



POTENCIAL ECONÔMICO DE MERCADOS DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO  
NA BACIA DO RIO SÃO MARCOS

Morganna Werneck Capodeferro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador(es):           Jerson Kelman  
  José Paulo Soares de Azevedo

Rio de Janeiro  
Junho de 2020

POTENCIAL ECONÔMICO DE MERCADOS DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO  
NA BACIA DO RIO SÃO MARCOS

Morganna Werneck Capodeferro

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Orientadores: Jerson Kelman

José Paulo Soares de Azevedo

Aprovada por: Prof. Jerson Kelman

Prof. José Paulo Soares de Azevedo

Dr. Bruno Collischonn

Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto

Prof.<sup>a</sup> Rosa Maria Formiga Johnsson

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JUNHO DE 2020

Capodeferro, Morganna Werneck

Potencial econômico de mercados de água: um estudo de caso na bacia do rio São Marcos/ Morganna Werneck Capodeferro. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2020.

XII, 169 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Jerson Kelman

José Paulo Soares de Azevedo

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Civil, 2020.

Referências Bibliográficas: p. 154 – 163

1. Mercados de água. 2. Gerenciamento de recursos hídricos. 3. Eficiência alocativa. I. Kelman, Jerson *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. III. Título

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Viviane e Dercival, pelo apoio e pelas oportunidades que me proporcionaram.

Ao meu companheiro, Gregório, por ter estado ao meu lado durante toda essa fase, por ter me ouvido sempre que precisei e por ter sempre acreditado em mim.

Ao meu orientador e inspiração profissional prof. Jerson Kelman. Agradeço enormemente pela oportunidade de ter sido sua orientada, por toda paciência e todos os ensinamentos.

Ao meu também orientador prof. José Paulo, pelos ensinamentos ao longo de toda minha trajetória acadêmica. Obrigada pela confiança.

Ao Bruno Collischonn, que atuou quase como um coorientador, meu muito obrigada pelo suporte, paciência e dedicação. Muitas das análises feitas neste trabalho não teriam sido possíveis sem a sua ajuda e conhecimento técnico.

Ao FGV CERI, onde surgiu a ideia para o desenvolvimento deste trabalho, agradeço por ter possibilitado e proporcionado meu desenvolvimento profissional. Em especial, meu muito obrigada a Juliana, amiga e parceira de equipe, pela força e pelas incansáveis discussões.

Ao Programa de Engenharia Civil da COPPE por ter contribuído tanto para meu crescimento acadêmico. Por todos os desafios que me foram postos, pela oportunidade de conviver com excelentes professores, por todo amadurecimento que hoje carrego.

À Agência Nacional de Águas pelos dados e informações disponibilizadas, os quais tornaram viáveis o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço ao corpo técnico da Agência sempre muito delicado e solícito.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma auxiliaram na elaboração deste trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

POTENCIAL ECONÔMICO DE MERCADOS DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO  
NA BACIA DO RIO SÃO MARCOS

Morganna Werneck Capodeferro

Junho/2020

Orientadores: Jerson Kelman

José Paulo Soares de Azevedo

Programa: Engenharia Civil

Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos não se mostram adequados para gerir a água, quando essa é escassa. A alocação de água, que se dá por meio da concessão da outorga, não considera critérios de eficiência econômica; ao mesmo tempo a cobrança a ela associada não cumpre com pelo menos dois de seus objetivos: não dá a indicação do real valor da água e não incentiva o seu uso racional. Somado a isso, não há instrumentos que possibilitem realocar a água, o que acaba por confiná-la aos usos iniciais, por vezes ineficientes. Identifica-se haver oportunidade para a inserção do mercado de água como instrumento adicional que promova a (re)alocação eficiente do recurso. Este trabalho tem por objetivo verificar os ganhos, em termos de benefícios econômicos, do uso dos mercados de água. Selecionou-se para estudo de caso a bacia do rio São Marcos, que há cerca de uma década é palco de conflito pelo uso da água entre irrigantes e o setor elétrico. A agricultura irrigada é o setor que na maior parte do tempo valoriza mais a água, apesar disso vê seu crescimento limitado pela indisponibilidade hídrica. Simulou-se qual teria sido o ganho econômico se a agricultura da região pudesse ter expandido via mercado e se, nos períodos em que o setor elétrico revelasse maior disposição a pagar pela água, como em 2014, essa fosse realocada em seu benefício. Conclui-se que os mercados de água teriam resultado no aumento da renda do país e contribuído para a compatibilização da demanda por água na bacia.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

THE ECONOMIC POTENTIAL OF WATER MARKETS: A CASE STUDY IN THE  
SÃO MARCOS RIVER BASIN

Morganna Werneck Capodeferro

June/2020

Advisors: Jerson Kelman

José Paulo Soares de Azevedo

Department: Civil Engineering

The instruments of the National Water Resources Policy do not prove adequate in managing water when it is scarce. The allocation of water, through permits, does not take efficiency criteria into account. At the same time, the water charge does not meet at least two of its goals: it does not indicate the real value of water and does not encourage its rational use. Also, there are no instruments that make it possible to reallocate water, which therefore ends up confining it to its initial uses, which are often inefficient. An opportunity is identified for the inclusion of water markets as an additional instrument that may be able to promote the efficient allocation or reallocation of water. This dissertation aims to verify the gains of exploring water markets in terms of economic benefits. The São Marcos River Basin was selected for a case study. The basin has been the stage of a water conflict between irrigators and the electricity sector for about a decade. Irrigated agriculture is the sector that values water the most the majority of the time. Nevertheless, its growth is limited by water unavailability. This dissertation simulates what the economic gain would have been if agriculture in the region could have expanded via water markets and if, in periods when the electricity sector revealed a greater willingness to pay for water (as in 2014), it had been reallocated to its benefit. The conclusion is that water markets would have resulted in higher income for the country and helped to reconcile the demand for water in the basin.

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1. Considerações Iniciais .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Justificativa .....	3
1.4. Metodologia da pesquisa .....	4
1.5. Estrutura do Trabalho .....	4
2. A Abordagem Econômica no Gerenciamento de Recursos Hídricos .....	6
2.1. Cobrança (mecanismo de preço).....	8
2.2. Mercado de água (mecanismo de quantidade).....	9
2.3. Definir preço ou limitar quantidade? .....	10
3. O Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil.....	13
3.1 A outorga de direitos de uso .....	14
3.2. A cobrança pelo uso da água .....	14
3.3. Fragilidades identificadas .....	18
4. Mercados de Água: Revisão de Literatura .....	20
4.1. Potencialidades .....	20
4.2. Limitações.....	27
4.3. Requisitos para mercados efetivos.....	40
4.4. Experiências internacionais .....	57
5. Mercados de Água: o Contexto Brasileiro .....	84
5.1. O PL 495/2017.....	84
5.1.1. Análise das propostas .....	86
5.2. Experiência do Ceará .....	91
6. Estudo de Caso: a Bacia do Rio São Marcos .....	96
6.1. Agricultura irrigada.....	98
6.2. Geração de energia.....	101
6.3. Histórico do conflito .....	103
6.4. Impactos sobre Batalha .....	111
6.5. Valor da água na bacia.....	116
6.5.1. Valor da água para a irrigação .....	116
6.5.2. Valor da água para a produção de energia.....	129
6.5.3. Água na irrigação X na geração hidrelétrica .....	131
6.5.4. Cobrança na bacia.....	134

6.6. Resultados e discussões .....	135
6.6.1. Benefício econômico com o uso da água .....	136
6.6.2. Ganhos de mercado .....	144
7. Considerações finais.....	148
8. Referências Bibliográficas.....	154

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação dos instrumentos da PNRH. ....	13
Figura 2: Comparação, por setor, entre a sua participação dentre as vazões outorgadas pela ANA e a sua participação na arrecadação das bacias interestaduais. ....	17
Figura 3: Comparação, por setor, entre a sua participação dentre as vazões outorgadas pelos estados e a participação na arrecadação das bacias estaduais. ....	18
Figura 4: Alocação de água em rio hipotético. ....	29
Figura 5: Exemplo de transação em um mercado passível de gerar externalidades.....	30
Figura 6: Localização da bacia do rio São Marcos. ....	96
Figura 7: localização do rio São Marcos.. ....	97
Figura 8: Pivôs identificados em 2017 na bacia do rio São Marcos. ....	99
Figura 9: Evolução da área irrigada na bacia do rio São Marcos e especificamente em sua parte alta. ....	100
Figura 10: Cascata de usinas após Batalha. ....	101
Figura 11: Linha do tempo da implantação da UHE Batalha. ....	103
Figura 12: Alteração das vazões reservadas para usos consuntivos a montante da UHE Batalha. ....	106
Figura 13: Proposta de aumento das vazões reservadas para usos consuntivos a montante de Batalha. ....	108
Figura 14: Síntese da evolução do conflito na bacia do rio São Marcos. ....	110
Figura 15: Estimativa da evolução do consumo de água ( em m <sup>3</sup> ) no Alto São Marcos .....	112
Figura 16: Evolução das vazões afluentes à Batalha.....	113
Figura 17: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de fevereiro a maio .....	132
Figura 18: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de junho a setembro. ....	133
Figura 19: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia nos anos em que houve necessidade de irrigação durante o ciclo de produtivo de outubro a janeiro. ....	133
Figura 20: Pivôs centrais mapeados em 2014 .....	164
Figura 21: Pivôs centrais mapeados em 2010 .....	165
Figura 22: Estimativa da localização dos pivôs em 2005.....	166
Figura 23: Estimativa da localização dos pivôs em 2000.....	167

Figura 24: Estimativa da localização dos pivôs em 1990.....	168
Figura 25: Estimativa da localização dos pivôs em 1985.....	169

