



PRECIFICAÇÃO DA ÁGUA VIRTUAL PARA O BRASIL E SUAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO

Jaqueline Gisele Gelain¹
Elis Braga Licks²
Alexandre Nunes de Almeida³

Área temática: 4 – Economia Agrícola e Meio Ambiente

Resumo

O objetivo principal do estudo foi precificar a água virtual – água presente no processo produtivo de qualquer produto. Para tanto fez-se a revisão da literatura sobre precificação de água e optou-se por utilizar como parâmetro de preços, os valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos, uma vez que existe essa cobrança em alguns Estados brasileiros. O valor médio encontrado para o País foi R\$ 0,01004/m³. Para os Estados apurou-se o maior valor, R\$ 0,02301/m³, em São Paulo e o menor valor, R\$ 0,00040/m³, nos estados pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Pernambuco e Sergipe).

Palavras chave: Precificação da água virtual; Valoração da água

Abstract

The main objective of the study was to price the virtual water – water present in the production process of any product. For this purpose, a review of the literature on water pricing was made and it was decided to use the values charged for the use of water resources as a parameter of prices, since there is a charge in some Brazilian states. The average value found for the Country was R\$ 0.01004/m³. For the states, the highest value, R\$ 0.02301/m³, was found in São Paulo and the lowest value, R\$ 0.00040/m³, was found in the states belonging to the São Francisco River Basin (Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Pernambuco and Sergipe).

Keywords: Pricing of virtual water; Water pricing

Classificação JEL: F18; Q15; Q17; Q25

¹ Mestranda em Economia Aplicada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP

² Doutoranda em Economia Aplicada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP

³ Professor doutor do Departamento de Economia Aplicada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural abundante no Planeta Terra, sua formação é composta por, aproximadamente, 71% de água e 29% de terra, 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, dado que 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, a distribuição entre os Estados é muito desigual, cerca de 80% dos recursos hídricos potáveis estão presentes na região Norte do País, onde habita a menor parte da população brasileira, por outro lado algumas regiões, como por exemplo a região Nordeste, não possuem água suficiente para suprir as necessidades de toda população (ANA, 2013).

Diante dessa realidade é importante que se tenha estudos voltados à utilização dos recursos hídricos, principalmente assuntos relacionados ao uso de água no processo produtivo. O nome empregado para a estimação da água utilizada no processo de produção é água virtual, em inglês *virtual water*, expressão desenvolvida no final da década de 1980 por um economista israelense. Para Renault (2002, p. 01) “(...) *virtual water is the water embedded in a product, i.e. the water consumed during its process of production (...)*”. Já Allan (2003, p. 5) definiu água virtual como: “*the water needed to produce agricultural commodities*”.

O setor agropecuário é o que, na média, mais utiliza recursos hídricos, de acordo com o estudo realizado por Godoy e Lima (2008), onde os autores utilizaram dados das Organizações das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), e identificaram que 70% da água é destinada para o setor agrícola, 20% para o setor industrial e 10% para residências (média mundial para o ano de 2006). É importante destacar que muitas regiões e países não possuem a quantidade necessária de água para atender o consumo interno, surgindo então a necessidade do comércio internacional, ou seja, adquirir produtos em outros mercados, quando não se consegue produzir internamente. Cabe salientar que, 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.

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)⁴. 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 totais⁵, enquanto que as importações do setor não chegam a representar 10% das importações totais, no mesmo período (MAPA, 2017). Isso denota que, para o setor agropecuário, a pauta de exportações do País, desde o ano 2000, tem sido superavitária.

O bom desempenho brasileiro nas exportações do setor agropecuário se deve ao fato de que, em grande parte de sua extensão, o Brasil apresenta características físico-climáticas favoráveis à agricultura e à pecuária. Entretanto, de acordo com Agência Nacional de Águas (ANA) em 2015 a irrigação foi responsável por 75% do consumo de água do País (ANA, 2016b). A irrigação no País é recente, com 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, 2016a). A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, no Brasil, está prevista desde 1934, entretanto, essa cobrança só teve seus critérios gerais estabelecidos em 2005 (MMA, 2005).

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

⁵ Exceção apenas no ano 2000, cuja representação foi de 23,88% da exportação total.

Considerando-se que mais de $\frac{1}{4}$ da pauta de exportação brasileira é composta por produtos do setor agropecuário, e que, segundo Renault (2002) os produtos alimentícios são os que mais agregam água durante o processo produtivo, o objetivo principal do estudo é precificar a água virtual, uma vez que a mesma tem sido exportada pelo País, embutida nos produtos agropecuários. Haja vista a inexistência de estudos que tratem da precificação para este tipo específico de água e, segundo ANA (2016a, p. 7), está havendo uma “tendência crescente de expansão da agricultura irrigada”. Pretende-se, com os resultados alcançados, apresentar o valor auferido para esse tipo de água.

