



RELISE  
**EXPORTAÇÕES DE ÁGUAS VIRTUAIS<sup>1</sup>**

*EXPORTS OF VIRTUAL WATERS*

*Bruno José Bezerra Silva<sup>2</sup>*

*José Mairton Figueiredo de França<sup>3</sup>*

**RESUMO**

As pesquisas sobre as águas virtuais são essenciais para a manutenção dos recursos hídricos e a melhoria na qualidade de vida dos indivíduos. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva identificar a quantidade exportada de água virtual em frutas frescas (banana, mamão, manga, melancia e melão) pelo Estado do Rio Grande do Norte, no período de 2006-2019. Seguindo esse raciocínio, a revisão de literatura busca elencar algumas leis e decretos importantes para a discussão acerca dos recursos hídricos no país, bem como, definir e destacar a água virtual no âmbito das pesquisas empíricas. O trabalho usa as estatísticas disponíveis no portal eletrônico da Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (FIERN); e possui uma metodologia de pesquisa aplicada, descritiva e quantitativa. Os resultados do artigo mostram que os potiguares exportam 730.150.722.450.000 de litros de águas virtuais presentes em bananas, mamões, mangas, melancias e melões. Nesse cenário, cabe destacar a participação das exportações de águas virtuais embutidas em melões norte-rio-grandenses (18,87%).

**Palavras-chave:** economia, economia dos recursos hídricos, água virtual, frutas, potiguar.

**ABSTRACT**

Virtual water research is essential for maintaining water resources and improving the quality of life of individuals. In this sense, this work aims to identify the amount of virtual water exported in fresh fruit (banana, papaya, mango, watermelon and melon) by the state of Rio Grande do Norte in the period 2006-2019. Following this reasoning, the literature review seeks to list some important laws and decrees for discussion about water resources in the

---

<sup>1</sup> Recebido em 03/02/2021. Aprovado em 08/02/2021.

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. [brunojosebj19@gmail.com](mailto:brunojosebj19@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. [mairtonfranca@uern.br](mailto:mairtonfranca@uern.br)



RELISE

country, as well as to define and highlight virtual water in the scope of empirical research. The work uses the statistics available in the electronic portal of the Federation of Industries of the State of Rio Grande do Norte (FIERN); and has an applied, descriptive, and quantitative research methodology. The results of the article show that the potiguares export 1.86 billion liters of virtual waters present in bananas, papayas, mangoes, watermelons and melons. In this scenario, the participation of exports of virtual waters embedded in North-Rhine melons (18.87%) should be highlighted.

**Keywords:** economy, virtual water, fruits, potiguar.

## INTRODUÇÃO

De acordo com Oliveira (2015), o aperfeiçoamento da gestão da água é processo essencial para o aumento da produção de alimentos e diminuição da insegurança alimentar. É nesse cenário que surge o conceito de água virtual que pretende abordar a dimensão do uso da água e identificar o consumo efetivo do recurso hídrico e os demais itens presentes nos produtos.

Para Carmo *et al.* (2007), a água virtual é o volume de água necessária para a produção de uma *commodity* específica, ou seja, o volume em m<sup>3</sup> de água requerido para a produção de determinada quantidade de produtos. Nesse sentido, deve-se admitir que associado com as divisas geradas pela exportação dos produtos, há um valor adicionado que não é contabilizado, dessa forma, poderá representar um valor que perpassa o equilíbrio da balança comercial e alcança a dimensão da sustentabilidade ambiental no médio e longo prazo.

Hoekstra e Hung (2002) explicam que se um país exporta um produto de uso intensivo de água para outro país, há a exportação de água na forma virtual. Para alguns países que sofrem com a escassez de água, importar produtos agrícolas pode ser interessante para reduzir a insegurança hídrica. Além disso, o comércio de água virtual pode ser uma ferramenta para melhorar



RELISE

a eficiência do uso da água e para alcançar a segurança hídrica entre as regiões.

Segundo Lobo (2019), o Brasil é o quarto maior exportador de água virtual do planeta. Esse resultado não está associado ao desperdício da água ou à ausência de produtividade nas práticas agropecuárias brasileiras, mas à escassez dos recursos hídricos de outros países. Nesse sentido, a disponibilidade hídrica e territorial brasileira deve ganhar mais relevância nas negociações dos produtos.

