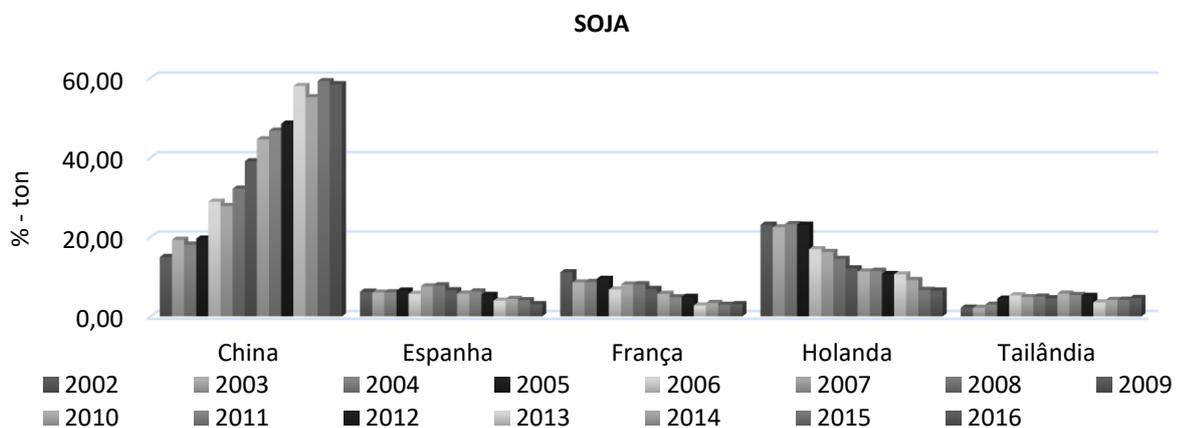


Gráfico 4-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Soja – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

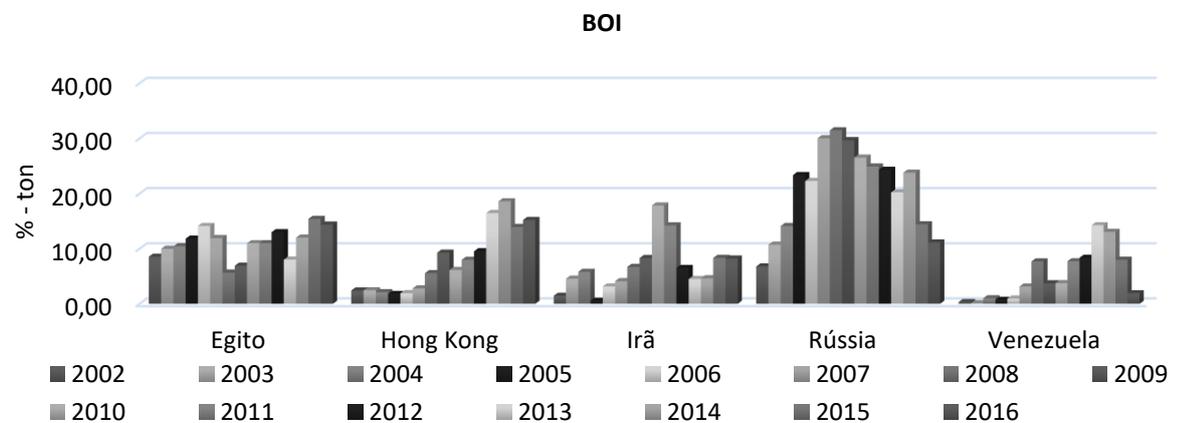


Gráfico 5-A – Participação dos parceiros comerciais na exportação brasileira – em ton – grupo Boi – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa realizada em AliceWeb-MDIC