O trabalho está dividido em outras cinco seções, além desta introdução. A segunda seção esboça o conceito de água virtual, demonstra a disponibilidade hídrica mundial e brasileira e apresenta os dados relativos à irrigação no Brasil. A terceira seção é dedicada à revisão da literatura sobre precificação de água e ao resumo da legislação brasileira sobre a cobrança pelo uso da mesma. A metodologia utilizada está identificada na seção quatro. A quinta etapa expõe e discute os resultados do trabalho, e por fim tem-se as conclusões e implicações do estudo.

2. ÁGUA VIRTUAL, DISPONIBILIDADE HÍDRICA E IRRIGAÇÃO

2.1. Definição de Água Virtual

O termo água virtual, conforme aponta Allan (2003), foi inicialmente pensado por um economista israelense, Gideon Fishelson, em meados da década de 1980. O autor 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, 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.

Renault (2002) refere-se à água virtual como sendo a água incorporada em um produto, durante o seu processo de produção e ressalta que os processos produtivos agrícolas, mais especificamente os de alimentos são os que mais agregam quantidade de água, ao longo de sua cadeia produtiva. Para Allan (2003) água virtual pode ser definida como a água necessária para a produção de commodities agrícolas, e aponta, ainda, que o termo pode ser expandido 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 destacam que um país com escassez de água pode importar produtos intensivos em água e exportar produtos menos intensivos neste recurso, o que implica necessariamente em exportação e importação de água na forma virtual.

A 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 embutida no 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 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 (...)” (HOEKSTRA et al, 2011p.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 esta 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. Com relação à pegada hídrica cinza, a mesma indica o volume de água limpa necessária para que seja diluída a água poluída resultante dos processos agrícolas.

No que tange ao cálculo da pegada hídrica animal, há diferenças substanciais em relação ao cálculo da pegada hídrica das culturas primárias. Lista-se abaixo os fatores que influenciam o cálculo da pegada hídrica animal, de acordo com Mekonnen e Hoekstra (2010c):

- ↪ A pegada hídrica de produtos animais pode ser compreendida a partir de três fatores principais: i) a eficiência de conversão alimentar do animal: quanto mais alimento for necessário por unidade de produto animal, mais água é necessária; ii) a composição da ração: utilização de alimentos que necessitam de maior volume de água; e, iii) a 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 em relação ao sistema de produção industrial, dado o fato de que os problemas de água doce, em geral, referem-se 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, que se refere à água que o animal consome; b) pegada hídrica indireta, que diz respeito à água presente nos produtos que compõem a ração animal; e, c) água de serviço, que é relacionada à água utilizada para limpar o pátio, para lavar o animal e para realizar outros serviços necessários para manter o ambiente limpo.

No que tange ao cálculo da água virtual, essa é dada pela soma dos três tipos de água, verde, azul e cinza. A Tabela 1 apresenta os valores de cada tipo de pegada hídrica e, conseqüentemente, da água virtual para alguns produtos do setor agropecuário.

Tabela 1 – Pegada hídrica – em m³/ton. – média brasileira

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	%
020130	Carne de bovinos	Pasto	23.729	99,3	150	0,6	16	0,1	23.895	100
		Industrial	8.421	95,6	147	1,6	244	2,8	8.812	100
		Misto	20.604	98,8	187	0,9	61	0,3	20.852	100
020321	Carne de suínos	Pasto	4.002	73,3	1.223	22,4	232	4,3	5.457	100
		Industrial	5.974	91,8	147	2,3	383	5,9	6.504	100
		Misto	3.730	81,9	595	13,1	230	5,0	4.555	100
120100	Soja triturada	2.181	99,3	1	0,0	15	0,7	2.197	100	
170111	Açúcar de cana	968	88,8	43	3,9	80	7,3	1.091	100	
090111	Café não torrado	10.750	96,0	181	1,6	263	2,4	11.194	100	
100590	Milho	1.621	92,8	1	0,1	125	7,1	1.747	100	

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

De acordo com a Tabela 1, considerando como exemplo o produto 020230, pode-se verificar que em seu processo produtivo, para produzir um quilo de carne bovina que é comercializado foram necessários 20.852 litros de água, considerando-se o sistema de produção misto, uma vez que no Brasil há tanto gado de corte produzidos em sistema de pastagem quanto em sistema de confinamento (industrial). Percebe-se também, que a maior utilização é da água verde, proveniente da chuva (Tabela 1). A utilização da água azul é menor, chegando a ser próximo de zero para alguns produtos, isto se dá pelo fato de que no Brasil a maior parte da cultura agropecuária é feita de forma natural, ou seja, sem irrigação. No entanto, chama-se a atenção de que a quantificação utilizada pelo estudo se refere ao período de 1996-2005⁶. 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). A subseção seguinte discorre sobre a disponibilidade hídrica mundial e brasileira.