No entanto, Gelain e Istake (2015) afirmam que a disponibilidade hídrica é mais restrita para os estados nordestinos. Nesse sentido, a maioria das unidades de federação da região (especialmente o Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe) são importadores de água virtual. Por outro lado, a Bahia é o único estado do nordeste brasileiro que é exportador de água virtual.

O presente trabalho objetiva identificar a quantidade exportada de água virtual em frutas frescas pelo Estado do Rio Grande do Norte, no período de 2006-2019. Nesse sentido, o trabalho está estruturado nas seguintes seções: a revisão de literatura na segunda seção, a metodologia na terceira seção, os resultados e discussões na quarta seção e as considerações finais na última seção.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### *Histórico legislativo de águas no Brasil*

De acordo com Bejamin (1999), a evolução histórica de proteção jurídica do ambiente pode ser dividida em três etapas: a fase de exploração desregrada, a fase fragmentária e a fase holística. A primeira fase ocorre a



RELISE

253

partir do período colonial até a década de 1960 e é caracterizada pela conquista e conflitos de novas terras, bem como, pela omissão legislativa.

Ainda de acordo com o autor brasileiro, a segunda fase é marcada pela preocupação com as categorias de recursos naturais, porém, sem abranger o meio ambiente de forma ampla. Apenas na terceira fase, o ambiente passa a ser protegido de forma integral, desse modo, sendo considerado e analisado como sistema ecológico integrado, com autonomia valorativa e com garantias jurídicas.

Nesse sentido, Garcia Junior (2007) afirma que a evolução legislativa sobre as águas no Brasil provoca transformações culturais ao longo do tempo. A necessidade de considerar a água como um bem público que possui valor econômico, por exemplo, traz junto a consequência de que uma cobrança pelo uso da água pode gerar um consumo mais racional. O respaldo normativo de tais transformações são executadas por meio de leis, decretos e resoluções.

O primeiro decreto brasileiro sobre a questão dos recursos hídricos é instituído em 1934, o Código de Águas, que objetiva melhorar a distribuição de água para os setores de energia, agricultura e entre outros (BRASIL, 1934). Em 1965, é promulgada o Código Florestal Brasileiro (CFB) através da lei nº 4.771 que cria áreas de preservação que estão associadas aos rios, lagos, nascentes e reservatórios, dessa forma, visando garantir a vazão e a qualidade das águas (BRASIL, 1965).

Em 1979, é criada a Política Nacional de Irrigação (PNI), por meio da lei nº 6.662, que busca estimular a ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis; desse modo, o uso eficiente da água é fator determinante para tal objetivo (BRASIL, 1979). Em 1981, é instituída a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) que visa preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental que contribui com a vida; incluindo o racionamento do uso de água; dessa forma, visando garantir



RELISE

condições para o desenvolvimento social, econômico e ambiental (BRASIL,1981).

Apenas em 1997, é estabelecida a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), por meio da lei nº 9.433, que objetiva garantir a disponibilidade de água para a atual e futuras gerações em proporções necessárias e adequadas, dessa forma, a PNRH exerce um trabalho de prevenção e defesa dos recursos hídricos, bem como, se preocupa com a qualidade e quantidade de água existente (BRASIL, 1997). Em 2000, surge a Agência Nacional de Águas (ANA), através da lei nº 9.984, que busca desempenhar um papel de supervisionar, controlar e avaliar as atividades relacionadas com os recursos hídricos nacionais estabelecidos na PNRH (BRASIL, 2000).

Segundo Guimarães e Xavier (2008), há uma necessidade notória de os indivíduos se habituarem ao controle sobre o uso dos recursos hídricos a fim de manter o desenvolvimento sustentável. Desse modo, as diversas ferramentas de quantificação para gestão da água são indispensáveis. Entre tais instrumentos de gestão dos recursos hídricos, o controle e a cobrança sobre a água virtual é um ponto chave nas discussões científicas e que poderá ter repercussões no ponto de vista da mudança na legislação.

### *Água virtual*

De acordo com Yang *et al.* (2006), diante do atual cenário de escassez de água em muitos países pelo mundo, o comércio de água virtual brota como um instrumento eficiente e prático para equilibrar as contas locais, nacionais e internacionais das águas. Motivados por essa possibilidade, muitos países estão se esforçando para entender o fluxo das águas virtuais.