APÊNDICE B – Taxa de câmbio

2002		2003		2004		2005		2006	
mês	R\$								
Jan	2,3779	Jan	3,4384	Jan	2,8518	Jan	2,6930	Jan	2,2739
Fev	2,4196	Fev	3,5908	Fev	2,9303	Fev	2,5978	Fev	2,1619
Mar	2,3466	Mar	3,4469	Mar	2,9055	Mar	2,7047	Mar	2,1520
Abr	2,3204	Abr	3,1187	Abr	2,9060	Abr	2,5792	Abr	2,1293
Mai	2,4804	Mai	2,9557	Mai	3,1004	Mai	2,4528	Mai	2,1781
Jun	2,7140	Jun	2,8832	Jun	3,1291	Jun	2,4135	Jun	2,2483
Jul	2,9346	Jul	2,8798	Jul	3,0368	Jul	2,3735	Jul	2,1893
Ago	3,1101	Ago	3,0025	Ago	3,0029	Ago	2,3606	Ago	2,1559
Set	3,3420	Set	2,9228	Set	2,8911	Set	2,2944	Set	2,1687
Out	3,8059	Out	2,8615	Out	2,8529	Out	2,2565	Out	2,1483
Nov	3,5764	Nov	2,9138	Nov	2,7860	Nov	2,2108	Nov	2,1579
Dez	3,6259	Dez	2,9253	Dez	2,7182	Dez	2,2855	Dez	2,1499
2007		2008		2009		2010		2011	
mês	R\$								
Jan	2,1385	Jan	1,7743	Jan	2,3074	Jan	1,7798	Jan	1,6748
Fev	2,0963	Fev	1,7277	Fev	2,3127	Fev	1,8402	Fev	1,6680
Mar	2,0887	Mar	1,7076	Mar	2,3138	Mar	1,7858	Mar	1,6591
Abr	2,0320	Abr	1,6889	Abr	2,2059	Abr	1,7576	Abr	1,5864
Mai	1,9816	Mai	1,6605	Mai	2,0609	Mai	1,8132	Mai	1,6135
Jun	1,9319	Jun	1,6189	Jun	1,9576	Jun	1,8059	Jun	1,5870
Jul	1,8828	Jul	1,5914	Jul	1,9328	Jul	1,7696	Jul	1,5639
Ago	1,9660	Ago	1,6123	Ago	1,8452	Ago	1,7596	Ago	1,5970
Set	1,8996	Set	1,7996	Set	1,8198	Set	1,7187	Set	1,7498
Out	1,8010	Out	2,1729	Out	1,7384	Out	1,6860	Out	1,7726
Nov	1,7699	Nov	2,2663	Nov	1,7260	Nov	1,7133	Nov	1,7905
Dez	1,7860	Dez	2,3944	Dez	1,7507	Dez	1,6934	Dez	1,8369
2012		2013		2014		2015		2016	
mês	R\$								
Jan	1,7897	Jan	2,0311	Jan	2,3822	Jan	2,6342	Jan	4,0524
Fev	1,7184	Fev	1,9733	Fev	2,3837	Fev	2,8165	Fev	3,9737
Mar	1,7953	Mar	1,9828	Mar	2,3261	Mar	3,1395	Mar	3,7039
Abr	1,8548	Abr	2,0022	Abr	2,2328	Abr	3,0432	Abr	3,5658
Mai	1,9860	Mai	2,0348	Mai	2,2209	Mai	3,0617	Mai	3,5393
Jun	2,0492	Jun	2,1730	Jun	2,2355	Jun	3,1117	Jun	3,4245
Jul	2,0287	Jul	2,2522	Jul	2,2246	Jul	3,2231	Jul	3,2753
Ago	2,0294	Ago	2,3422	Ago	2,2656	Ago	3,5143	Ago	3,2097
Set	2,0281	Set	2,2705	Set	2,3329	Set	3,9065	Set	3,2564
Out	2,0298	Out	2,1886	Out	2,4483	Out	3,8801	Out	3,1858
Nov	2,0678	Nov	2,2954	Nov	2,5484	Nov	3,7765	Nov	3,3420
Dez	2,0778	Dez	2,3455	Dez	2,6394	Dez	3,8711	Dez	3,3523

Quadro 1-B – Taxa de câmbio comercial para venda – média mensal – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Ipeadata

APÊNDICE C – Custos de produção

Ano	Tradicional SP e PR	Expansão MG, GO, MS e MT	Nordeste AL, PE e PB	Norte (N)	Nordeste (Ne)	Sul (S)	Sudeste (Se)	Centro- Oeste (CO)	Brasil
2002	309,08	321,04	420,51	350,21	420,51	309,08	315,06	321,04	350,21
2003	340,02	353,35	455,77	383,04	455,77	340,02	346,68	353,35	383,04
2004	374,05	388,90	493,98	418,98	493,98	374,05	381,48	388,90	418,98
2005	411,50	428,04	535,40	458,31	535,40	411,50	419,77	428,04	458,31
2006	452,69	471,11	580,29	501,36	580,29	452,69	461,90	471,11	501,36
2007	498,01	518,52	628,94	548,49	628,94	498,01	508,27	518,52	548,49
2008	545,33	569,45	619,13	577,97	619,13	545,33	557,39	569,45	577,97
2009	713,25	660,35	724,54	699,38	724,54	713,25	686,80	660,35	699,38
2010	716,79	667,95	788,43	724,39	788,43	716,79	692,37	667,95	724,39
2011	946,39	904,66	895,42	915,49	895,42	946,39	925,53	904,66	915,49
2012	882,38	893,05	1.009,19	928,21	1.009,19	882,38	887,72	893,05	928,21
2013	932,75	913,08	1.040,60	962,14	1.040,60	932,75	922,92	913,08	962,14
2014	978,86	1.045,99	1.080,88	1.035,24	1.080,88	978,86	1.012,43	1.045,99	1.035,24
2015	1.031,32	1.077,52	1.164,49	1.091,11	1.164,49	1.031,32	1.054,42	1.077,52	1.091,11
2016	1.125,17	1.176,04	1.254,57	1.185,26	1.254,57	1.125,17	1.150,60	1.176,04	1.185,26

Quadro 1-C – Custos de produção – por ton – grupo Açúcar – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de PECEGE (2013, 2014 e 2015)

- a) Cálculo dos valores das Macrorregiões brasileiras:
- ↪ Norte: média simples dos valores das três regiões, Tradicional, Expansão e Nordeste;
 - ↪ Nordeste: igual ao valor da região Nordeste;
 - ↪ Sul: igual valor ao da região Tradicional;
 - ↪ Sudeste: média simples das regiões Tradicional e Expansão;
 - ↪ Centro-Oeste: igual ao valor da região Expansão.
- b) Cálculo do valor para o Brasil: média simples das três regiões, Tradicional, Expansão e Nordeste.