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Síntese das potencialidades e limitações dos mercados de água. ....	37
Tabela 2: Síntese das experiências internacionais. ....	83
Tabela 3: Impactos socioeconômicos da produção de arroz, em comparação com outras culturas, dentre elas frutas. ....	93
Tabela 4: Redução da área dedicada ao cultivo de arroz como resposta aos incentivos constantes no “Plano de uso racional das Águas do Vale”. ....	94
Tabela 5: Simulação da redução da energia assegurada de Batalha. ....	114
Tabela 6: Distribuição espaço-temporal das culturas irrigadas no São Marcos. ....	116
Tabela 7: Ciclo agrícola idealizado para a bacia do São Marcos. ....	117
Tabela 8: Valores de $ET_0$ relativos ao município de Cristalina. ....	118
Tabela 9: Valores definidos para $K_c$ . ....	119
Tabela 10: Evolução dos custos de produção em R\$/ha por cultura e por município consultado. ....	122
Tabela 11: Tarifa média de fornecimento com impostos (em R\$/MWh) da CELG-D nas categorias “rural” e “rural irrigante”, bem como a tarifa média considerada para cálculo dos custos com energia. ....	123
Tabela 12: Preço médio de comercialização (em R\$/kg) por ciclo produtivo e por cultura. ....	124
Tabela 13: Produtividades consideradas de sequeiro ( $Y_a$ )(kg/ha). ....	126
Tabela 14: Diferença entre as produtividades na irrigação e no sequeiro(kg/ha). ....	128
Tabela 15: Produtividade do feijão de 3ª safra (irrigado), média do estado de Goiás, em kg/ha. ....	129
Tabela 16: Média dos CMOs (em R\$/MWh) em cada um dos períodos analisados. ....	130
Tabela 17: Produtibilidade (em MW/m <sup>3</sup> /s) de Batalha e das usinas que formam a cascata a jusante dela. ....	131
Tabela 18: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de fevereiro a maio (R\$/m <sup>3</sup> ). ....	132
Tabela 19: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de junho a setembro. ....	132
Tabela 20: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de outubro a janeiro. ....	133
Tabela 21: Distribuição do consumo de água entre os ciclos produtivos. ....	137
Tabela 22: Volume consumido(m <sup>3</sup> ) por cultura e por ciclo produtivo ano a ano. ....	137

Tabela 23: Volume turbinado(m <sup>3</sup> ) por período equivalente aos ciclos produtivos analisados ano a ano. ....	138
Tabela 24: Benefício econômico gerado através do uso da água na irrigação considerando o cenário-base. ....	138
Tabela 25: Benefício econômico gerado na produção de energia elétrica através do volume turbinado considerando o cenário-base. ....	138
Tabela 26: Benefício econômico total gerado pelo uso da água na irrigação e na produção de energia no Alto São Marcos no cenário-base. ....	138
Tabela 27: Volume consumido(m <sup>3</sup> ) por cultura e por ciclo produtivo ano a ano. ....	139
Tabela 28: Volume turbinado(m <sup>3</sup> ) por período equivalente aos ciclos produtivos analisados ano a ano. ....	140
Tabela 29: Benefício econômico gerado através do uso da água na irrigação considerando o cenário-outorga. ....	140
Tabela 30: Benefício econômico gerado na produção de energia elétrica através do volume turbinado considerando o cenário-outorga. ....	140
Tabela 31: Benefício econômico total gerado pelo uso da água na irrigação e na produção de energia no Alto São Marcos no cenário-outorga. ....	140
Tabela 32: Aumento do consumo em função da expansão da área irrigada. ....	142
Tabela 33. Volume consumido(m <sup>3</sup> ) por cultura e por ciclo produtivo ano a ano. ....	143
Tabela 34: Volume turbinado(m <sup>3</sup> ) por período equivalente aos ciclos produtivos analisados ano a ano. ....	143
Tabela 35: Benefício econômico gerado através do uso da água na irrigação considerando o cenário-mercado. ....	144
Tabela 36: Benefício econômico gerado na produção de energia elétrica através do volume turbinado considerando o cenário-mercado. ....	144
Tabela 37: Benefício econômico total gerado pelo uso da água na irrigação e na produção de energia no Alto São Marcos no cenário-mercado. ....	144
Tabela 38: Comparativo entre os cenários analisados. ....	144
Tabela 39: Ganhos relativos na comparação entre o cenário de mercado e os demais. ....	145

## 1. Introdução

### 1.1. Considerações Iniciais

A abordagem tradicional de gerenciamento de recursos hídricos (GRH) já não se mostra capaz de fazer frente às incertezas relativas à disponibilidade de água – em parte movidas pelas alterações do clima (ADLER, 2008). O aumento da escassez de água e da preocupação com a qualidade da mesma trouxeram novas abordagens para a gestão do seu uso (JOHANSSON *et al.*, 2002). O enfoque que antes era voltado ao aumento da oferta de água foi sendo direcionado para a gestão da demanda e, conseqüentemente, para os diversos instrumentos que podem ser utilizados para, a partir de uma oferta fixa, promover o uso eficiente da água (ENDO *et al.*, 2018; GVces e ANA, 2018). Dentre esses instrumentos estão inseridos os instrumentos econômicos (IE's) que, conforme pontua Grimble (1999), passam a ser indispensáveis ao GRH quando a água se torna escassa.

Resta clara a tendência mundial de crescimento da demanda por água – reflexo do aumento populacional e de renda – e do lado da oferta, a tendência de aumento da vulnerabilidade hidrológica (EASTER e HUANG, 2014a). Isto indica que cenários de escassez possivelmente serão cada vez mais a regra e menos a exceção em todo o mundo. No Brasil, essa realidade não difere; ainda que o país seja conhecido pela sua abundância em água, mais de 10% das cidades brasileiras enfrentam problemas de seca intensos ou moderados, tendo 35% das cidades enfrentado escassez de água entre 2012 e 2016 (PETTERINI, 2018). Mais ainda, os episódios de escassez hídrica que antes se limitavam à região Nordeste, atingem hoje cidades economicamente importantes para o país como São Paulo, Belo Horizonte e Brasília. O sistema de GRH nacional, no entanto, não parece estar munido de instrumentos que enxerguem o recurso como escasso, isto é, capazes de promover a eficiência em seu uso.

A outorga, instrumento a partir da qual se dá alocação de água, não considera critérios de eficiência econômica; na prática, havendo disponibilidade de água o órgão gestor tende a conceder o direito de uso do recurso hídrico. A cobrança que vem associada à outorga em teoria seria capaz de corrigir eventuais fragilidades do mecanismo alocativo ao induzir o usuário a reconhecer o valor econômico da água, o que restringiria seu uso àqueles usuários que a valorizassem acima de determinado preço. No entanto, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos não foi extensivamente implementada nas bacias hidrográficas brasileiras e aquelas que exercem a cobrança o fazem a preços incapazes de alterar o

padrão de uso da água do usuário. Somado a isso, o arcabouço regulatório não prevê instrumentos capazes de promover a realocação da água, o que a confina a usos por vezes ineficientes. A realocação se torna possível em situações de escassez hídrica, o que ocorre mediante negociação, caso a caso, entre o órgão gestor e as partes, e o que no geral não envolve compensação financeira. Essa alocação negociada não necessariamente conduz a uma alocação eficiente, e por consequência, não garante a minimização das perdas econômicas em tempos de reduzida oferta hídrica.

Diante das apontadas fragilidades do sistema de GRH brasileiro e diante de um contexto no qual deixa de ser justificável a manutenção de usos perdulários dos recursos hídricos, os mercados de água surgem como um instrumento alternativo de gestão. Tal instrumento, cujo objetivo é o aumento da eficiência econômica do uso do recurso hídrico (GRAFTON *et al.*, 2011) promove a realocação da água entre usuários, direcionando a água para o usuário que atribui maior valor ao recurso. Essa realocação, como o próprio nome sugere, é fruto de uma negociação de mercado em que ambas as partes são beneficiadas, visto que o usuário que cede o seu direito de uso não o fará a valor inferior ao que ele deixará de ganhar pela não utilização da água (CAMPOS *et al.*, 2002). Levanta-se, portanto, a hipótese de que caso os mercados de água fossem acrescentados ao leque de instrumentos de GRH brasileiros, esses poderiam ser acionados em situações de escassez hídrica e contribuir para o aumento da renda gerada a partir da utilização da água.

## 1.2. Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho é verificar a efetividade dos mercados de água, em termos de aumento do benefício econômico com o uso da água, no contexto brasileiro. Para tanto, toma-se como estudo de caso a bacia do rio São Marcos.

Como objetivos específicos destacam-se:

- (i) Apontar o que um mercado de água efetivo pode proporcionar (potencialidades) e quais são as limitações do instrumento;
- (ii) Identificar quais os fatores necessários para que um mercado de águas atinja os objetivos a que se propõe. A partir disso, conectá-los à realidade brasileira, explicitando possíveis barreiras ao funcionamento do instrumento no país;
- (iii) Analisar a proposta legislativa de introdução dos mercados de água no Brasil;
- (iv) Estimar o benefício econômico que um mercado de água teria proporcionado na bacia do São Marcos; e

- (v) Identificar em que medida o mercado poderia ter auxiliado na compatibilização dos usos entre irrigantes e a geração de energia hidrelétrica na bacia.

Não se inclui entre os objetivos do trabalho, a proposição de arranjo para a introdução de um mercado de água na bacia do rio São Marcos.