Estudos científicos mostram que a água virtual está presente em diversas áreas. Por exemplo, Hosseinian e Nezamoleslami (2018) avaliam a



RELISE

255

água virtual presente na indústria de cimento; Chini, *et al.* (2018) pesquisam sobre as águas virtuais nas redes elétricas; Ma e Ma (2017) abordam sobre a água virtual presente no processo produtivo da agricultura e pecuária.

Parada-Puing (2012) destaca que o conceito de água virtual surge a partir dos anos 90 com o objetivo de contabilizar a água consumida no processo produtivo agrícola, bem como, presente no interior do produto final. Essa variável permite executar análises comparativas entre os produtos agrícolas em função da ubiquação geográfica do cultivo, eficiência no uso da água, bem como, auxilia na tomada de decisão ótima mediante a disponibilidade dos recursos hídricos.

Hoekstra e Hung (2002) afirmam que água presente no processo produtivo de um bem específico, chama-se água virtual. Os autores (inglês e vietnamita) afirmam que a discussão sobre a água virtual pode ser compreendida a partir da identificação do usuário, da determinação do preço e das tecnologias locais disponíveis. A segunda perspectiva busca analisar a alocação de recursos hídricos necessários para o processo produtivo. A terceira abordagem trata sobre a eficiência global do uso da água.

Dado o conceito de água virtual, como a quantidade de água consumida na produção do bem desde o início ao final da cadeia produtiva, torna-se possível a análise da possibilidade de cobrança pela água usada (visível) e virtual (não visível) contida no produto final. De modo essencial, a dinâmica da água virtual objetiva explorar o comércio indireto de água que está presente em diversos produtos, particularmente, nas *commodities* agrícolas (OJIMA, et al, 2008).

Nesse sentido, Visentin (2017) explica que existem duas formas de consumo da água: direta e indireta. O uso direto da água é o volume físico de água consumido para produzir um bem específico. Já a forma indireta refere-se



RELISE

ao volume de água incorporado nos insumos. O uso indireto da água é estritamente ligado com a discussão e conceito da água virtual.

Liu *et al.* (2018) afirmam que o comércio internacional de alimentos envolve fluxos de águas virtuais entre exportadores e importadores. Nesse sentido, as pesquisas científicas sobre as águas virtuais são importantes, pois, auxiliam na redução de perdas de recursos hídricos nas relações comerciais entre os países. Desse modo, os dados estatísticos sobre a água virtual precisam estar presentes na contabilidade internacional, nacional, estadual e municipal de águas.

Na perspectiva de pegada hídrica, mas adentrando nas discussões sobre a água virtual, Renault (2002) explica que cada produto pode ser associado com a proporção de água por consumidor, por quilograma, que varia no espaço e no tempo, segundo a produtividade local e as condições de pluviosidade (água verde) e irrigação (água azul). Hoesktra *et al.* (2011) acrescentam que a água virtual cinza se refere à quantidade de água necessária para assimilar carga de poluentes do processo produtivo.

Ye *et al.* (2018) analisam a alocação ótima de recursos hídricos físicos integrados ao comércio de água virtual em regiões com escassez de água, por exemplo, em Pequim (China). O estudo mostra que a água virtual importada se tornou a mais importante fonte de abastecimento para a demanda agrícola. Nesse sentido, Tian *et al.* (2018) afirma que o Brasil é um dos principais fornecedores de água virtual dos chineses.

Bergmann (2019) afirma que o Brasil é um importante exportador de água virtual, bem como, exerce um papel essencial no planeta como fornecedor de água. A autora brasileira mostra que o país usa mais a água virtual verde nos processos de produção dos bens, em comparação às águas azuis e cinzas. Além disso, destaca a necessidade da criação de um planejamento estratégico e análises recentes sobre as águas virtuais.



RELISE

257

## **METODOLOGIA**

A área de pesquisa do presente trabalho é a exportação de água virtual presente nos produtos agrícolas (banana, mamão, manga, melancia e melão) oriundos do Rio Grande do Norte (RN), no período de 2006-2019. O trabalho usa o método dedutivo e é categorizado como uma pesquisa aplicada, descritiva e quantitativa. A escolha dos produtos da fruticultura e o intervalo temporal selecionados obedece a disponibilidade de dados do endereço eletrônico da Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (FIERN).