2.2. 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, sendo que as que estão mais 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% (SHIKLOMANOV e RODDA, 2003).

De acordo com o Banco Mundial, o Brasil é o país que mais detém recursos renováveis de água doce (BANCO MUNDIAL, 2016). 13,22% de toda água doce do mundo pertence ao Brasil. 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 5 países possuem 43,10% de toda água doce do mundo. Ressalta-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.

Em relação ao Brasil, a disponibilidade hídrica superficial brasileira⁷ é apresentada na Figura 1. Apesar do Brasil ser um país tropical, alguns Estados, principalmente os da região

⁶ Ver Mekonnen e Hoekstra (2010b e 2010d).

⁷ A disponibilidade hídrica superficial diz respeito ao volume de água disponível na superfície, ou seja, a água de rios, lagos, pântanos e demais.

Nordeste, sofrem com as prolongadas estiagens, fato que torna a disponibilidade hídrica superficial um problema nessa região do País.



Figura 1 – Disponibilidade hídrica superficial brasileira – por Bacia Hidrográfica⁸

Fonte: Elaboração própria com base no mapa da Agência Nacional de Águas (ANA)⁹

A disponibilidade hídrica é apresentada na Figura 1 por bacia hidrográfica, mas pode-se ter a ideia dessa 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 igualadas à região Norte e, pelo descrito na Figura 1, estão distantes das condições de baixa disponibilidade hídrica observadas na região Nordeste.

Uma das soluções para se tentar equalizar o problema da disponibilidade hídrica no território nacional é a utilização da irrigação para as culturas agrícolas. Nesse sentido, tem-se o estudo 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*, que teve por objetivo principal 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, 2016a, pg. 7). ANA (2016a) aponta 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 e tem crescido a taxas anuais de 4,4% a 7,3%. O estudo informa, ainda, que na década de 1960 estimava-se 462 mil hectares irrigados no País, e em 2014 esse número passava dos 6,1 milhões de hectares.

A necessidade da irrigação deriva de diversos fatores. No Semiárido brasileiro, por exemplo, onde existe elevada escassez de água, grande parte das culturas produzidas se viabilizam graças à irrigação (ANA, 2016a). No entanto, pode-se ter irrigação complementar, ou seja, utiliza-se esse sistema para compensar a escassez momentânea de água, como é o caso da região central do País, que apresenta problemas hídricos em períodos específicos do ano (geralmente, entre maio a outubro) (ANA, 2016a). Segundo ANA (2016a, p. 9), muitos são os benefícios derivados da irrigação: i) aumento de produtividade em relação a culturas

⁸ “Área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum (...). O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como (...) divisor de águas” (COELHO NETTO, 2012, p. 97).

⁹ Disponível em: <<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer>>. Acesso feito em: 25/03/2017

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.

Ressalta-se que no tocante à irrigação, não foi encontrado dados disponíveis de série temporal que apresentasse a evolução da mesma no País, seja por hectare irrigado seja por sistema de irrigação utilizada. Entretanto, de acordo com ANA e EMBRAPA (2016), havia em 2014, 19.892 pivôs centrais de irrigação, distribuídos pelo Brasil, conforme Figura 2.

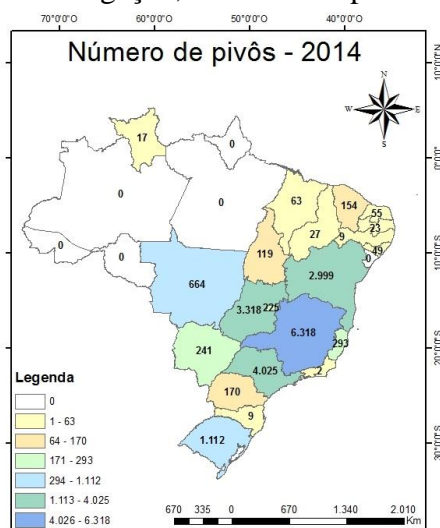


Figura 2 – Número de pivôs centrais por Estado brasileiro – 2014

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de ANA e EMBRAPA (2016)

Conforme apontado por ANA (2016a) a região central do Brasil, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Goiás, são os estados que mais concentram pivôs de irrigação central. Somados, esses Estados correspondem a 83,75% de todos os pivôs do País (Figura 2). Corroborando com os dados apresentados no mapa da Figura 1, grande parte dos Estados da região Norte não registraram presença de irrigação por pivô em 2014. Entretanto, para os Estados da região Nordeste, apenas em Alagoas não existe este registro, nos demais Estados há incidência de irrigação por pivô central. Faz-se necessário aqui uma importante observação, no estudo da ANA e EMBRAPA (2016), não existe a informação sobre qual cultura está sendo irrigada tampouco quanto tempo durante o ano e/ou o processo de plantio, houve necessidade da irrigação.