### 1.3. Justificativa

“Existe interesse crescente em mercados de água como opção para o enfrentamento da escassez hídrica” (ENDO *et al.*, 2018, p.2). No cenário internacional, alguma forma de mercado de água (seja formal ou informal) existe em países como os Estados Unidos, México, Austrália, África do Sul, Chile, Índia, China, Israel, Portugal e Espanha (PETTERINI, 2018). No caso particular do oeste americano, da bacia do rio *Murray-Darling* (Austrália) e do Chile, seus mercados de água se encontram estabelecidos há algumas décadas.

A introdução desse instrumento no Brasil está em discussão no Congresso por meio do Projeto de Lei (PL) 495/2017, de autoria do senador Tasso Jereissati. O PL propõe incorporar o mercado de água à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o que demonstra a relevância deste tema. A proposta de se adicionar os mercados de água aos cinco instrumentos de GRH existentes parece estar em linha com o reconhecimento de que os instrumentos atualmente disponíveis se mostram limitados para gerir a água em situações de escassez.

Com relação ao estudo de caso proposto, a escolha da bacia do rio São Marcos se justifica devido à existência de um conflito pelo uso da água entre dois setores influentes: agricultura e o setor elétrico. De um lado, a vocação agrícola da região a transformou no segundo polo nacional em área irrigada por pivô central (ANA, 2019a); de outro, o setor elétrico perpetua sua influência em função da representatividade da hidroeletricidade na matriz elétrica brasileira. A disputa pela água na região foi reconhecida há uma década e segue sem solução, o que mostra que os atuais mecanismos aplicados ao GRH não estão sendo suficientes para promover a compatibilização dos usos entre os dois setores.

Ademais, a Agência Nacional de Águas (ANA) em 2010 conduziu um estudo para estimar os valores da água para irrigação e para geração hidrelétrica na bacia (ANA, 2010a), o que indica que a Agência em algum momento cogitou apoiar suas decisões alocativas em critérios econômicos. Aliado a isso, em pesquisa com o objetivo de compreender a

percepção de especialistas quanto à adoção dos mercados de água no Brasil, GVces e ANA (2018) apontam a bacia do rio São Marcos como uma área propensa a uma primeira experiência com mercados de água no país.

#### 1.4. Metodologia da pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido com base em revisão de literatura envolvendo: (i) o uso de mecanismos de mercado no GRH; (ii) os instrumentos adotados no GRH brasileiro; (iii) os fundamentos teóricos dos mercados de água; e (iv) as evidências/resultados dos mercados de água internacionais.

A partir da revisão bibliográfica acerca do GRH brasileiro, realizou-se uma análise crítica no que diz respeito à capacidade dos seus instrumentos de promover a eficiência do uso da água.

A contextualização do estudo de caso foi feita a partir das resoluções e deliberações emitidas pela ANA e pelo comitê de bacia do rio Paranaíba. A estimativa do benefício econômico gerado pela eventual atividade de um mercado foi feita a partir da definição de cenários e da alternância do valor da água entre os setores usuários. A metodologia específica adotada para o cálculo do valor da água para a agricultura irrigada e para a produção de energia elétrica é detalhada no item 6.5.

#### 1.5. Estrutura do Trabalho

Após este capítulo introdutório, discorre-se no capítulo 2 sobre o uso de IEs no GRH, apresentando-se a fundamentação teórica envolvida na aplicação desses instrumentos e explorando-se especificamente dois deles: a cobrança pelo uso do recurso hídrico e os mercados de água.

No capítulo 3, as fragilidades do GRH brasileiro são pontuadas a partir da análise dos instrumentos outorga e cobrança; argumenta-se o porquê sugerir a inserção de novos IEs. No capítulo 4 são apresentados, a partir de revisão bibliográfica, os benefícios oferecidos pelos mercados de água, quando esses são adotados como instrumento de GRH. São também identificados os pontos fracos do instrumento, isto é, em quais questões ele pode vir a falhar ou mesmo quais características dos mercados de água que impedem ou dificultam a sua maior difusão e conseqüentemente a entrega dos resultados esperados. Ainda no capítulo 4 são apresentados alguns requisitos para o funcionamento de mercados

efetivos, bem como são resgatadas experiências internacionais de mercados bem estabelecidos (oeste americano, *Murray-Darling* e Chile).

O capítulo 5 apresenta e examina o Projeto de Lei que propõe a introdução dos mercados de água no Brasil. O capítulo seguinte (capítulo 6) se dedica ao estudo de caso da bacia do rio São Marcos. São apresentados o conflito instaurado na região e a metodologia utilizada para estimar o valor da água para a agricultura irrigada e para a produção de energia. A partir da definição de três cenários comparativos, calcula-se os possíveis ganhos, em termos de benefício econômico gerado, caso as transações de direitos de uso fossem autorizadas. Por fim são apresentadas as considerações finais do trabalho.

## 2. A Abordagem Econômica aplicada ao Gerenciamento de Recursos Hídricos

A água é um recurso escasso e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997), o que faz com que a sua alocação possa ser encarada como um problema da mesma natureza (HORBULYK e ADAMOWICZ, 1997). A eficiência econômica no uso da água implica em se fazer o maior e melhor uso da água disponível ao menor custo (HORBULYK e ADAMOWICZ, 1997). Em outras palavras, entende-se por eficiência alocativa de recursos hídricos “aquela que maximiza os benefícios líquidos para a sociedade usando a tecnologia e oferta de água existentes” (JOHANSSON *et al.*, 2002, p.175).

A teoria econômica sugere que a eficiência alocativa pode ser atingida através das interações de mercado, no chamado ponto de equilíbrio do mercado (VARIAN, 2015). No entanto, isso não é verdade para o caso da água, pois o mercado por si só não é capaz de alocar a água eficientemente devido à existência de falhas de mercado. A água, na condição geral de bem econômico, pode apresentar características de rivalidade<sup>1</sup> e não-exclusividade<sup>2</sup>, que conduzem a duas das clássicas falhas: tragédia dos comuns e externalidades.

A tragédia dos comuns se caracteriza pela superexploração de um recurso natural quando esse é de livre acesso (KEOHANE e OLMSTEAD, 2016). Na ausência de regulação, a soma dos interesses individuais resulta em um nível de utilização do recurso superior ao ótimo (KELMAN, 2009) e, portanto, distante do ponto de equilíbrio do mercado. Essa falha de mercado pode ser superada através do estabelecimento de direitos de propriedade claros e seguros sobre recursos que anteriormente eram acessíveis a todos. A tragédia dos comuns está fortemente relacionada à noção de externalidade, outra falha de mercado, na medida em que cada agente ignora as consequências que impõe sobre os outros ao individualmente explorar o recurso e assim torna-lo indisponível para os demais agentes. Conceitualmente, “uma externalidade acontece quando as ações de um indivíduo (ou firma) têm um efeito direto, não intencional e não compensado no bem-estar de outros indivíduos ou nos lucros de suas firmas” (KEOHANE e OLMSTEAD, 2016, p.66). Dessa

---

<sup>1</sup> Um bem é considerado rival quando o seu consumo por uma pessoa reduz a quantidade disponível para os outros (GVces e ANA, 2018).

<sup>2</sup> “A não-exclusividade de um determinado bem se refere ao fato de que seu uso por um indivíduo não impede o uso concomitante por outros” (NUSDEO, 2006, p. 362).

forma, o uso da água pode gerar externalidades devido à característica de rivalidade do bem, enquanto a poluição da água é em si uma externalidade negativa.

Para fins ilustrativos basta imaginar dois produtores localizados em um mesmo rio que utilizam água como insumo produtivo. Um usuário localizado a montante, a fim de maximizar seu lucro, irá aumentar a sua produção, o que possivelmente acarretará em maior poluição e na sobreutilização da água. A decisão deste agente não apenas reduzirá a disponibilidade de água para o usuário de jusante, como também poderá impor custos adicionais ao processo produtivo do outro em decorrência da poluição gerada. Como os custos impostos aos terceiros são ignorados e apenas os custos privados são levados em consideração durante a tomada de decisão do quanto produzir por parte de cada agente, a externalidade leva o mercado a falhar, não conduzindo à eficiência alocativa, ou em outras palavras, à solução ótima de Pareto<sup>3</sup>. Neste caso, o aumento do bem-estar do agente que capta água e que produz em quantidade superior ao desejável afeta o bem-estar de outro usuário, na medida em que reduz o acesso desse a um de seus insumos produtivos e que o expõe à poluição.

Apesar da existência das falhas de mercado, a teoria econômica sugere que o caminho para lidar com elas não é evitar o mercado, mas sim tentar adequá-lo através da: (i) precificação; (ii) atribuição de direitos de propriedade e criação de mercados (KEOHANE e OLMSTEAD, 2016). Dessa forma, os IEs aplicáveis ao GRH se utilizam desses princípios para restaurar a eficiência do mercado, e por isso diz-se que eles são baseados em mercado. Na realidade esses instrumentos precificam a água seja explícita (mecanismos de preço) ou implicitamente (mecanismos de quantidade) na tentativa de refletir a sua escassez e as externalidades associadas ao seu uso (GVces e ANA, 2018), sob o entendimento de que os usuários respondem a incentivos e desincentivos financeiros (GRIMBLE, 1999).

Keohane e Olmstead (2016) defendem que os IEs representam poderosas e abrangentes componentes das políticas ambientais. Tais instrumentos vêm ganhando espaço no GRH como alternativa às intervenções para aumento da oferta hídrica por serem capazes de gerenciar a demanda dada uma quantidade fixa de água. É exatamente em um contexto

---

<sup>3</sup> Uma situação econômica é dita eficiente no sentido de Pareto (solução ótima de Pareto) se não existir nenhuma forma de melhorar a situação de uma pessoa sem piorar a de outra (VARIAN, 2015).

de limitação da oferta de água e de aumento da escassez e da preocupação com as questões ambientais que muitas das economias desenvolvidas têm optado pelo uso desses instrumentos no GRH (WHEELER *et al.*, 2017).