Sob o modo matemático, a água virtual pode ser calculada pela seguinte expressão:

Água virtual = peso líquido do produto x água presente no produto (%)

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2020), o percentual de água presente em cada produto selecionado, são os seguintes: banana (71,10%), mamão (87,87%), manga (85,8%), melancia (92,5%) e melão (93%).

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Na presente seção serão apresentadas as exportações de frutas, por produto selecionado no RN (2006-2019) – U\$S FOB na tabela 1. Em seguida, serão mostradas as exportações de frutas, por produto selecionado no RN (2006-2019) – Volume (ton.) na tabela 2. E por fim, será apresentada a quantidade de água virtual exportada, por produto selecionado (tabela 3).

De acordo com a tabela 1, todos os produtos tiveram reduções nos valores de exportações ao longo do período escolhido. Em termos percentuais, as exportações potiguares de bananas diminuíram - 99,99%. De acordo com Teixeira (2017), a redução nas exportações diminui a renda dos agricultores



RELISE

258

familiares e subtrai o desenvolvimento econômico estadual, uma vez que se trata de um dos principais produtos da fruticultura potiguar.

**Tabela 1** – Exportações de frutas, por produto selecionado no RN (2006-2019) – US\$ FOB.

Ano	Banana	Mamão	Manga	Melancia	Melão
	Valor exportado (US\$ FOB)				
2006	24.583.350	6.393.318	3.999.603	5.403.778	58.117.140
2007	28.097.442	7.683.251	5.332.998	6.812.903	85.196.031
2008	14.411.366	7.667.847	5.683.840	5.157.913	64.993.158
2009	13.906	5.116	7.175	4.335	45.645
2010	17.645	2.744	8.091	4.931	45.708
2011	13.621	3.979	10.778	6.042	50.558
2012	13.510	3.930	9.018	7.799	54.056
2013	10.863	5.119	6.568	8.747	58.23
2014	6.299	8.634	6.534	9.016	60.054
2015	2.452	10.652	7.011	12.438	63.204
2016	2.498	11.885	6.684	16.145	75.381
2017	519	10.713	8.625	23.114	108.192
2018	1.268	12.814	6.237	15.107	70.931
2019	1.198	12.514	8.537	33.526	116.953

**Fonte:** Elaboração própria dos autores a partir dos dados da FIERN, 2021.

Seguindo essa linha, os valores das exportações de mamões sofreram uma redução de - 99,80%, e os piores valores ocorreram em 2010 e 2012. De acordo com CEPEA (2009), as fortes chuvas prejudicaram a produção, qualidade e exportações de mamões potiguares. Nesse sentido, os preços dos mamões foram pressionados no período, desse modo, reduzindo a rentabilidade de produtores do Rio Grande do Norte.

As exportações de mangas têm seu melhor momento em 2008 quando atingem US\$ 5.683.840 e o pior período acontece em 2018 com apenas US\$ 6.237. Considerando toda a amostra temporal, é possível identificar uma redução de -99,78% nos valores das exportações de mangas pelo estado potiguar.



RELISE

259

O quarto produto selecionado, a melancia, teve seus valores de exportações reduzidos em -99,37% em todo o período amostral. Em 2007, os valores alcançam o recorde US\$ 6.812.903; mas o ano de 2009 é considerado o pior momento para os numerários de melancia ao marcar o pífio US\$ 4.335. Depois desse momento ruim, os valores das exportações de melancia melhoraram, porém, ainda distante dos seus melhores momentos.

Não obstante, os valores das exportações de melão são diminuídos em -99,79% no período selecionado. O melhor momento das exportações de melão acontece em 2007 quando atinge US\$ 85.196.031 e o pior em 2009 com somente US\$ 45.645. De modo semelhante à melancia, os valores das exportações do melão norte-rio-grandense melhoram no decorrer da amostra temporal, mas, longe dos melhores resultados. Nesse sentido, na tabela 2, são mostrados os volumes de exportações do Rio Grande do Norte.