Ano	BA	ES	MG	PR	RO	SP	GO	N	Ne	S	Se	CO	Brasil
2002	2.704,61	2.893,83	2.788,00	2.464,89	2.192,13	2.866,45	2.651,65	2.192,13	2.704,61	2.464,89	2.849,43	2.651,65	2.651,65
2003	2.851,83	3.033,06	2.997,14	2.656,93	2.261,35	3.056,53	2.809,48	2.261,35	2.851,83	2.656,93	3.028,91	2.809,48	2.809,48
2004	3.725,83	3.179,21	3.495,66	2.863,95	2.333,75	3.407,36	3.167,63	2.333,75	3.725,83	2.863,95	3.360,75	3.167,63	3.167,63
2005	3.289,50	3.332,65	3.644,82	3.087,09	2.409,47	3.243,55	3.167,85	2.409,47	3.289,50	3.087,09	3.407,01	3.167,85	3.167,85
2006	2.902,17	3.493,74	3.707,75	3.327,61	2.488,72	3.635,71	3.259,28	2.488,72	2.902,17	3.327,61	3.612,40	3.259,28	3.259,28
2007	3.098,50	3.662,89	3.907,08	3.586,88	2.571,67	3.756,84	3.430,64	2.571,67	3.098,50	3.586,88	3.775,60	3.430,64	3.430,64
2008	3.739,50	3.840,50	4.443,79	4.166,38	2.782,92	3.978,15	3.825,21	2.782,92	3.739,50	4.166,38	4.087,48	3.825,21	3.825,21
2009	4.475,67	3.871,50	5.351,75	4.604,45	2.992,75	5.296,33	4.432,07	2.992,75	4.475,67	4.604,45	4.839,86	4.432,07	4.432,07
2010	4.097,33	4.277,83	5.455,71	6.171,67	3.450,58	6.191,00	4.940,69	3.450,58	4.097,33	6.171,67	5.308,18	4.940,69	4.940,69
2011	3.906,33	4.488,50	5.652,92	6.855,00	3.778,92	6.762,17	5.240,64	3.778,92	3.906,33	6.855,00	5.634,53	5.240,64	5.240,64
2012	4.564,83	3.968,25	5.781,63	7.038,21	3.396,50	7.340,67	5.348,35	3.396,50	4.564,83	7.038,21	5.696,85	5.348,35	5.348,35
2013	3.113,62	4.983,31	6.317,35	6.037,31	3.143,33	7.351,30	4.462,33	3.143,33	3.113,62	6.037,31	6.217,32	4.462,33	5.058,36
2014	4.405,74	5.058,08	6.213,60	6.398,50	3.252,26	5.461,73	4.513,50	3.252,26	4.405,74	6.398,50	5.577,80	4.513,50	5.043,34
2015	5.509,61	5.457,92	6.895,40	6.517,00	3.017,96	6.057,37	5.539,00	3.017,96	5.509,61	6.517,00	6.136,89	5.539,00	5.570,61
2016	5.389,28	5.199,89	7.394,09	6.874,50	3.201,93	6.860,17	5.336,33	3.201,93	5.389,28	6.874,50	6.484,71	5.336,33	5.750,88

Quadro 2-C – Custos de produção – por ton – grupo Café – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB

- a) Cálculo do estado de Goiás:
- ↳ de 2002 a 2012: média simples dos estados Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rondônia e São Paulo;
 - ↳ de 2013 a 2016: valor para o estado de Goiás, conforme CONAB.
- b) Cálculo dos valores das Macrorregiões brasileiras:
- ↳ Norte: igual ao valor de Rondônia;
 - ↳ Nordeste: igual ao valor da Bahia;
 - ↳ Sul: igual ao valor do Paraná;
 - ↳ Sudeste: média simples dos estados Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo;

 - ↳ Centro-Oeste:
 - de 2002 a 2012: média simples dos estados Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rondônia e São Paulo;
 - de 2013 a 2016: igual ao valor do estado de Goiás.
- c) Cálculo do valor para o Brasil:
- de 2002 a 2012: média simples dos estados Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rondônia e São Paulo;
 - de 2013 a 2016: média simples dos estados Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rondônia, São Paulo e Goiás.