Nos itens a seguir, atenção é voltada para dois dentre os IEs aplicáveis ao GRH, conforme a seguinte divisão:

- Cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Mercados de água; e
- Quando optar pela cobrança ou quando a escolha deve ser pelos mercados?

### 2.1. Cobrança (mecanismo de preço)

A cobrança pelo uso da água é um mecanismo de preço que tem por objetivo tornar mais custoso o uso ou poluição do recurso hídrico e assim influenciar indiretamente o comportamento dos usuários. A abordagem econômica de preços preconiza que os preços fixados reflitam os custos de oportunidade do uso da água (BANCO MUNDIAL, 1993 *apud* THOBANI, 1998). Ao se cobrar o custo de oportunidade da água, se está cobrando o valor não realizado da água em seu uso alternativo, isto é, a externalidade gerada pelo uso da água. Isto porque, ao tornar determinado volume de água indisponível, se está impedindo que outros usuários gerem valor a partir da utilização daquele volume de água. A precificação da água atua então no sentido de forçar os usuários a reconhecer juntamente com seus custos privados, os custos impostos sobre terceiros (custos externos). Assim, “induz-se que a água seja usada como insumo na produção de bens cujo valor possa, de certa forma, compensar as deseconomias geradas” (KELMAN e RAMOS, 2004, p.1)

Em teoria, a cobrança ao custo de oportunidade é capaz de induzir à conservação de água e de realocá-la para usos eficientes. A ideia é que se for cobrado dos irrigantes, por exemplo, um preço pela água igual ao que uma companhia de abastecimento de água próxima estaria disposta a pagar pela água bruta, alguns dos irrigantes deixariam de utilizar água e outros migrariam para técnicas e/ou culturas menos intensivas no uso da água (THOBANI, 1998). Como resultado, haverá a disponibilização de água para aquele uso com maior disposição a pagar por ela, o que sob o ponto de vista econômico é reflexo da maior eficiência em seu uso.

Como definir o valor apropriado da cobrança, no entanto, se mostra uma tarefa tanto quanto desafiadora, já que o custo de oportunidade da água varia de acordo com as

oscilações de quantidade (oferta e demanda) e de qualidade (GVces e ANA, 2018). Thobani (1997) exemplifica isto mostrando que um reservatório de água subterrânea de boa qualidade localizado próximo a uma cidade que enfrenta racionamento de água terá um custo de oportunidade muito mais elevado do que um rio poluído mais distante e cuja vazão é variável (menor confiabilidade). Portanto, o desafio posto a um sistema regulatório, que busca limitar o uso do recurso ao nível desejado por meio de um mecanismo de preço é o de acessar a uma quantidade excessiva de informações; isto inclui o uso que é feito da água e o uso que dela poderia ser feito (ADLER, 2008).

Como alternativa à precificação ao custo de oportunidade, poder-se-ia construir uma *proxy* da curva de demanda indagando de cada usuário qual a relação, na sua atividade empresarial, entre lucro e unidade volumétrica de água (KELMAN e KELMAN, 2001), isto é, o valor da água para o usuário. Para todos os efeitos esse valor refletiria o máximo valor que o usuário estaria disposto a pagar por uma unidade volumétrica<sup>4</sup>. Definir esse valor, no entanto, é tão desafiador quanto valorar os custos de oportunidade/externalidades geradas, já que isso exigiria que o órgão gestor tivesse acesso à disposição a pagar de todos os usuários. Ademais, há de se considerar a assimetria de informações existente entre os usuários, que podem não divulgar suas receitas e custos de produção ou simplesmente não revelar sua real disposição a pagar pela água.

## 2.2. Mercado de água (mecanismo de quantidade)

O mercado de água é um mecanismo em que o gestor fixa uma quantidade limite para o uso da água, distribui direitos de propriedade (no caso da água, o termo mais adequado é direito de uso) e cria um mercado no qual permite que os agentes voluntariamente transacionem esses direitos de modo a realocá-los. Destaca-se que as transações em um mercado envolvem os direitos de uso da água, e não a comercialização da água em si (BREVEGLIERI *et al.*, 2018), de modo que mesmo que se faça, em alguns pontos do presente trabalho, menção à transação/comercialização da água, deve-se entendê-la por transação do direito de uso (outorga).

---

<sup>4</sup> Em teoria, essa precificação também resultaria na eficiência alocativa, já que o nível eficiente de produção é aquele em que a disposição a pagar por uma unidade extra do produto é exatamente igual ao custo de produzi-la, isto é, quando a disposição marginal a pagar se iguala ao custo marginal (VARIAN, 2015). Fazendo um paralelo, a disposição a pagar pelo volume adicional de água seria igual ao custo de acessar a esse volume de água, o que configuraria uma solução eficiente.

Em um mercado de água, os usuários mais eficientes irão comprar (ou alugar) os direitos daqueles considerados menos eficientes, de modo a atingir a eficiência alocativa, mantendo-se a utilização do recurso em níveis sustentáveis. Diferentemente da cobrança, em que se faz necessário precificar o recurso de forma explícita, nesse sistema os preços são determinados indiretamente pelas próprias interações de mercado. As transações voluntárias resultam em preços que evidenciam a disposição a pagar dos agentes.

O mercado de água foi inspirado no sistema de permissões ou direitos comercializáveis utilizado para o controle da poluição. Este sistema se mostrou um mecanismo custo-efetivo ao garantir que o abatimento da poluição fosse feito ao menor custo por aquelas firmas que possuíam baixo custo de abatimento. Isto porque, o mercado possibilitava que as firmas cujo controle da poluição se mostrava muito elevado, comprassem “direitos de poluir” adicionais. Os sistemas de comercialização demonstram, assim como a cobrança, serem capazes de corrigir problemas de externalidade. No caso dos mercados voltados para o controle da poluição, o usuário que deseja poluir, ao ter de comprar uma permissão de outro usuário, aumenta o seu custo produtivo devido à poluição adicional, isto é, ele internaliza os custos impostos sobre terceiros.

A racionalidade por trás da comercialização de direitos se baseia no Teorema de Coase (KEOHANE e OLMSTEAD, 2016). Segundo o economista, a negociação entre atores privados pode gerar uma alocação eficiente, desde que os direitos de propriedade sejam claramente definidos e os agentes possam realizar suas transações sem custos (SCHOTTER, 2008). Assim, caso um agente possua um bem ou direito que seja mais valioso para outro indivíduo, os agentes acharão um preço que resultará em uma transação lucrativa para ambas as partes e os bens serão direcionados para quem os valoriza mais (ROBERTS e MILGROM, 1992). Supor, no entanto, que as transações ocorrerão sem custos não é razoável em um mercado de água, pois esses costumam apresentar custos superiores aos mercados de outros bens (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). Ainda que os custos de transação não possam ser desconsiderados, os mercados de água podem resultar em consideráveis ganhos de eficiência (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994) e funcionar razoavelmente bem (BREVIGLIERI *et al.*, 2018).

### 2.3. Definir preço ou limitar quantidade?

Ambos os mecanismos previamente discutidos são capazes de restaurar a eficiência dos mercados. De fato, existe uma identidade formal entre eles. Enquanto um deles fixa preço,

o outro fixa quantidade e cada um percorre um caminho que chega à mesma alocação eficiente. O preço do direito de uso (em um sistema eficiente) será exatamente igual ao valor da cobrança eficiente e o nível de uso do recurso provocado pela precificação será o mesmo fixado pelo mecanismo de quantidade (KEOHANE e OLMSTEAD, 2016). Antecipando-se a eventuais questionamentos, resta esclarecer que o mercado de água é equivalente à cobrança, quando essa exerce apenas uma função econômica no GRH. No Brasil, a cobrança possui além de um caráter econômico, uma função arrecadatória e, por esse motivo, caso se opte por introduzir o mercado para fins de aumento da eficiência alocativa da água, isto não deve implicar na suspensão da cobrança como instrumento complementar com finalidade arrecadatória.

A escolha do IE mais adequado dependerá do grau de incerteza e dos riscos que os formuladores de políticas públicas e gestores estão dispostos a assumir. Ou seja, a opção pela cobrança traz consigo uma incerteza com relação ao nível de redução do consumo de água que será incentivado pelo preço cobrado. Por outro lado, a comercialização de direitos de uso ainda que traga incerteza quanto aos preços que serão praticados, é capaz de garantir que a utilização da água permanecerá dentro dos limites desejados (HORBULYK e ADAMOWICZ, 1997). Dessa forma, em casos de sobreutilização ou de escassez de água, o objetivo do órgão gestor passa a ser o de assegurar que os diversos usuários utilizem apenas a água de fato disponível, o que o direcionaria para um mecanismo de quantidade e não mais de preço.

Existem ainda outras questões que devem ser levantadas quando da escolha entre mecanismos de quantidade e preço. Nesse sentido, ainda que a cobrança represente fonte de arrecadação para o sistema de gerenciamento, essa pode ser encarada como um imposto adicional e sob a ótica da economia política este instrumento tende a ter baixa aceitação por parte dos agentes, principalmente quando há discriminação de preços (THOBANI, 1997). Já no sistema de transação de direitos, o governo atribui um direito ao agente, dando a ele a garantia de que se abrir mão desse direito, ele irá receber uma compensação através da sua cessão. A criação de mercados, a depender do seu desenho, pode também constituir fonte de recursos, quando por exemplo os direitos são alocados ou realocados por meio de leilão centralizado, ou quando uma parcela dos valores negociados é repassada para o sistema de GRH.