**Tabela 2** – Exportações de frutas, por produto selecionado no RN (2006-2019) – Volume (ton.).

	Banana	Mamão	Manga	Melancia	Melão
Ano	Volume exportado (ton.)				
2006	84.107	7.069	7.212	15.524	115.757
2007	76.747	7.797	7.135	17.038	138.286
2008	39.440	6.512	8.073	11.661	92.538
2009	34.204	4.430	7.944	9.749	70.571
2010	40.269	2.254	8.208	11.610	71.462
2011	31.097	3.235	11.019	12.998	72.096
2012	30.397	3.588	8.893	16.867	78.876
2013	24.54	4.572	7.538	18.404	80.552
2014	13.599	7.157	7.363	18.620	84.458
2015	5.553	11.110	9.369	28.677	99.194
2016	6.926	11.692	7.820	37.669	120.363
2017	1.251	11.000	9.172	48.585	163.111
2018	3.053	12.496	7.804	33.519	108.137
2019	3.423	13.425	9.575	75.533	186.764

**Fonte:** Elaboração própria dos autores a partir dos dados da FIERN, 2021.



RELISE

260

De acordo com a tabela 2, todos os produtos mostraram aumentos no volume exportado, exceto a banana. A quantidade exportada de banana alcançou o recorde no início da amostra com 84.107 (ton.) e o pior momento em 1.251 (ton.). Em termos percentuais, o volume exportado de banana caiu - 95,93%.

A segunda variável, as exportações de mamões, alcançou o auge de US\$ 13.425, em 2019, mas em 2010 amargurou um valor de US\$ 2.254. Considerando todo o período amostral, as exportações potiguares de mamões aumentaram 89,91%. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), esse resultado está vinculado ao aumento de investimentos dos produtores e à saída de pequenos produtores do setor (CEPEA, 2018).

O terceiro produto frutífero, a manga, apresenta momentos de oscilação, mas resultados positivos importantes ao longo da amostra de tempo. Em termos percentuais, as exportações potiguares de mangas aumentaram 32,76%. Nesse sentido, Hespanhol (2015) ressalta a importância dos municípios de Assu, Ipanguaçu e Carnaubais para a produção e exportação de mangas potiguares.

O volume de exportação de melancia tem seu melhor momento em 2019 quando atinge 75.533 toneladas e o pior período em 2009 com US\$ 9.749. Considerando toda amostra de tempo, a quantidade exportada de melancia aumentou, desse modo, ocorreu uma elevação de 386,55%.

Dentre todos os itens selecionados, o melão é o produto com maiores volumes em todo o período amostral. Em 2019, a quantidade exportada alcança o auge de 186.764 toneladas, o melhor resultado. Considerando toda a amostra temporal, as exportações potiguares de melões aumentaram 61,34%. CEPEA (2019) explica que esse resultado se torna mais significativo, tendo em vista a redução da área da safra, entraves e postergamentos das negociações dos contratos internacionais.



RELISE

261

De acordo com a tabela 3, a quantidade de água virtual exportada pelos potiguares aumentou em todos os produtos frutíferos. Considerando todo o espaço amostral, as exportações de águas virtuais em bananas diminuíram -95,93%. O Rio Grande do Norte exportou 235.120.576.000 de litros de águas virtuais presentes em bananas no período de 2006-2019.

**Tabela 3** – Exportação anual de água virtual, por produto selecionado.

Ano	Banana	Mamão	Manga	Melancia	Melão
2006	59.800.077	6.211.530	6.187.896	14.359.700	107.654.010
2007	54.567.117	6.851.223	6.121.830	15.760.150	128.605.980
2008	28.041.84	5.722.094	6.926.634	10.786.425	86.060.340
2009	24.319044	3.892.64	6.815.952	9.017.825	65.631.030
2010	28.631259	1.980.589	7.042.464	10.739.250	66.459.660
2011	22.109.967	2.842.594	9.454.302	12.023.150	67.049.280
2012	21.612.267	3.152.775	7.630.194	15.601.975	73.354.680
2013	17.447.94	4.017.416	6.467.604	17.023.700	74.913.360
2014	9.668.889	6.288.855	6.317.454	17.223.500	78.545.940
2015	3.948.183	9.762.35	8.038.602	26.526.225	92.250.420
2016	4.924.386	10.273.760	6.709.56	34.843.825	111.937.590
2017	889.461	9.665.7	7.869.576	44.941.125	151.693.230
2018	2.170.683	10.980.235	6.695.832	31.005.519	100.567.410
2019	2.433.753	11.796.547	8.215.350	69.868.025	173.690.520
Total	235.120.576	70.140.939	93.790.400	329.720.394	1.378.413.45