Ano	BA	GO	MA	MG	MT	MS	PR	RS	RO	RR	TO
2002	173,33	184,64	247,29	300,89	165,96	121,37	192,28	208,33	173,33	184,64	247,29
2003	234,00	226,61	257,12	310,51	209,64	132,09	256,78	286,00	234,00	226,61	257,12
2004	268,33	253,83	267,34	320,43	225,01	143,76	292,89	318,33	268,33	253,83	267,34
2005	288,00	273,00	277,96	330,67	241,91	156,46	296,28	332,67	288,00	273,00	277,96
2006	272,50	244,50	289,00	296,00	239,68	170,29	276,67	311,17	272,50	244,50	289,00
2007	285,50	242,17	307,50	305,17	252,78	185,33	296,17	331,50	285,50	242,17	307,50
2008	330,67	295,75	433,17	411,00	308,50	232,00	328,78	381,00	330,67	295,75	433,17
2009	339,17	299,75	430,50	357,00	315,93	207,17	358,00	384,83	339,17	299,75	430,50
2010	331,33	316,83	313,50	349,67	307,29	283,83	304,72	374,00	331,33	316,83	313,50
2011	444,67	398,08	343,67	382,50	337,47	292,67	343,17	400,83	444,67	398,08	343,67
2012	583,33	401,17	364,00	426,00	381,82	312,50	366,67	442,33	583,33	401,17	364,00
2013	401,33	398,17	321,17	434,00	346,33	360,00	375,23	344,33	401,33	398,17	321,17
2014	473,33	452,83	347,50	425,33	384,51	438,08	419,63	416,67	473,33	452,83	347,50
2015	468,67	482,17	419,83	475,75	418,27	395,42	481,80	473,50	468,67	482,17	419,83
2016	481,50	532,17	423,50	506,33	452,11	416,08	516,33	496,33	481,50	532,17	423,50

Quadro 3-C – Custos de produção – por ton – grupo Milho – 2002 a 2016 – parte I

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB

- a) Cálculo dos valores dos estados de Rondônia e Tocantins:
- ↳ de 2002 a 2014: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul;
 - ↳ de 2015 a 2016: valor para o respectivo Estado, conforme CONAB.
- b) Cálculo dos valores dos estados de Roraima:
- ↳ de 2002 a 2015: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul;
 - ↳ 2016: valor para o estado de Roraima, conforme CONAB.

Ano	N	Ne	S	Se	CO	Brasil
2002	199,26	210,31	200,31	300,89	157,32	199,26
2003	239,09	245,56	271,39	310,51	189,45	239,09
2004	261,24	267,83	305,61	320,43	207,53	261,24
2005	274,62	282,98	314,47	330,67	223,79	274,62
2006	262,48	280,75	293,92	296,00	218,16	262,48
2007	275,76	296,50	313,83	305,17	226,76	275,76
2008	340,11	381,92	354,89	411,00	278,75	340,11
2009	336,54	384,83	371,42	357,00	274,28	336,54
2010	322,65	322,42	339,36	349,67	302,65	322,65
2011	367,88	394,17	372,00	382,50	342,74	367,88
2012	409,73	473,67	404,50	426,00	365,16	409,73
2013	372,57	361,25	359,78	434,00	368,17	372,57
2014	419,74	410,42	418,15	425,33	425,14	419,74
2015	411,00	444,25	477,65	475,75	431,95	443,74
2016	519,28	452,50	506,33	506,33	466,79	489,29

Quadro 4-C – Custos de produção – por ton – grupo Milho – 2002 a 2016 – parte II

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB

- a) Cálculo dos valores das Macrorregiões brasileiras:
- ↳ Norte:
 - de 2002 a 2014: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul;
 - 2015: média simples dos estados Rondônia e Tocantins;
 - 2016: média simples dos estados Rondônia, Roraima e Tocantins.
 - ↳ Nordeste: média simples dos estados Bahia e Maranhão;
 - ↳ Sul: média simples dos estados Paraná e Rio Grande do Sul;
 - ↳ Sudeste: igual ao valor do estado de Minas Gerais;
 - ↳ Centro-Oeste: média simples dos estados Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

b) Cálculo do valor para o Brasil:

- ↪ de 2002 a 2014: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul;
- ↪ 2015: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia e Tocantins;
- ↪ 2016: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, Roraima e Tocantins.