De toda forma, é crucial avaliar os custos de implementação de cada um dos IEs aplicáveis. Esses custos variam caso a caso, refletindo condições e estrutura institucional

locais (CANTIN *et al.*, 2005). Portanto, não é possível afirmar que determinado instrumento será mais adequado do que outro, em todos os casos. Por este motivo, neste trabalho (capítulo 3) o sistema de GRH brasileiro é revisto com o objetivo de verificar se algum IE já vem sendo adotado, bem como identificar possíveis *gaps* que justificariam a introdução de instrumentos adicionais voltados para o aumento da eficiência do uso da água.

### 3. O Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil

De acordo com a Constituição Federal (BRASIL, 1988), as águas pertencem aos estados ou à União quando banham mais de um estado, servem de limites com outros países, ou se estendem a território estrangeiro ou dele provém. O domínio exercido pelos estados ou pela União sobre os recursos hídricos não possui um caráter de apropriação/de posse, mas sim de gerenciamento. Essa dupla dominalidade das águas brasileiras adiciona complexidade à sua gestão, na medida em que inclui diversos atores nas tomadas de decisão acerca do GRH.

A PNRH, estabelecida por meio da Lei nº 9433/1997, se baseia em três princípios chaves: (i) o GRH deve promover o uso múltiplo da água; (ii) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da política; e (iii) em situações de escassez, o uso prioritário da água é o abastecimento humano e a dessedentação animal (BRASIL, 1997). Referida política conta com cinco instrumentos também definidos em lei, a saber: (i) planos de recursos hídricos; (ii) enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes da água; (iii) outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; (iv) cobrança pelo uso de recursos hídricos; e (v) sistema de informações sobre recursos hídricos. Na Figura 1 é apresentada representação esquemática da inter-relação existente entre esses instrumentos.

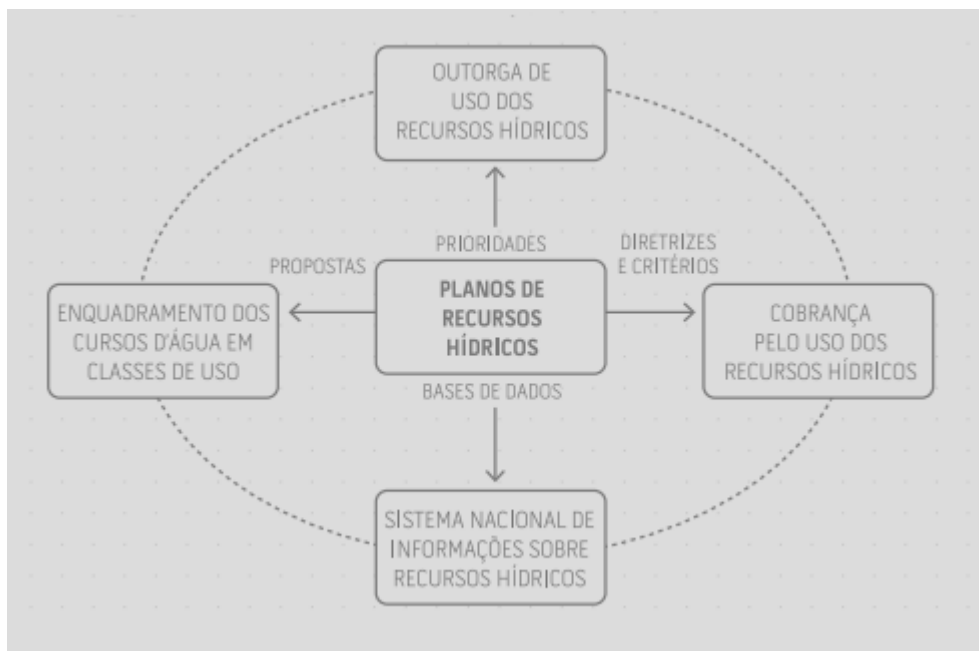


Figura 1: Relação dos instrumentos da PNRH. Fonte: adaptado de ANA (2017a)

Ainda que os planos de recursos hídricos interajam com os demais instrumentos, sendo por esse motivo considerado um instrumento guia, neste trabalho, a atenção é voltada para a outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos. O primeiro deles por ser o instrumento através do qual se dá a alocação da água. O segundo por ser o único instrumento atualmente adotado no GRH brasileiro que possui, ou pelo menos deveria possuir, uma abordagem econômica. Desse modo, os itens a seguir buscam responder:

- O processo alocativo distribui a água a partir de critérios de eficiência econômico?
- A cobrança tem se mostrado capaz de induzir ao uso sustentável da água?
- Quais as fragilidades do atual modelo regulatório no que tange ao gerenciamento da água como um recurso escasso?

### 3.1 A outorga de direitos de uso

A outorga é uma autorização administrativa através da qual o poder outorgante (ANA ou órgãos gestores estaduais) confere ao usuário o direito de uso da água. A outorga especifica a vazão que o usuário terá direito para captação, consumo ou diluição de efluentes, bem como as suas condições de uso.

O órgão gestor, ao examinar os pedidos de outorga tenta compatibilizá-los com os usos prioritários definidos para aquela bacia nos planos de recursos hídricos. No entanto, esses planos frequentemente falham em estabelecer prioridades capazes de orientar as decisões de alocação da água (OECD, 2015). Dessa forma, as outorgas tendem a seguir uma doutrina do “primeiro a chegar, primeiro a ser servido” (*first come, first served*). A cada solicitação de outorga, o órgão gestor avalia aspectos quantitativos e qualitativos e havendo disponibilidade de água a outorga tende a ser concedida, independentemente do benefício que será gerado para a sociedade em decorrência desse uso.

### 3.2. A cobrança pelo uso da água

À outorga está vinculada a cobrança, que atribui à água um valor a ser pago pelo usuário outorgado. A cobrança tem por objetivos: (i) reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação do seu real valor; (ii) incentivar a racionalização do uso da água; e (iii) obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos (BRASIL, 1997). Portanto, no Brasil, a cobrança tem um objetivo econômico, que se assemelha à teoria apresentada no item 2.1, e um objetivo arrecadatório.

O valor a ser pago pelo uso do recurso hídrico, em geral, é resultado do somatório do produto entre: (i) volumes de captação, consumo e lançamento; (ii) preço público unitário (PPU) e; (iii) coeficientes diversos que variam, por exemplo, com o setor usuário. O PPU é o preço cobrado por m<sup>3</sup> de água e é proposto pela câmara técnica dos comitês de bacia. Apesar desses valores serem definidos em um primeiro momento por um grupo técnico, a decisão acerca do nível de cobrança é predominantemente política, já que resulta do acordo entre os membros do comitê (OECD, 2017). Dado que os comitês contam com a participação de setores usuários da água, e que são eles que irão arcar com o valor cobrado, então é possível que as decisões tomadas nesse ambiente não sejam exatamente independentes e que interesses de setores específicos prevaleçam (OECD, 2017).

Há ainda que se avaliar a robustez das análises técnicas em que se baseiam as decisões quanto aos níveis de cobrança. Em algumas situações, essas análises se limitam a verificar o impacto que a cobrança terá sobre o custo dos usuários (OECD, 2017). Nesses casos, o valor cobrado não reflete os custos de oportunidade do uso da água. Assim, os comitês parecem não estar exercendo o “poder de usar a cobrança pelo uso da água como instrumento da política de recursos hídricos” (OECD, 2015, p. 222) ao não definir preços adequados ou ao simplesmente postergar a implantação da cobrança em suas bacias. Enquanto 60% (seis das dez) dos comitês interestaduais cobram pelo uso dos recursos hídricos, apenas 26% (58 das 226) dos comitês estaduais (SNIRH, 2020a), distribuídos em seis estados (DE BRITO e DE AZEVEDO, 2020) aplicam esse instrumento.

As propostas de preço definidas pelos comitês são então encaminhadas para aprovação por parte dos conselhos estaduais ou nacional de recursos hídricos; no entanto, elas raramente são contestadas (OECD, 2017). “Apesar de estabelecidas pelos comitês e conselhos, os valores cobrados pela água são similares em termos de valor no Brasil” (OECD, 2017, p. 52). Isso indica que a ampla realidade do país é de uma cobrança não aderente ao real valor da água. Portanto, a cobrança como está hoje sendo implementada falha em atender aos seus dois primeiros objetivos (conforme definido pela lei 9433/1997).

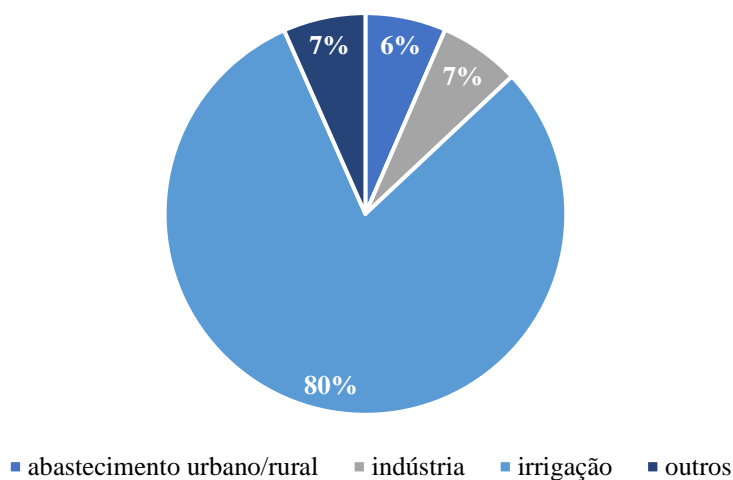
Os baixos valores cobrados pelo uso da água além de não incentivar o seu uso eficiente por parte dos usuários, resultam em arrecadação insuficiente. Portanto, a cobrança também parece não atender ao seu terceiro objetivo. Segundo ANA (2016a), até 2016 os valores arrecadados no âmbito federal cobriam cerca de 10-15% dos recursos necessários

para executar os programas previstos nos planos de recursos hídricos, como estudos, projetos e intervenções.