**Fonte:** Elaboração própria dos autores a partir dos dados da FIERN, 2021.

As exportações potiguares de mamões representaram 70.140.939.000 de litros de águas virtuais embutidas nas frutas mamoeiras. A menor quantidade de água virtual presente em mamões foi exportada em 2010 (1.980.589.000); e a maior quantidade foi executada em 2019 (11.796.547.000). Considerando toda a amostra temporal, as exportações de águas virtuais em mamões aumentaram 89,91%.

Nas mangas, a quantidade de água virtual exportada foi de 79.467.557.000 de litros, ou seja, em média 5.676.254.000 por ano. Em 2007, ocorreu a menor quantidade de água exportada (6.121.830.000 litros); e a maior quantidade aconteceu em 2011 (9.454.302.000 litros). Em valores



RELISE

262

percentuais, as exportações de águas virtuais em mangas aumentaram 32,76% no período escolhido.

Em melancias, as exportações de águas virtuais representaram 231.901.991.000 de litros, isto é, em média 23.551.457 por ano. Em 2009, foi registrada a menor quantidade de água virtual exportada em melancias (9.017.825.000); e a maior quantidade em 2019 (69.868.025.000). Considerando todo o intervalo temporal, as exportações de águas virtuais em melancias aumentaram 386,55%.

Os valores das exportações de águas virtuais em melões representam 1.378.413.45.000, ou seja, em média 98.458.100.000 litros por ano. A menor quantidade de água virtual exportada em melões aconteceu em 2009 (65.631.030.000); e a maior quantidade ocorreu em 2019 (173.690.520 de litros). Considerando toda a amostra de tempo, as exportações de águas virtuais em melões potiguares aumentaram 61,34%.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio de informações obtidas através de fontes seguras e confiáveis, se buscou responder a problemática inicial, que se concentrava na identificação da quantidade de água virtual exportada presentes em frutas frescas pelo Estado do Rio Grande do Norte, no período de 2006-2019. Nessa perspectiva, foram buscados dados sobre as exportações dos produtos selecionados (banana, mamão, manga, melancia e melão) executadas pelos norte-rio-grandenses.

No primeiro momento, se observou que os potiguares apresentam bons números nas exportações de frutas frescas, apesar dos desafios climáticos, financeiros e experiências. Os números mostram que o Rio Grande do Norte exportou 636.718 de ton. (peso líquido), ou seja, cerca de US\$ 691.598.818, no período de 2006-2019.



RELISE

263

No segundo momento, se verificou a quantidade de água virtual presente nas bananas, mamões, mangas, melancias e melões destinadas ao comércio exterior. Os dados indicam que os potiguares exportam 730.150.722.450.000 de litros em frutas frescas. Nesse cenário, cabe destacar a participação das exportações de águas virtuais embutidas em melões (18,87%).

Em pesquisas futuras, sugere-se o aprofundamento nas análises e a diversificação das variáveis de estudo com uso de ferramentas estatísticas aplicadas a algum modelo econométrico. Desse modo, será possível aprimorar os resultados da análise e melhorar as discussões acerca das águas virtuais potiguares.

## REFERÊNCIAS

BENJAMIN, A. H. V. Introdução ao direito ambiental brasileiro. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 4, n. 14, 1999.

BERGMANN, A. C. **O papel do Brasil no comércio internacional de água virtual: uma análise de insumo-produto**. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Sociais, 2019.

BRASIL. **Decreto nº 24.643**, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 11 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Teve sua redação alterada pela Lei Nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/Leis/L4771.htm](https://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L4771.htm). Acesso em: 11 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.662**, de 25 de junho de 1979. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6662.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6662.htm). Acesso em: 11 jan. 2021.



RELISE

264

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras providências. Regulamentada pelo Decreto Nº 99.274 de 06 de junho de 1990. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 11 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o Inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 11 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.984**, de 17 de julho de 2000. Dispõe Sobre a Criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm). Acesso em: 11 jan. 2021.