Evidencia-se assim que, mesmo o Brasil sendo o país que mais detêm recursos de água doce, sua distribuição é desigual, o que torna necessária a utilização de tecnologias, como por exemplo a irrigação, para que se possa equalizar os problemas da escassez hídrica. Com isso, fez-se necessário a implementação de uma legislação específica para gerir, fiscalizar e implementar políticas quanto ao uso dos recursos hídricos no País. A seção seguinte apresentará o resumo da legislação existente no Brasil, no que tange aos recursos hídricos e cobrança do mesmo, bem como apresentará uma breve revisão da literatura sobre a precificação da água.

3. VALORAÇÃO DA ÁGUA VIRTUAL

3.1. Revisão sobre precificação de água

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 isto, recomendou que quatro princípios fossem observados¹⁰. O quarto princípio, de acordo com ICWE (1992), aponta que a água possui um valor e deve ser reconhecida com 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 econômico 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 fatores.

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, 1995¹¹, p.7). Um dos problemas prioritários, apontados pela Agenda 21, são os recursos hídricos, que são tratados no Capítulo 18 da Agenda, 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, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza” (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.

Para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD*), 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

¹⁰ Para o relatório da Conferência onde constam os quatro princípios de Dublin, consultar ICWE (1992).

¹¹ A Conferência 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.

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; Carvalho et al, 2011; Esmaili e Shahsavari, 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 (Ayoo e Horbulyk, 2008; Esmaili e Vazirzadeh, 2009; Esmaili e Shahsavari, 2011) e salientam que o preço da água deveria ser utilizado para melhorar a eficiência de seu uso.

Existe uma gama de estudos relacionados a água, como por exemplo, os as alterações nas curvas de demanda pela água ou no comportamento dos usuários dada certa alteração nos preços (Veettil 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 mais metodológicos, voltados a apresentar os métodos e técnicas para estimar o preço da água (Johansson, 2000; Molle e Berkoff, 2007; Ayoo e Horbulyk, 2008; Pizaia et al, 2009; Nikouei e Ward, 2013; Pesic et al, 2013; Coopera et al, 2014, Bithas et al, 2014, Jerónimo et al, 2015); e, há, ainda, estudos sobre os preços da água urbana (Montginoul, 2007; 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 presente 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 1, contendo a metodologia utilizada e valores apurados.

Quadro 1 – Alguns estudos sobre os métodos¹² para estimar o valor da água de irrigação

Autores	Descrição do estudo
Carramaschi et al, 2000;	Neste estudo é utilizado dois métodos para valorar a água: o método de valoração contingente (MVC) e o de dose-resposta (ou método de função de produção [MFP]). Os autores utilizaram para estudo 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\$ 0,0550/m ³ ; Familiar não irrigante, R\$ 0,03953/m ³ ; e, Patronal não irrigante, R\$ 0,03364/m ³ . Os autores informam que as diferenças nos valores se devem à importância que cada grupo dá ao recurso água. Para o MFP houve estimação apenas para o grupo dos irrigantes, dada 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> , área rural com irrigação intensiva localizada no norte da Grécia. Para isto, 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 hectare, respectivamente). Quanto ao valor implícito da água de irrigação, estimaram € 0,06/m ³ ¹³ . Os autores afirmam que o valor estimado por eles assemelha-se a estudos

¹² Optou-se por manter em inglês os nomes dos locais de estudo, no intuito de evitar qualquer erro de tradução.

¹³ Os autores não apresentam correspondência em dólar para o valor apurado em euros.