Ano	BA	GO	MA	MG	MT	MS	PR	RS	DF	N	Ne	S	Se	CO	Brasil
2002	242,75	262,31	365,96	613,59	358,02	292,50	322,37	324,18	304,27	365,96	242,75	323,28	613,59	304,27	347,71
2003	268,28	328,01	389,75	629,16	397,01	409,83	383,22	417,42	378,29	389,75	268,28	400,32	629,16	378,29	402,84
2004	296,50	358,70	415,10	645,13	426,63	444,67	410,26	428,85	410,00	415,10	296,50	419,55	645,13	410,00	428,23
2005	327,69	427,39	442,09	661,50	458,45	524,50	438,45	449,70	470,11	442,09	327,69	444,08	661,50	470,11	466,22
2006	362,17	416,52	470,83	567,17	471,15	420,50	453,72	494,89	436,06	470,83	362,17	474,31	567,17	436,06	457,12
2007	387,67	346,97	486,33	577,50	500,83	392,00	458,25	479,32	413,27	486,33	387,67	468,79	577,50	413,27	453,61
2008	463,87	426,52	723,83	723,87	629,50	524,17	556,63	586,16	526,73	723,83	463,87	571,39	723,87	526,73	579,32
2009	424,95	463,82	616,50	670,09	601,83	540,33	592,71	595,33	535,33	616,50	424,95	594,02	670,09	535,33	563,20
2010	391,50	477,04	507,50	628,17	550,07	509,50	529,83	523,50	512,20	507,50	391,50	526,67	628,17	512,20	514,64
2011	566,00	517,33	527,33	708,83	577,87	598,67	534,25	647,42	564,62	527,33	566,00	590,83	708,83	564,62	584,71
2012	676,00	548,50	564,00	777,83	678,27	657,67	596,54	760,75	628,14	564,00	676,00	678,65	777,83	628,14	657,44
2013	715,00	575,42	650,50	760,83	631,00	621,67	632,88	898,17	609,36	650,50	715,00	765,52	760,83	609,36	685,68
2014	831,50	612,67	683,33	782,17	754,00	839,83	665,21	922,00	735,50	683,33	831,50	793,60	782,17	735,50	761,34
2015	880,33	744,25	938,50	853,50	918,75	1.061,33	817,62	974,08	908,11	938,50	880,33	895,85	853,50	908,11	898,55
2016	938,17	771,33	867,00	868,50	893,61	1.037,17	832,28	995,58	879,00	867,00	938,17	913,93	868,50	895,28	898,07

Quadro 5-C – Custos de produção – por ton – grupo Soja – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da CONAB

- a) Cálculo do Distrito Federal:
- ↪ de 2002 a 2015: média simples dos estados Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul;
 - ↪ 2016: valor para o Distrito Federal, conforme CONAB.
- b) Cálculo dos valores das Macrorregiões brasileiras:
- ↪ Norte: igual ao valor do estado do Maranhão;
 - ↪ Nordeste: igual ao valor do estado da Bahia;
 - ↪ Sul: média simples dos estados Paraná e Rio Grande do Sul;
 - ↪ Sudeste: igual ao valor do estado de Minas Gerais;

 - ↪ Centro-Oeste:
 - de 2002 a 2015: média simples dos estados Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul;
 - 2016: média simples dos estados Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal.
- c) Cálculo do valor para o Brasil:
- ↪ de 2002 a 2015: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul;
 - ↪ 2016: média simples dos estados Bahia, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, e Distrito Federal.

Ano	GO	MT	MS	MG	PA	PR	RS	RO	SP	TO	BA
2002	4.441,54	1.607,61	2.389,01	4.519,81	1.899,02	5.268,22	3.223,15	1.673,38	4.136,60	2.682,33	3.184,07
2003	4.783,30	1.815,93	2.590,67	4.920,32	2.168,71	5.785,89	3.505,90	1.899,01	4.525,00	2.934,00	3.492,87
2004	5.151,36	2.051,25	2.809,35	5.356,31	2.476,69	6.354,43	3.813,45	2.155,08	4.949,86	3.209,29	3.832,71
2005	5.456,49	2.209,51	3.011,31	5.482,41	2.631,94	6.434,68	3.852,39	2.367,38	5.064,40	3.298,53	3.980,90
2006	5.579,36	2.363,78	3.199,57	5.694,22	2.861,03	6.519,16	3.947,89	2.442,47	5.185,52	3.431,93	4.122,49
2007	6.139,15	2.537,13	3.491,35	6.160,23	3.100,73	7.154,38	4.393,91	2.611,45	5.701,58	3.743,50	4.503,34
2008	8.361,85	3.528,13	4.662,22	7.793,80	4.342,59	9.451,48	5.614,42	3.887,87	7.989,61	4.831,65	6.046,36
2009	8.075,53	3.313,82	4.766,99	7.718,48	4.089,54	9.414,74	5.673,98	3.566,21	7.997,08	5.061,33	5.967,77
2010	9.066,63	3.697,18	5.417,92	8.417,73	4.137,02	9.909,05	5.933,09	3.749,92	8.284,31	5.509,22	6.412,21
2011	9.823,57	3.788,51	5.717,21	8.430,51	4.611,72	8.156,01	5.126,22	4.195,48	8.284,31	5.662,43	6.379,60
2012	10.754,21	4.223,13	7.618,92	9.481,81	5.020,71	13.214,87	4.905,65	6.443,23	8.130,78	3.995,66	7.378,90
2013	11.417,67	6.140,24	5.317,51	10.143,93	7.615,56	13.816,09	5.123,52	6.528,33	8.926,25	6.787,87	8.181,70
2014	10.508,82	6.834,20	5.749,23	11.701,08	8.725,58	15.364,15	5.608,46	7.312,55	9.759,42	7.656,22	9.070,35
2015	12.073,64	7.624,84	6.876,77	13.354,67	10.308,08	18.708,02	8.842,35	8.007,13	10.670,36	8.550,67	10.282,90
2016	12.141,61	8.126,17	7.149,49	14.225,89	11.014,01	18.593,35	10.037,44	8.967,90	11.666,32	8.983,58	11.111,55