CARMO R. L; *et al.* Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente e Sociedade**, v. 10, n.1, p. 83-96, 2007.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Horti fruti Brasil**: anuário 2018-2019. v.8, n.86, 2009.

\_\_\_\_\_. **Horti fruti Brasil**: anuário 2018-2019. v.17, n.185, 2018.

\_\_\_\_\_. **Horti fruti Brasil**: anuário 2019-2020. v.18, n.196, 2019.

CHINI, C. M. *et al.* Virtual water transfers of the US electric grid. **Nature Energy**, v. 3, n. 12, p. 1115-1123, 2018.

GARCIA JUNIOR, L. T. **Política nacional de recursos hídricos**: metodologia para avaliação de sua implementação nos Estados. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia, 2007.

GELAIN, J. G; ISTAKE, M. Exportação líquida de água virtual brasileira e estadual. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 9, n.2, p.150-168, 2015.



RELISE

265

GUIMARÃES, P. B. V; XAVIER, Y. M. A. A regulamentação da água virtual nos sistemas ambientais. *In: XVII ENCONTRO PREPARATÓRIO DO CONPEDI*, 2008, Salvador-BA. **Anais do XVII Encontro Preparatório Do CONPEDI**. Florianópolis-SC: Fundação Boiteux, 2008.

HESPANHOL, A. N. A fruticultura irrigada no Polo de Desenvolvimento Integrado Assu-Mossoró-Estado do Rio Grande do Norte-Brasil. **Jornadas Interdisciplinares de Estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latino americanos, IX**, 2015.

HOEKSTRA, A. Y; HUNG, P. Q. Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. **Value of Water Research Report Series**, n. 11, 2002.

HOEKSTRA, A.Y; *et al.* **The water footprint assessment manual**: setting the global standard. London: Earthscan, 2011.

HOSSEINIAN, S. M; NEZAMOLESLAMI, R. Water footprint and virtual water assessment in cement industry: A case study in Iran. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 2454-2463, 2018.

LIU, W. *et al.* Savings and losses of global water resources in food-related virtual water trade. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 6, n. 1, p. e1320, 2019.

LOBO, T. Atuação no mercado de commodities coloca em pauta a exportação indireta de recursos hídricos e as políticas públicas para enfrentar escassez global. **O Globo**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/agua-virtual.2019-03-15.0168775113>. Acesso em: 08 jan. 2021.

MA, X; MA, Y. The spatiotemporal variation analysis of virtual water for agriculture and livestock husbandry: A study for Jilin Province in China. **Science of The Total Environment**, v. 586, p. 1150-1161, 2017.

OJIMA, A. L. R. et al. A (nova) riqueza das nações: exportação e importação brasileira da água virtual e os desafios frente às mudanças climáticas. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 64-73, 2008.

OLIVEIRA, S. D. **Fluxo de água virtual no Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2015.



RELISE

266

PARADA-PUIG, G. El agua virtual: conceptos e implicaciones. **Orinoquia**, v. 16, n. 1, p. 69-76, 2012.

RENAULT, D. Value of virtual Water in food: principles and virtues. 2003. *In*: Hoekstra, A. Y. (Org.) **Virtual water trade**: proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series. n. 12. Unesco-IHE, Delft, The Netherlands, 2003, p. 77-91.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). **Base de dados**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Acesso em: 12 jan. 2021. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.

TEIXEIRA, G. J. T. **A visão de uma empresa “A” e de uma cooperativa “B” do segmento fruticultor diante o agronegócio potiguar**. 2017. Monografia (Tecnologia em Comércio Exterior) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

TIAN, X. *et al.* Evolution of China's water footprint and virtual water trade: A global trade assessment. **Environment international**, v. 121, p. 178-188, 2018.

VISENTIN, J. C. **O uso da água e a interdependência das economias regionais**: o caso das bacias hidrográficas brasileiras. 2017. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, Faculdade de economia, administração e contabilidade, 2017.

YANG, H.; *et al.* Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. **Hydrology and Earth System Sciences**, n.10. p. 443-454, 2006.

YE, Q. *et al.* Optimal allocation of physical water resources integrated with virtual water trade in water scarce regions: a case study for Beijing, China. **Water research**, v. 129, p. 264-276, 2018.