Além de não atender plenamente aos seus três objetivos, a cobrança atualmente adotada fornece subsídios perversos aos irrigantes. Em estudo sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil, a OECD (2017) conclui que os irrigantes pagam apenas 2-5% do que os outros usuários pagam pelo m<sup>3</sup> de água. Destaca-se inclusive o caso emblemático da bacia do São Francisco, onde anteriormente à recente revisão dos valores praticados, os irrigantes pagavam apenas 1/40 do valor cobrado dos demais setores usuários, devido à forte participação do setor agrícola na composição do comitê (DE BRITO e DE AZEVEDO, 2020).

A concessão de subsídios aos irrigantes desincentiva o uso racional da água na agricultura, o que é especialmente alarmante dado que esse é o setor que responde por quase 70% do consumo da água do país (ANA, 2019b). É possível notar pelas Figura 2 e Figura 3 que apesar da irrigação representar 80% da vazão outorgada a nível federal, o setor agropecuário arca com apenas 5% do total cobrado pela ANA (ANA, 2019b). Padrão semelhante é verificado a nível estadual; enquanto a irrigação responde por 57% da vazão outorgada, a agropecuária representa apenas 1% da arrecadação total através da cobrança (ANA, 2019b).

**vazão outorgada pela ANA**



### arrecadação da cobrança em bacias interstaduais

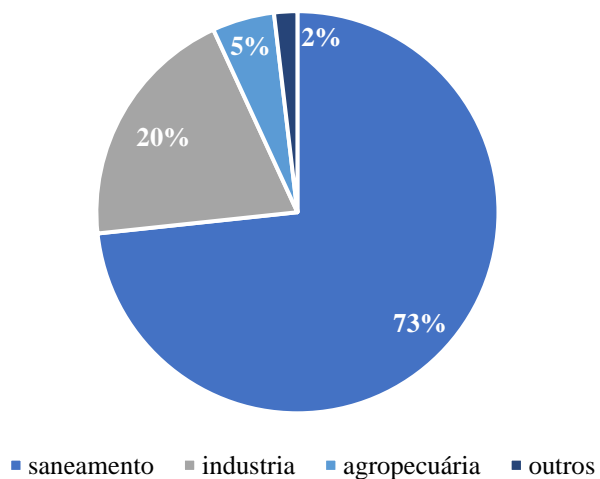
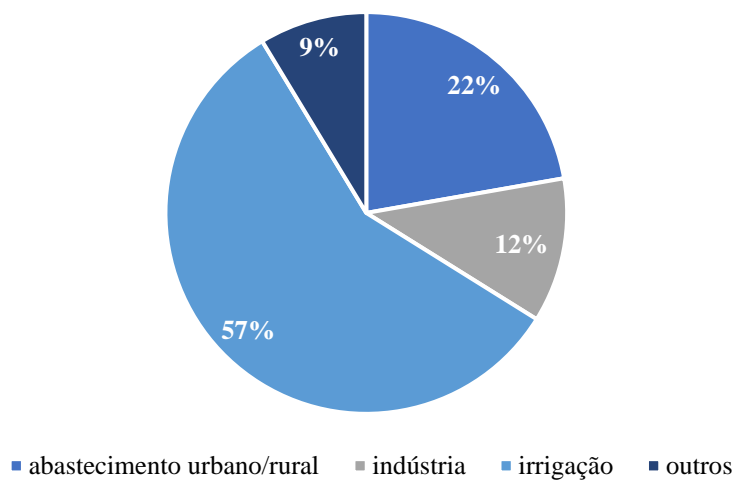


Figura 2: Comparação, por setor, entre a sua participação dentre as vazões outorgadas pela ANA e a sua participação na arrecadação das bacias interestaduais. Fonte: Elaboração própria a partir de ANA (2019b).

### vazão outorgada pelos estados



### arrecadação da cobrança em bacias estaduais

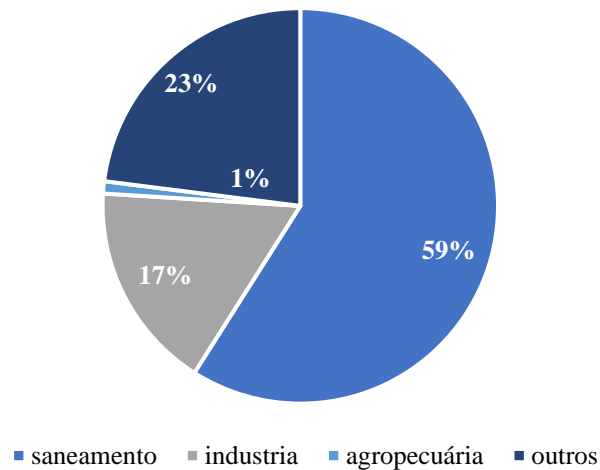


Figura 3: Comparação, por setor, entre a sua participação dentre as vazões outorgadas pelos estados e a participação na arrecadação das bacias estaduais. Fonte: Elaboração própria a partir de ANA (2019b).

O subsídio fornecido à agricultura se traduz na forma de um coeficiente redutor aplicado à fórmula de cálculo da cobrança. Ele é adotado com o intuito de não impactar a competitividade dos produtos agrícolas. No entanto, parece não haver sólidas evidências de que de fato haveria impacto nos custos dos irrigantes, caso deles fosse cobrado o mesmo valor cobrado dos demais setores usuários (OECD, 2017). Portanto, existe falta de transparência nos subsídios concedidos aos irrigantes. Ademais, é possível que o baixo valor atribuído à água na agricultura se deva à forte influência desse setor no processo de tomada de decisão quanto ao nível de cobrança nos comitês.

#### 3.3. Fragilidades identificadas

O processo de alocação da água não segue nenhuma racionalidade em termos de eficiência econômica. Em teoria, a cobrança seria capaz de corrigir eventuais falhas no processo alocativo e conduzir à eficiência alocativa. Ou seja, como a cobrança é um instrumento associado à outorga, se ela for adequadamente aplicada, ela será capaz de garantir a sustentabilidade no uso da água mesmo que o mecanismo alocativo distribua as outorgas por ordem de chegada. Isto porque, a cobrança pelo uso do recurso por si só limitaria o acesso à água àqueles usuários que a valorizam e que por esse motivo poderiam pagar por ela. Assim, apenas esses usuários se mostrariam interessados em solicitar a outorga, independentemente de qual fosse o critério na sua distribuição. Mas como visto, os valores atualmente praticados no Brasil não são capazes de alterar o padrão de consumo de água do usuário e a cobrança como tem sido aplicada difere da teoria econômica previamente apresentada (item 2.1). Ainda que a cobrança tenha sido

concebida como um IE, atualmente ela é apenas um instrumento arrecadatório que coleta montante inferior ao necessário para cumprimento dos seus objetivos.

Ao mesmo tempo, inexistem instrumentos capazes de promover a realocação da água entre usuários, o que enrijece o uso do recurso e o confina à configuração definida quando da alocação inicial. Portanto, se não há critérios de eficiência econômica quando se alocam os direitos de uso, nem incentivos ao uso racional da água e se, somado a isso, os direitos não podem ser realocados, percebe-se que usos ineficientes da água facilmente se sustentam no atual modelo. Essa abordagem não seria tão problemática caso não houvesse limitação da oferta, no entanto à medida em que o recurso se torna escasso, passa a não ser razoável que usos ineficientes sejam mantidos.

Nota-se que esses instrumentos são em certa medida limitados, não se mostrando suficientes para gerenciar a água como um recurso escasso. Do ponto de vista econômico, a fragilidade do atual arcabouço regulatório está na falta de instrumentos capazes de realocar a água entre os diversos usuários, o que permitiria superar as possíveis ineficiências decorrentes do mecanismo alocativo em curso e da frágil cobrança. A possibilidade de realocação é especialmente relevante em situações de escassez, quando alguma forma de gestão da demanda se faz necessária. De acordo com o atual arcabouço regulatório, nessas situações, a reduzida oferta é distribuída entre os usuários por meio de uma alocação negociada, o que não garante que tal distribuição seja eficiente sob o ponto de vista econômico. Nesse sentido, os mercados de água surgem como uma alternativa para, em tais ocasiões, permitir a realocação da água e a minimização das perdas econômicas devido à redução da oferta.

Verifica-se, portanto, haver espaço para a introdução de um instrumento de GRH que poderia ser acionado quando conveniente. Isto quer dizer que os mercados de água não se fariam necessários em todos os locais e em todos os momentos, apenas nas localidades que enfrentam problemas constantes de sobrealocação de água e de escassez hídrica e em situações pontuais em que a oferta não é suficiente para atender integralmente a demanda. Ter esse instrumento à disposição em tempos de escassez pode ser de grande valia. É nesse contexto que se vem discutindo a introdução dos mercados de água como instrumento de GRH da PNRH (ver capítulo 5). Antes de discutir a proposta legislativa para a introdução dos mercados de água no contexto brasileiro, cabe voltar o olhar para o funcionamento desse instrumento na teoria e na prática.