Quadro 6-C – Custos de produção – por ton – grupo Boi – 2002 a 2016 – parte I

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CEPEA (recebido via correio eletrônico, e-mail)

a) Cálculo dos valores do estado da Bahia:

- ↳ de 2002 a 2013: média simples dos estados Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo e Tocantins;
- ↳ de 2014 a 2016: valor para o estado da Bahia, conforme CONAB.

Ano	N	Ne	S	Se	CO	Brasil
2002	2.084,91	3.184,07	4.245,69	4.328,20	2.812,72	3.184,07
2003	2.333,91	3.492,87	4.645,90	4.722,66	3.063,30	3.492,87
2004	2.613,69	3.832,71	5.083,94	5.153,09	3.337,32	3.832,71
2005	2.765,95	3.980,90	5.143,54	5.273,40	3.559,10	3.980,90
2006	2.911,81	4.122,49	5.233,52	5.439,87	3.714,24	4.122,49
2007	3.151,89	4.503,34	5.774,14	5.930,90	4.055,88	4.503,34
2008	4.354,03	6.046,36	7.532,95	7.891,71	5.517,40	6.046,36
2009	4.239,03	5.967,77	7.544,36	7.857,78	5.385,44	5.967,77
2010	4.465,39	6.412,21	7.921,07	8.351,02	6.060,58	6.412,21
2011	4.823,21	6.379,60	6.641,12	8.357,41	6.443,10	7.205,14
2012	5.153,20	7.378,90	9.060,26	8.806,29	7.532,09	7.368,64
2013	6.977,25	8.181,70	9.469,81	9.535,09	7.625,14	8.181,70
2014	7.898,12	9.070,35	10.486,31	10.730,25	7.697,42	8.935,46
2015	8.955,29	10.282,90	13.775,18	12.012,51	8.858,42	10.481,77
2016	9.655,16	11.111,55	14.315,39	12.946,11	9.139,09	11.092,48

Quadro 7-C – Custos de produção – por ton – grupo Boi – 2002 a 2016 – parte II

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CEPEA (recebido via correio eletrônico, e-mail)

a) Cálculo dos valores das Macrorregiões brasileiras:

- ↳ Norte: média simples dos estados Pará, Rondônia e Tocantins;
- ↳ Nordeste:
 - de 2002 a 2013: média simples dos estados Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo e Tocantins;
 - de 2014 a 2016: igual ao valor do estado da Bahia.
- ↳ Sul: média simples dos estados Paraná e Rio Grande do Sul;
- ↳ Sudeste: média simples dos estados Minas Gerais e São Paulo;
- ↳ Centro-Oeste: média simples dos estados Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

b) Cálculo do valor para o Brasil:

- ↳ de 2002 a 2013: média simples dos estados Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo e Tocantins;
- ↳ de 2014 a 2016: média simples dos estados Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo, Tocantins e Bahia.

APÊNDICE D – Tarifa portuária

Período	Porto			Média
	Itajaí-SC	Santos-SP	Suape-PE	
2002-2011	R\$ 0,70	R\$ 2,88	R\$ 0,48	R\$ 1,35
2012-2015	R\$ 0,80	R\$ 2,88	R\$ 1,17	R\$ 1,62
2016	R\$ 1,00	R\$ 2,88	R\$ 1,43	R\$ 1,77

Quadro 1-D – Tarifa de armazenagem portuária – em R\$/ton – 2002 a 2016

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de ANTAQ

APÊNDICE E – Valores médios – água virtual

Faz-necessário a explicação do motivo para a seleção de alguns valores específicos:

↪ Minas Gerais:

- ↪ R\$ 0,01853 – Deliberação mais recente para Bacia do Rio Paraíba do Sul;
- ↪ R\$ 0,00040 e R\$ 0,00383 – valores mais recentes para BHRSF;
- ↪ R\$ 0,00675 e R\$ 0,01350 – valores mais recentes para Bacia do Rio Doce.

↪ São Paulo:

- ↪ R\$ 0,01853 – Deliberação mais recente para Bacia do Rio Paraíba do Sul.