	com técnicas de avaliação semelhante, no entanto indica um baixo valor para a água de irrigação.
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> , uma província da 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 Shavsavari (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> , na região Sudeste do Irã, uma região típica e intensamente irrigada do país que passou por limitação na quantidade de água destinada à irrigação. As fazendas utilizadas para aplicação do método foram as quais a irrigação se dá por meio de poços e canais. O valor estimado pelos autores foi de US\$ 0,046/m ³ , os mesmos salientam que o valor apurado assemelha-se a estudos semelhantes e que a possível causa para as diferenças nos valores refere-se ao ano escolhido para realização da estimativa. De acordo com os autores, o valor apurado na estimativa 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 com o intuito de auxiliar a produção agrícola.
Berbel (2011)	Neste estudo os autores utilizaram o método de valor residual (ou, como descrevem, pode ser chamado de método de imputação residual) para estimar o valor da água de irrigação na Bacia do Rio <i>Guadalquivir</i> , situada no Sul da Espanha. Os mesmos fizeram o estudo para diferentes culturas e apuraram valores diferentes para cada uma delas, uma vez que existe diferença nos fatores de produção das culturas. O cultivo que apresentou maior valor para a água, € 0,548/m ³ foi a de oliveiras (azeitonas), enquanto que a de menor valor, € 0,04, foi a 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 um valor para água, através do preço sombra da água para irrigação. Para isto, utilizou o método de avaliação residual em três estados dos Estados Unidos: <i>Texas</i> , <i>Kansas</i> e <i>Nebraska</i> , em cinco culturas predominantes nesses estados: 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 , também no <i>Texas</i> , porém no Sul do Estado. De acordo com o autor, o preço sombra estimado no estudo reflete o preço que seria necessário ao agricultor pagar pela água de irrigação, ou seja, reflete o valor real da água. O autor saliente que os resultados do trabalho são comparáveis a outros estudos semelhantes e informa que as estimativas do preço sombra da água variam e dependem de vários fatores, como por exemplo, condições climáticas; localização geográfica; sistemas de irrigação, de plantio, de crescimento e de colheita; aplicação de máquinas e ferramentas, entre outros aspectos. O que torna, segundo o autor, limitada a comparação rigorosa entre os valores dos preços sombra estimados.
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, bem como trazem a informação de que um dos fatores que influencia a

	variação nos valores da água diz respeito ao nível de educação dos agricultores, a frequência da irrigação e a localização da fazenda em relação à fonte de água principal. Os autores concluem que a distribuição da água, na região estudada, não é equitativa.
--	---

Fonte: Elaboração própria

Pode-se observar no Quadro 1 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. No entanto, os autores afirmaram em seus escritos que os valores apurados estavam condizentes com estudos similares.

Ressalta-se que diversos autores afirmam que precificar a água não é uma tarefa trivial (Latinopoulos et al, 2004; Speelman et al, 2008; Esmacili e Shamsavari, 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. Diante deste fato e considerando-se que existe, no Brasil, políticas específicas voltadas à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o presente estudo se valerá dos valores aplicados por essas políticas como forma de precificar a água virtual. A próxima subseção apresenta a legislação existente no País no tocante à cobrança pelo uso da água.

3.2. Legislação sobre cobrança pelo uso da água 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 dos recursos hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), o 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 CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003 instituiu 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 País foi dividido em 12 bacias hidrográficas¹⁴, sendo seus limites os divisores de água¹⁵, o que não condiz exatamente com a divisão estadual tradicional brasileira¹⁶. A legislação existente previa a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, no entanto, somente em 2005, com a Resolução CNRH nº 48, de 21 de março de 2005¹⁷ foram estabelecidos os critérios para a

¹⁴ Para consultar o mapa da Divisão Territorial Nacional, ver o Anexo I da Resolução nº 32 (MMA, 2003).

¹⁵ “(...) 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).

¹⁶ “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).

¹⁷ Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), estabelecidos com na Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997.

cobrança pelo uso dos recursos hídricos (MMA, 2005). O Art. 2º desta Resolução descreve os objetivos dessa 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 usuários¹⁸.

De acordo com o Art. 5º da Resolução CNRH nº 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”¹⁹ (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 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).

Em todas as bacias hidrográficas do Brasil há pelo menos um CBH, no entanto, a legislação que rege a política de cobrança bem como os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos muitas vezes são delimitadas pelo próprio Estado. Dado que a ANA é o órgão máximo responsável pela gestão dos recursos hídricos, fez-se o levantamento da legislação no que diz respeito à cobrança pelo uso da água, existente para cada Estado brasileiro, seja por meio de legislação Estadual, seja por meio de legislação por parte dos CBH, constantes na página eletrônica da ANA²⁰ e chegou-se à seguinte equação de cobrança pelo uso dos recursos hídricos:

$$Valor_{cons} = Q_{cons} \times P_e$$

Onde:

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

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

P_e é o preço cobrado pelo uso dos recursos hídricos por cada Estado e do Brasil.

Ressalta-se que mesmo havendo ao menos um CBH em cada Bacia Hidrográfica não se observa a mesma situação no que diz respeito aos Estados do Brasil. Haja visto que Acre, Rondônia, Roraima, Pará e Amapá não possuem CBH, nos demais estados existe pelo menos um CBH instalado. O que sugere que não há política de cobrança para todas as UF’s brasileira. O Quadro 2 apresenta a legislação que estabelece a cobrança pelo uso da água na agricultura, bem como o valor cobrado, para os Estados onde a mesma está presente.