#### 4. Mercados de Água: Revisão de Literatura

Um mercado de água é caracterizado por atividades de compra e venda de direitos transferíveis de uso da água. Entende-se por direitos transferíveis de uso da água aqueles que podem ser transacionados, integralmente ou em parte, por meio de operações que não incluem a transferência da terra (MCKINNEY, 2003). Uma transferência pode ser temporária, de curto ou longo prazo, ou permanente. Com relação à abrangência espacial, as transações podem ocorrer dentro de uma mesma bacia, onde as fontes de água são interconectadas ou entre bacias, sendo a água transferida de uma região para outra (GRAFTON *et al.*, 2012). As transações podem ainda se dar apenas dentro de um grupo de usuários (entre irrigantes) ou entre diferentes setores (entre setores da agricultura e abastecimento urbano) (GRAFTON *et al.*, 2012). Finalmente, as transações podem ocorrer sob um arranjo informal entre usuários vizinhos ou sob reconhecimento formal e regulação do órgão gestor (WHEELER *et al.*, 2017).

Os mercados de água podem oferecer uma série de vantagens à abordagem tradicional de GRH, em especial no que se refere ao enfrentamento da escassez hídrica. Ainda que tenham muito a oferecer, os mercados apresentam também suas fragilidades, que em maior ou menor grau podem ser administradas. Nos itens a seguir é feita revisão:

- das potencialidades e das limitações dos mercados de água;
- do conjunto de fatores desejáveis e/ou necessários para o que os mercados superem tais limitações e alcancem os benefícios a eles associados; e
- da experiência de mercados internacionais que se encontram em operação, a fim de aproximar a teoria da prática.

##### 4.1.Potencialidades

A alocação ou realocação das águas via mercado se baseia nas mesmas premissas que o mercado de qualquer outro bem. Em um mercado de água, o comportamento do agente é ditado pelo custo de oportunidade, de modo que se o usuário valoriza a água menos do que o mercado a valoriza, então ele é induzido a vendê-la (BRISCOE *et al.*, 1998). Infere-se, portanto, que se uma transação ocorre é porque o comprador atribui maior valor a água do que o vendedor (ADLER, 2008). A ideia é que enquanto um indivíduo estiver usando um recurso passível de transferência de maneira ineficiente ou insustentável, haverá oportunidade para que outro usuário o adquira e o empregue em melhor uso (ADLER,

2008). Como resultado das negociações tem-se o aumento do benefício agregado com o uso da água (GRAFTON *et al.*, 2012).

As transações em um mercado podem ajudar a minimizar as perdas econômicas decorrentes da escassez hídrica ao direcionar a água para usos de maior valor (GRAFTON *et al.*, 2012; SQUILLANCE e MCLEOD, 2016). Aliado a isso, o mercado de água se apresenta como um instrumento adicional para gerenciar riscos de não atendimento da demanda em período de seca (CULP *et al.* 2014). Ao possibilitar que o usuário vá ao mercado e compre/alugue direitos de uso que lhe garantam acesso ao volume de água de que necessita para o atendimento da sua demanda – não totalmente satisfeita devido à reduzida disponibilidade – o mercado confere segurança de acesso à água. Em um cenário de mudanças climáticas em que a incerteza com relação à disponibilidade hídrica tende a ser agravada, parece prudente contar com mecanismos flexíveis e capazes de responder a mudanças repentinas na oferta de água (ADLER, 2008).

A segurança no acesso à água é de especial importância para usuários com maior aversão ao risco de não atendimento da demanda. Isso porque, na produção agrícola, por exemplo, a seca não afeta os produtores da mesma maneira, visto que o déficit de água impõe custos diferenciados sobre os usuários (ADLER, 2008). Enquanto um fruticultor demora anos para amadurecer a sua plantação, sendo essa passível de perda caso permaneça uma estação sem água, produtores de culturas temporárias (de ciclos anuais) perderiam apenas uma safra diante da indisponibilidade de água, ou seja, teriam uma perda de capital bastante inferior ao do fruticultor (CULP *et al.* 2014). Como os produtores de culturas perenes necessitam de um volume mínimo de água para garantir a viabilidade da sua produção, a possibilidade de ir ao mercado, representa uma estratégia para minimização de riscos de perda da produção para esses usuários (GRAFTON *et al.*, 2015).

Em um mercado, o usuário pode aumentar a confiabilidade de atendimento da sua demanda não efetivamente comprando um direito de uso, mas apenas firmando um contrato de opção em que se paga, como o nome sugere, pela opção de acessar dado volume de água em caso de redução da oferta. Assim, um usuário com baixa tolerância para o racionamento pode firmar um contrato e efetuar um pagamento anual a um agricultor que tenha maior flexibilidade para acomodar eventuais mudanças na oferta de água (CULP *et al.* 2014). Em caso de escassez, o comprador teria o direito de usar a água, enquanto o usuário racionado usaria o pagamento recebido para compensar as perdas associadas à redução da oferta de água (CULP *et al.* 2014).

Outro exemplo de contrato de opção seria aquele firmado entre um produtor rural e uma empresa de abastecimento de água; essa última teria interesse no acordo por necessitar de maior nível de segurança com relação ao acesso à água. Neste tipo de arranjo, o produtor usaria a água a todo momento, exceto em períodos de escassez (EASTER e HUANG, 2014b), enquanto a concessionária estaria autorizada a retirar um volume definido de água por determinada quantidade de vezes durante o prazo do contrato a um preço pré-fixado (EASTER e HUANG, 2014b). É assim que os contratos de opção constituem meios eficientes para que os usuários se protejam contra a escassez hídrica (EASTER e HUANG, 2014b).

Alternativamente, em um mercado, o usuário pode garantir o acesso à água através da criação de um portfólio de direitos com diferentes níveis de confiabilidade (GRAFTON *et al.*, 2010a). Isso porque, os direitos de uso podem ser hierarquizados de modo a definir a prioridade de atendimento em situações de escassez, o que está diretamente relacionado à confiabilidade na entrega da água. Assim, o mercado possibilita que usuários mais avessos ao risco acessem direitos com maior prioridade de atendimento, representando assim mais uma estratégia de gerenciamento de riscos (GRAFTON *et al.*, 2010a). Isso mostra que mesmo que o valor marginal da água seja o mesmo para o comprador e o vendedor, existe a possibilidade de comercialização, caso o comprador deseje acessar um direito que lhe confira maior segurança (maior probabilidade de entrega de água) (GRAFTON *et al.*, 2010a)

Nota-se que o mercado, ao promover a realocação da água e ao munir o usuário de meio alternativo para acessar volume adicional de água caso deseje, possibilita respostas adaptativas a mudanças (EASTER, 1994). Isto é, o mercado traz flexibilidade para que os usuários respondam a variações de oferta e demanda de água (THOBANI, 1997; CULP *et al.* 2014). Tais variações decorrem de alterações sazonais, climáticas e da dinâmica socioeconômica (BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Na irrigação, por exemplo, a realocação da água pode vir a ocorrer para fins de adaptação a mudanças decorrentes de variações nos preços dos produtos agrícolas (MCKINNEY, 2003; BENNETT, 2015) e, por consequência, no próprio valor da água (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; MCKINNEY, 2003). Essa flexibilidade permite ao irrigante gerenciar suas estratégias de produção (WHEELER *et al.*, 2014). Por exemplo, a depender do preço de comercialização do produto agrícola, ele pode optar por naquele ciclo alugar seu direito de uso e não produzir.

A adaptabilidade trazida pelos mercados viabiliza a distribuição da água para usuários novos, em crescimento, mais produtivos e/ou mais necessitados sob a perspectiva social (MARSTON e CAI, 2016). Isto é especialmente importante para as bacias cujos recursos hídricos já se encontram totalmente alocados – bacias “fechadas”. Sem essa possibilidade, o desenvolvimento seria limitado, pois não se permitiria a entrada de novos usuários (MARSTON e CAI, 2016), ou mesmo o crescimento de usuários já existentes. O mercado como um meio de promover a realocação da água se apresenta, então, como uma ferramenta adicional de GRH capaz de tornar o sistema menos engessado.

O mercado pode também ser útil para o sistema de GRH por explicitar o real valor da água, o que pode auxiliar os reguladores na definição de política e na resolução de conflito entre usos competitivos (GRAFTON *et al.*, 2012). Na realidade, em um mercado, a assimetria informacional é minimizada, já que os próprios usuários ao sinalizar para as possibilidades de negociação acabam por revelar sua disposição a pagar pelo acesso à água, explicitando o valor que atribuem ao recurso (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). Assim, os preços que emergem das transações voluntárias indicam a diferença no valor da água para os usos diversos (GRAFTON *et al.*, 2012) e, por esse motivo, reconhecem e explicitam os reais custos de oportunidade (HOWE, 1999). Tais preços de comercialização se mostram capazes de transmitir informações quanto à escassez relativa do recurso (BENNETT, 2015), já que estão constantemente se ajustando para equilibrar demanda e oferta.

Também relacionado à capacidade dos mercados de evidenciar o valor que os usuários atribuem à água, os mercados de água fornecem incentivos ao uso racional do recurso (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; MCKINNEY, 2003; ADLER, 2008). Isso se deve ao fato de o instrumento induzir o usuário a considerar o custo de oportunidade da água antes de decidir pelo seu próprio nível de utilização do recurso (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). O usuário quando opta por utilizar dado volume de água ele estará ou pagando por essa água ou deixando de ganhar por ela: ou ele acessou essa água via mercado, e por isso pagou por ela, ou ele deixou de vender/alugar seu direito, e assim de obter renda a partir dele, para utilizar esse volume de água. Assim, sendo os usuários expostos aos preços de mercado, eles tentarão gerar excedentes, já que poderão lucrar com a venda da água poupada (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; THOBANI, 1997; ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; CULP *et al.*, 2014). Ou simplesmente tentarão reduzir seu

consumo para que não seja necessário ir ao mercado para obter direitos extras, o que implicaria em custos adicionais. Em termos práticos, os irrigantes terão incentivos para migrar para culturas menos intensivas no uso da água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; CULP *et al.*, 2014) e a procurar técnicas mais eficientes de irrigação<sup>5</sup>, enquanto empresas de abastecimento tentarão reduzir suas perdas, por exemplo (THOBANI, 1997). Resumidamente, em um mercado onde o usuário paga pelo recurso que utiliza, cabe a ele analisar o custo de acessar uma unidade adicional de água e o custo de introduzir medidas que resultem em redução do seu consumo (ADLER, 2008).