São Paulo	Minas Gerais
R\$ 0,01853	R\$ 0,01853
R\$ 0,02550	R\$ 0,01700
R\$ 0,02900	R\$ 0,00040
R\$ 0,02400	R\$ 0,00383
R\$ 0,02000	R\$ 0,00675
R\$ 0,02100	R\$ 0,01350
Média: R\$0,02301	Média: R\$ 0,01000

Quadro 1-E – Valores utilizados para o cálculo da água virtual – Estado – R\$/m³

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizadas na ANA

Norte		Sul		Centro-Oeste	
Estado	R\$	Estado	R\$	Estado	R\$
Amazonas	0,00100	Paraná	0,02000	Distrito Federal	0,00040
Tocantins	0,00038			Goiás	0,00040
Média	0,00069	Média	0,02000	Média	0,00040
Nordeste		Sudeste			
Estado	R\$	Estado	R\$	Estado	R\$
Alagoas	0,00040	Espírito Santo	0,00675	São Paulo	0,01853
Bahia	0,00040	Minas Gerais	0,01853		0,02550
Ceará	0,00406		0,01700		0,02900
Paraíba	0,00500		0,00040		0,02400
Pernambuco	0,00040		0,00383		0,02000
Piauí	0,00500		0,00675		0,02100
Sergipe	0,00040		0,01350		
Média	0,00224	Rio de Janeiro	0,01853	Média	0,01595

Quadro 2-E – Valores utilizados para o cálculo da água virtual – Macrorregião – R\$/m³Fonte:

Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas realizadas na ANA

A média para o Brasil, R\$ 0,01004/m³, foi construída utilizando-se os valores dos 16 Estados exibidos no Quadro 2-E.

APÊNDICE F – Valores da água no mundo

Referência	Local	Método	Produto	US\$ PPP
Latinopoulos et al (2004)	<i>Chalkidiki</i> – Grécia	Método de preço hedônico (MPH)		0,073
Salman e Al-Karablieh (2004)	<i>Mafraq</i> – Jordânia	Disposição a pagar (DAP)		0,258
Calatrava Leyva e Sayadi (2005)	<i>Granada</i> – Espanha	DAP		0,292
Colino Sueiras e Martínez Paz (2007)	Campo de Cartagena e <i>Valle del Guadalentín</i> – Espanha	DAP		0,329
Speelman et al (2008)	<i>Nort West</i> – África do Sul	Método de valor residual (MVR)	Feijão	0,680
			Beterraba	0,060
			Abóbora	0,020
			Repolho	0,299
			Cenoura	0,065
			Pimentão verde	0,082
			Alface	1,247
			Cebola	0,079
			Ervilha	0,084
			Espinafre	0,033
Tomate	0,188			
Latinopoulos (2008)	Bacia do Rio <i>Loudias</i> – Grécia	Modelo de decisão de múltiplos critérios		0,131
Moran e Dann (2008)	<i>West Peffer</i> – Escócia ¹	DAP		0,859
Abu-Madi (2009)	<i>Tulkarm</i> – Palestina (<i>West Bank</i>)	DAP		0,277
Rigby et al (2010)	Campo de Cartagena – Espanha	Experimento de escolha (<i>Choice experiment</i> – CE) e DAP	Fazendeiros SEM acesso à água subterrânea	0,289
			Fazendeiros COM acesso à água subterrânea	0,656
			Fazenda abaixo de 10 ha SEM acesso à água subterrânea	0,289
			Fazenda abaixo de 10 ha COM acesso à água subterrânea	0,538

Speelman et al (2010)	<i>Limpopo – África do Sul</i>	DAP	Agricultores com BAIXO nível de confiança institucional	0,004
			Agricultores com MÉDIO nível de confiança institucional	0,034
			Agricultores com ALTO nível de confiança institucional	0,055
Esmaeili e Shahsavari (2011)	<i>Doroodzan – Irã</i>	MPH		0,041
Berbel (2011)	Bacia do Rio <i>Guadalquivir</i> - Espanha	MVR	Cítricos	0,464
			Oliveiras	0,739
			Beterrada açucarada	0,077
			Algodão	0,346
			Trigo	0,112
			Milho	0,094
			Arroz	0,058
Jaghdani et al (2012)	<i>Qazvin – Irã²</i>	Renda líquida; Função de produção e Valoração contingente	Girassol	0,054
			Renda Líquida	0,021
			Função de produção	
			- Função Translog	0,009
			- Função Cobb-Douglas	0,008
Al-Karablieh et al (2012)	Vale do Jordão - Jordânia	MVR	Valoração contingente	0,004
			Trigo	0,471
			Cevada	0,429
			Lentilha	0,162
			Ervilhacas (<i>Vetch</i>)	0,185
			Grão de bico	0,391
			Milho	0,730
			Sorgo	0,378
			Vassoura (<i>broom millet</i>)	0,046
			Tabaco	0,087
Alho	8,840			
Gergelim	0,103			

		<i>Clover</i> (trevo)	1,532
		Alfafa	0,010
		Outras culturas de campo	0,008
		Tomate	3,011
		Abóbora	1,743
		Berinjelas	2,705
		Pepino	15,568
		Batata	2,522
		Repolho	2,705
		Couve-flor	2,749
		Pimenta quente	0,992
		Pimenta doce	6,554
		Fava	2,774
		Vagem	6,785
		Ervilha	3,150
		Ervilha grande (<i>cow-peas</i>)	4,194
		<i>Jew's mallow</i> (planta com flores)	2,556
		Quiabo	4,515
		Alface	2,797
		Melão	3,476
		Melancia	4,237
		Espinafre	2,193
		Cebola verde	2,119
		Cebola seca	1,764
		S. pepino	2,101
		Nabo	2,761
		Cenoura	3,432
		Salsinha	3,129
		Rabanete	1,707
		Outros vegetais	0,512