Quadro 2 – Valor cobrado pelo uso dos recursos hídricos na agricultura

UF	Local	Legislação	Data	R\$
AL	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
AM	Estadual	Lei estadual nº 3.167	Ago/07	0,00100

¹⁸ A compensação aos usuários é chamada de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

¹⁹ Entenda-se Comitê de Bacia Hidrográfica como órgão gestor de recursos hídricos.

²⁰ Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaarrecadacao/Cobranca_Legislacao.aspx. Acesso em 12/07/2017.

BA	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
CE	Estadual	Resolução CONERH nº 05 ¹	Mai/16	0,00406
DF	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
ES	Rio Doce	Deliberação CBH-Doce nº 26	Mar/11	0,00675
GO	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
MG	Rio Paraíba do Sul	Deliberação CEIVAP nº 218	Set/14	0,01853
	- Rios Pomba e Muriaé Compé	- Deliberação Compé nº 37	Fev/14	0,01000
	- Rios Preto e Paraibuna	- Deliberação CBH Preto e Paraibuna PS1 nº 02	Abr/14	0,01000
	Comitê PCJ	Deliberação dos Comitês PCJ nº 021	Dez/08	0,01700
	Rio São Francisco	Deliberação CBHSF nº 40	Out/08	0,00040
	- Rio das Velhas	- Deliberação CBH-Velhas nº 03	Mar/09	0,00040
	- Rio Pará	- Deliberação Comitê do Rio Pará nº 24	Fev/13	0,00383
	Rio Doce	Deliberação CBH-Doce nº 26	Mar/11	0,00675
	- Rio Piranga	- Deliberação Normativa nº 04	Abr/11	0,00675
	- Rio Piracicaba	- Deliberação Normativa nº 15	Abr/11	0,01350
	- Rio Sto. Antônio	- Deliberação Normativa nº 08	Mai/11	0,00675
	- Rio Suaçui	- Deliberação Normativa nº 28	Abr/11	0,00675
	- Rio Caratinga	- Deliberação Normativa nº 09	Abr/11	0,00675
	- Manhuaçu	- Deliberação Normativa nº 01	Ago/11	0,01350
Rio Araguari	Resolução CBH-Araguari nº 12	Jun/09	0,01700	
PB	Estadual	Resolução nº 07	Jul/09	0,00500
	- Litoral Sul	- Deliberação nº 01	Jan/08	0,00500
	- Rio Paraíba	- Deliberação nº 01	Fev/08	0,00500
	- Litoral Norte	- Deliberação nº 01	Mar/08	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	Deliberação CEIVAP nº 218	Set/14	0,01853
	- Paraíba do Sul	Deliberação CBH-PS nº 05	Nov/06	0,02000
	Comitê PCJ	Deliberação dos Comitês PCJ nº 160	Dez/12	0,02550
	Rio Sorocaba e Médio Tietê	Deliberação CBH-SMT nº 208	Out/08	0,02900
	Baixo Tietê	Deliberação CBH-BT nº 090	Ago/09	0,02400
	Alto Tietê	Deliberação CBH-AT nº 012	Out/09	0,02000
	Tietê Jacaré	Deliberação CBH-TJ nº 05	Nov/09	0,02100
	Tietê Batalha	Deliberação CBH-TB nº 012	Abr/10	0,02000
	Baixada Santista	Deliberação CBH-BS nº 157	Set/09	0,02000
	Ribeira do Iguape e Litoral Sul	Deliberação CBH-RB nº 135	Dez/10	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

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

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 ANA²¹.

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

²¹ Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaarrecadacao/Cobranca_Legislacao.aspx. Acesso em 12/07/2017.

Observa-se no Quadro 2 que nem todas as UF's brasileiras apresentam política para cobrança dos recursos hídricos, enquanto outras são regidas por mais de uma legislação, no caso Minas Gerais, Paraíba e São Paulo. Essa situação acontece por haver mais de uma bacia hidrográfica no Estado e cada bacia 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 Sergipe²². Salienta-se que, para alguns Estados, que possuem mais de uma legislação de cobrança para o uso dos recursos hídricos, a legislação cuja cobrança ainda não foi iniciada, conforme consta na página eletrônica da ANA, foi suprimida do Quadro 2. Para efeito de constatação o ocorrido se deu nos seguintes estados: Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo.

4. METODOLOGIA

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), dado que a mesma é o órgão brasileiro gere as questões ligadas a recursos hídricos e, todas as legislações são encaminhadas para a Agência, para conhecimento e providências pertinentes da ANA.

Conforme pôde ser observado no Quadro 2, 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 no Estado, 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. Com relação aos Estados que apresentam mais de um valor utilizou-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 as Bacias Hidrográficas. Faz-necessário, no entanto a explicação do motivo para a seleção de alguns valores específicos:

- ↳ Minas Gerais:
 - ↳ R\$ 0,01853 – por ser a Deliberação mais recente para Bacia do Rio Paraíba do Sul;
 - ↳ R\$ 0,00040 e R\$ 0,00383 – por serem os valores mais recentes para BHRSF;
 - ↳ R\$ 0,00675 e R\$ 0,01350 – por serem os valores mais recentes para Bacia do Rio Doce.
- ↳ São Paulo:
 - ↳ R\$ 0,01853 – por ser a Deliberação mais recente para Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Para as UF onde não há cobrança pelo uso da água em vigência, 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 médio para o Brasil, similarmente ao ocorrido para gerar a média da Macrorregião, esse foi construído a partir dos valores estaduais originais.

Uma vez apresentada a metodologia utilizada para valorar a água virtual, a próxima seção é dedicada à explanação dos resultados apurados.

²² Não significa dizer que a BHRSF abarque esses Estados em sua totalidade.

5. RESULTADOS

A Figura 3 esboça o valor da água virtual por UF brasileira. Dos 27 Estados brasileiros, 11 não possuem política de cobrança para o uso da água contra 16 onde existe legislação vigente (Figura 3). Chama-se atenção para dois estados: i) Paraná, onde há legislação vigente, entretanto os agricultores são isentos de cobrança; e, ii) Tocantins, onde a cobrança ainda não foi iniciada, conforme informação na página eletrônica da ANA. Ressalta-se que Minas Gerais e São Paulo apresentaram diversos valores de cobrança, por esse motivo houve a necessidade de se estabelecer uma média para o Estado. Pode-se observar que São Paulo é o estado que tem maior valor, médio, para a água virtual, R\$ 0,0231/m³ enquanto que o menor valor, R\$ 0,00040/m³, foi apurado nas UF's cuja legislação é regida pela BHRSF, Alagoas, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Pernambuco e Sergipe, considerando-se apenas os Estados que fazem a cobrança pelo uso da água. No caso hipotético de se ter a cobrança acontecendo conforme apresentado no mapa da Figura 3, o menor valor seria auferido ao estado do Tocantins, R\$ 0,00038/m³.



Figura 3 – Valor da água virtual por Estado brasileiro – R\$/m³

* Valor médio da Macrorregião.

** Valor médio estadual.

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das pesquisas

Identificou-se o valor de R\$ 0,01004/m³ para o valor médio nacional de água virtual, 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. 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.

6. CONCLUSÃO

A água é um recurso abundante no Planeta Terra, porém apenas 2,53% é considerada própria para o consumo (água doce) e o Brasil é o país que mais detêm esse recurso, 13,22% de toda água doce do mundo encontra-se em território brasileiro. Mesmo sendo grande

detentor de água, a mesma é mal distribuída entre as regiões do País, o que gera a necessidade de estudos voltados a esse recurso natural.

O objetivo principal do presente trabalho foi precificar a água virtual, que é a água utilizada no processo de produção, sendo os do grupo alimentício os que mais agregam valor em sua cadeia produtiva. Para tal precificação fez-se uso dos valores contidos na legislação que rege a cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil. Cabe destacar que a cobrança não ocorre em todos os Estados, em contra partida estados como Minas Gerais e São Paulo têm políticas diferentes de cobrança dentro do próprio Estado. Fez necessário, assim, a estimativa de uma média estadual para os mesmos. Para os Estados onde não há incidência de legislação para cobrança dos recursos hídricos utilizou-se a média da Macrorregião brasileira.

Dos estados que apresentam cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o maior valor foi auferido para São Paulo, R\$ 0,02301/m³, enquanto que o menor valor, R\$ 0,00040/m³, pode ser notado em Alagoas, na Bahia, no Distrito Federal, em Goiás, em Pernambuco e no Sergipe. No tocante às Microrregiões para a Centro-Oeste obteve-se o menor valor, R\$ 0,00040/m³, já o Sudeste registrou o maior valor apurado, R\$ 0,01595/m³. Ressalta-se que não está sendo considerado a região Sul, dado que o único Estado em que existe legislação de cobrança, isenta os agricultores. Para o Brasil como um todo, o valor médio da água virtual foi estimado em R\$ 0,01004/m³.