			Limão	0,758
			Laranja – <i>Local</i>	0,918
			Laranja - <i>Navel</i>	0,838
			Laranja - <i>Red</i>	1,229
			Laranja - <i>Valencia</i>	1,003
			Laranja - <i>French</i>	1,010
			Laranja - <i>Shamouti</i>	1,496
			Tangerina - <i>Clementine</i>	0,501
			Tangerina - <i>Mandarin</i>	0,177
			Toranzas	0,473
			<i>Medn.</i> mandarins	1,404
			<i>Pomelo</i> - laranja-natal	0,632
			Azeitona	0,177
			Uva	0,710
			Figo	0,347
			Amêndoas	0,797
			Pêssego	0,866
			Ameixa	0,535
			Damasco	1,373
			Maça	1,301
			Romã	1,226
			Pera	0,550
			Goiaba	0,797
			Tamarindo	0,561
			Banana	2,031
			Outras frutas de árvores	0,219
Mesa-Jurado et al (2012)	Rio <i>Guadalbullon</i> – Espanha	DAP	Garantia de abastecimento de 50%	0,056
			Garantia de abastecimento de 90%	0,098
Aidam (2015)	Bacia do Rio Volta – Gana	Modelo de programação MATA (<i>Multi-Analysis Tool for</i>		0,443

		<i>Agricultural Sector)</i>		
Harun et al (2015)	<i>Kurdistan – Iraque</i>	DAP	Agricultores da Zona A	1,901
			Agricultores da Zona B	1,739
			Outras fontes de água	1,077
Kiprop et al (2015)	Bacia do <i>Kerio Valley</i> – Quênia	MVR	Milho	0,262
			Painço	0,076
			Ervilha grande (<i>cowpeas</i>)	0,005
			Feijão verde (<i>green grams</i>)	0,368
			Mandioca	0,022
			Banana	0,024
			Manga	0,016
			Limão	0,008
		Sorgo	0,199	
Pérez-Blanco et al (2015)	Bacia do Rio Segura – Espanha	Modelo de preferência revelada (MPR)		0,735
Muchara et al (2016)	<i>Rio Moi - KwaZulu-Natal - África do Sul</i>	MVR	Espinafre	0,398
			Batata	0,243
			Repolho	0,456
			Tomate	1,048
			Milho	0,116
			Batata doce	0,670
			Feijão seco	0,097
Amponsah et al (2016)	<i>Kumasi – Gana</i>	DAP		0,109
Expósito e Berbel (2017)	Bacia do Rio <i>Guadalquivir</i> – Espanha	Valor do produto marginal (VPMg)		1,573
Shen e Lin (2017)	Algumas províncias administrativas – China	Método StoNED	<i>Beijing</i>	0,662
			<i>Tianjin</i>	2,033
			<i>Hebei</i>	1,268
			<i>Shanxi</i>	2,312
			<i>Inner Mongolia</i>	0,122
			<i>Liaoning</i>	0,433
			<i>Jilin</i>	1,012

			<i>Shanghai</i>	0,221
			<i>Anhui</i>	1,334
			<i>Fujian</i>	0,191
			<i>Jiangxi</i>	0,058
			<i>Shandong</i>	2,782
			<i>Henan</i>	4,071
			<i>Hubei</i>	1,023
			<i>Hunan</i>	0,151
			<i>Guangdong</i>	0,074
			<i>Guangxi</i>	0,292
			<i>Hainan</i>	0,577
			<i>Chongping</i>	2,346
			<i>Sichuan</i>	2,073
			<i>Guizhou</i>	1,446
			<i>Yunnan</i>	0,967
			<i>Shaanxi</i>	1,911
Knapp et al (2018)	<i>Arkansas</i> – Estados Unidos da América	DAP	<i>Delta do Arkansas</i>	2,700
			<i>Lonoke County</i> (Água subterrânea mais profunda)	3,400
			<i>Mississippi County</i> (Água subterrânea menos profunda)	2,000

Quadro 1-F – Estudos sobre preço da água ao redor do mundo – em US\$ PPP de 2016

¹ Não consta na base de dados do Banco Mundial PPP para Escócia, utilizou-se a do Reino Unido, dado que os autores utilizaram a libra esterlina.

² Utilizada a PPP de 2015, pois não consta valor para o ano de 2016 na base de dados do Banco Mundial.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados dos estudos pesquisados

ANEXOS

ANEXO A – Divisão Hidrográfica Nacional



Figura 1-A – Divisão hidrográfica nacional

Fonte: Anexo I da Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, MMA, 2003