Salienta-se que o estudo visou identificar o valor da água virtual para auxiliar na execução de outros trabalhos, como por exemplo, a identificação do valor implícito exportado com a água virtual que sai do país embutida, principalmente, nos produtos agropecuários, para a análise do custo-benefício dessa mesma exportação. Sendo este estudo o primeiro que se propôs a auferir um valor para este tipo de água, o mesmo não tem a pretensão de exaurir o assunto, mas sim abrir a discussão sobre a questão de água, bem como servir de base para possíveis políticas voltadas ao gerenciamento dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTO

Ao Instituto Escolhas pela concessão de bolsa de mestrado para a autora Jaqueline Gisele Gelain.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. Brasília. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995. 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

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

ANA – Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília. 2013. Disponível em: <<http://www.arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 29/04/2014

_____. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil – 2014: relatório síntese. Brasília. 2016a. Disponível em: <<http://www.arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 30/04/2017

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

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

AYOO, C. A.; HORBULYK, T. M. The potential and promise of water pricing. *Journal of International Affairs*, Vol. 61, No. 2, Water a Global Challenge. 2008. 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

BERBEL, J.; MESA-JURADO, M. A.; PISTÓN, J. M. Value of irrigation water in Guadalquivir Basin (Spain) by residual value method. *Water Resour Manage*. 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. *Procedia Economics and Finance*. 2014, 8, pp. 73-82. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/procedia>>. Acesso em 05/04/2017

BOZORG-HADDAD, O.; et al. 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 9.433, 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

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*. 2000, Brasília, v.17, n.3, pp. 59-81. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br>>. Acesso em 14/04/2017

CARVALHO, G. B. B. DE; et al. Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Brasil. 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br>>. Acesso em 13/04/2017

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

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.; VAZIRZADEH, S. Water pricing for agricultural production in the south of Iran. *Water Resour Manage.* 2009, 23, pp. 957-964. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. DOI 10.1007/s11269-008-9308-y. Acesso em 14/04/2017
- 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
- EXPÓSITO, A.; BERBEL, J. Why is water pricing ineffective for deficit irrigation schemes? A case study in southern Spain. *Water Resour Manage.* 2017, 31, 1047-1059. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. DOI 10.1007/s11269-016-1563-8. Acesso em 14/04/2017
- FAROLFI, S.; GALLEGO-AYALA, J. Domestic water access and pricing in urban areas 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>>. Acesso em 24/06/2017
- GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Valoração e cobrança pelo uso da água: uma abordagem econômico-ecológica. 2013. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, v. 34, n. 125, p. 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
- 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.* IHE, Delft, The Netherlands, 2002. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 16/11/2013
- HOEKSTRA, A. Y.; et al. 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
- 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
- ICWE – International Conference on Water and the Environment: Development issues for the 21st century. World Meteorological Organization (WMO). Genève, Switzerland, 1992. Disponível em: <<https://www.ircwash.org>>. Acesso em 15/06/2017
- JERÓNIMO, J. A.; et al. Impactes do preço da água na agricultura no perímetro irrigado do Vale de Caxito. 2015. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Piracicaba-SP, Vol. 53, N° 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. 2000. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org>>. Acesso em 14/04/2017
- JONES, T. Pricing water. *OECD Observer*, N° 236. OECD. 2003. Paris. Disponível em: <<http://oecdobserver.org>>. Acesso em 16/06/2017
- KANAKOUDISA, V.; et al. 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

- 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*. 2004, Focus, 4, pp. 253-262. Kluwer Academic Publishers. 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. *Estatísticas e Dados Básicos de Economia Agrícola*. Abril/2017. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 15/07/2017
- 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*, n° 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*, n° 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*, n° 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*, n° 48, IHE, Delft, The Netherlands, 2010d. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>. Acesso em 28/02/2014
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução n° 32, de 21 de outubro de 2003. Divisão Hidrográfica Nacional. Brasília. 2003. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br>>. Acesso em 19/09/2014
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Resolução n° 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 Resour Manage*. 2007. 21, pp. 861-871. Disponível em: <<https://link-springer-com>>. DOI 10.1007/s11269-006-9104-5. Acesso em 14/04/2017
- 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>>. Acesso em 06/06/2017
- 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.; et al. A cobrança pelo uso da água bruta rural. 2009. Porto Alegre. 47º Sober. 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. 2011. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 143-172. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 14/04/2017
- SERRANO, L. M.; CARVALHO, M. V. Cobrança pelo uso de recursos hídricos e tarifas de água e de esgoto: uma proposta de aproximação. 2013. *Revista UFMG*, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 306-333. Disponível em: <<https://www.ufmg.br>>. Acesso em 13/04/2017
- 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.; et al. 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>>. Acesso em 25/06/2017
- VEETTIL, P. C.; et al. 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
- ZHAO, J.; NI, H.; PENG, X.; LI, J.; CHEN, 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, 20-31. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agwat>>. Acesso em 06/06/2017