A conservação de água essencialmente resultará na disponibilização de água para usos/usuários novos ou que aumentaram a sua demanda, em especial aqueles mais eficientes (MARSTON e CAI, 2016). Tão importante quanto esse aspecto é o fato de a conservação de água potencialmente reduzir a degradação ambiental, ou melhor, a superexploração do recurso (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994).

Ainda com relação aos potenciais benefícios ambientais, os mercados podem desempenhar importante papel no auxílio ao atendimento da demanda pelos serviços ambientais que a água oferece (EASTER e HUANG, 2014b). Isso porque, é possível recuperar o volume de água para atender às necessidades ambientais (manutenção de vazão ecológica, por exemplo) via mercado, o que permite que as organizações voltadas à proteção ambiental se tornem agentes do mercado e atuem diretamente na alocação do recurso (ADLER, 2008). Por esse motivo, Adler (2008) enfatiza que a preocupação relativa às questões ambientais em um mercado não deve servir como um argumento para impedir a introdução deste mecanismo. Grafton *et al.* (2015) corroboram essa visão,

---

<sup>5</sup> Vale atentar para a discussão sobre o “efeito rebote” ligado ao aumento da eficiência na irrigação, que pode vir a reduzir os fluxos de retorno no curto prazo ou até, na ausência de políticas efetivas, agravar as situações de escassez hídrica no longo prazo (SCOTT *et al.* 2014). O paradoxo existente entre aumento da eficiência na irrigação e aumento da disponibilidade de água pode ser explicado pelo fato de que o volume percebido como perda pelo irrigante não desaparece, ele vem a constituir fluxo de retorno superficial ou a abastecer os reservatórios subterrâneos (GRAFTON *et al.*, 2018). A evidência indica que o aumento das técnicas de irrigação geralmente não está associado a uma queda no consumo de água, por um lado, porque pode induzir ao aumento da área irrigada, por outro, devido à reduzida recuperação da água em fluxos de retorno e recarga de aquíferos (GRAFTON *et al.*, 2018). Entre outras medidas, Grafton *et al.* (2018) propõem que o aumento da eficiência na irrigação venha acompanhado da imposição de um limite para expansão de áreas irrigadas ou para a extração de água— esse ponto em particular também é discutido por Young (2014).

afirmando que valores ambientais podem, assim como foram incorporados no desenho de diversos mercados; não havendo, segundo Bjornlund e Mckay (2002) razão para desconsiderar o mercado para fins de proteção ambiental.

Ademais, o mercado, ao configurar solução focada na gestão da demanda, posterga a realização de investimentos em infraestrutura para a ampliação da oferta de água. Por um lado, isso reduz os gastos do setor público e, por outro lado resulta em menor impacto ambiental (GVCes e ANA, 2018). Torna-se possível atender à crescente demanda sem necessidade de construir nova infraestrutura para produção de água; tal intervenção poderia ser mais danosa ao meio ambiente do que a transferência de água via mercado (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Assim, Rosegrant e Gazmuri (1995) reafirmam o posicionamento dos autores previamente mencionados, defendendo que a realocação de água por mercados é perfeitamente compatível com a proteção ambiental; e reiteram que as dificuldades relativas à conservação do meio ambiente em um mercado de água não são maiores do que as existentes em um sistema centralizado de alocação de água.

Tão questionada quanto a relação mercado de águas – meio ambiente, é a que se refere às possíveis vantagens que o mercado poderia trazer do ponto de vista social. Ainda que o mercado em teoria venha a aumentar a renda de uma sociedade ao direcionar os recursos para as atividades mais lucrativas, parece não haver consenso com relação à distribuição dos recursos gerados. Enquanto há relatos de mercados já desenvolvidos, como é o caso do Chile (item 4.4), no qual foram verificados efeitos sociais indesejados (ver BAUER, 2012), identificam-se na literatura autores que defendem o mercado como instrumento capaz de reduzir a pobreza.

Stroup (2003) apud Adler (2008) pontua que a alocação por mercado se mostra mais equitativa do que as alternativas administrativas, uma vez que a água é transferida voluntariamente entre pessoas que desejam comprar e pessoas que desejam vendê-la, sendo essas últimas compensadas por abrir mão do seu direito de acesso à água. Além disso, Grafton *et al.* (2012) concluem que quando uma transação se materializa, a disposição a pagar do comprador é maior ou igual ao preço de comercialização e o valor que o vendedor deixará de ganhar pelo não uso da água é menor ou igual ao preço da venda. Isso faz com que após a transação, ambas as partes (comprador e vendedor), incluindo o usuário racionado, estejam em situação melhor do que a anterior com relação à distribuição inicial de direitos (HORBULYK e ADAMOWICZ, 1997). Como resultado tem-se o aumento do bem-estar social.

Thobani (1997), por sua vez, realiza uma análise extensiva dos efeitos sociais dos mercados de água. O autor afirma que os direitos de uso seguros e transacionáveis podem atuar no sentido de reduzir a pobreza de diversas maneiras. Primeiro, ao permitir que os direitos sejam realocados para fins produtivos com maior valor, tem-se como resultado o aumento da produção e do emprego. Segundo, os mercados incentivam investimentos em atividades que dependem de água com certa confiabilidade. Um produtor terá maior incentivo para investir em fruticultura se tiver segurança de que seu direito não lhe será tomado, e que caso seja, ele será compensado por isso ou poderá ir ao mercado para acessar volume adicional de água.

O terceiro ponto que o autor defende é que o mercado dá voz ao detentor do direito, ou seja, ele o empodera, já que qualquer transação dependerá de sua vontade. De acordo com Thobani (1997), isso ajudaria a proteger o pobre, já que em um sistema puramente centralizado, os usuários mais abastados e/ou mais influentes tendem a ter o acesso à água facilitado às expensas dos mais pobres. Por fim, referido autor pontua que ao permitir que as cidades comprem direitos de acesso à água e, portanto, tenham segurança quanto à disponibilidade de água, os mercados beneficiariam a classe mais pobre, já que é exatamente essa a classe que tende a ser excluída dos serviços de abastecimento de água. Há de se pontuar, no entanto, que existem outras razões além da falta de água que justificam o fato de a população mais carente não ter acesso à água tratada, entre elas a ocupação de áreas irregulares ou ainda a baixa capacidade de pagamento.

Dadas as potencialidades até aqui expostas, o mercado de água como instrumento de GRH se mostra capaz de trazer benefícios substanciais quando comparado com a alocação puramente centralizada. Esse se mostra superior em termos de adaptabilidade, na garantia de compensação aos racionados e no uso de informação descentralizada (ADLER, 2008). Nesse sentido, entende-se que o mercado incorpora uma quantidade de informação, ao gerar dados sobre escassez relativa e demanda de água (ADLER, 2008), que tornaria muito custoso, senão impossível, a um gestor centralizadamente reunir (ADLER, 2008). Huffman (2004, p. 432) corrobora a superioridade do mercado em termos de eficiência afirmando que “a mão invisível do mercado tem demonstrado ser bem mais eficiente na alocação de recursos escassos, em termos de maximização de bem-estar social, do que a invisível mão da política”.

Cabe notar que o mercado de água confere descentralização ao GRH, de um lado porque retira do regulador a difícil tarefa de estabelecer o preço correto a ser cobrado pelo uso

da água. Conforme explicado, as próprias interações de mercado se encarregarão de refletir o valor de escassez relativa do recurso. De outro lado porque transfere poderes do regulador/gestor para os próprios usuários (BREVIGLIERI *et al.*, 2018), conferindo-lhes autonomia para gerenciar suas estratégias de uso da água e de atendimento da demanda. Além disso, os mercados de água empoderam o usuário ao transformá-lo em agente principal do processo de realocação da água: qualquer transação dependerá da concordância do usuário e de compensação financeira (ROSEGRANT e BINSWANGER 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). A descentralização do GRH oferecida pelos mercados não quer dizer de forma alguma que o órgão gestor e os demais atores do sistema não tenham papel fundamental no funcionamento de um mercado (ver item 4.3). Após breve revisão dos possíveis ganhos associados aos mercados de água, conclui-se que talvez a palavra que melhor os sintetize seja adaptabilidade. Há também de se destacar que os mercados não são perfeitos (ADLER, 2008) e que a comercialização de direitos de uso apresenta seus próprios desafios. Ainda assim, esses desafios se mostram passíveis de superação (ADLER, 2008).

#### 4.2.Limitações

As limitações dos mercados de água são aqui entendidas como falhas do instrumento que acabam por resultar em efeitos (econômicos, sociais e/ou ambientais) indesejáveis e/ou características próprias que acabam por dificultar sua maior difusão e o alcance das vantagens teoricamente atribuídas ao instrumento. Em parte, essas limitações são responsáveis pela significativa diferença existente entre a ideia proposta pela teoria econômica e o mercado de água na prática (BITRAN *et al.*, 2014 apud BREVIGLIERI *et al.*, 2018).

Na prática, os mercados são incompletos, apresentam custos de transação, são dominados por poucos grandes compradores (GOEMANS e PRITCHETT, 2014) que exercem poder de mercado e assim acabam por distorcê-lo e estão sujeitos à regulação administrativa (MARSTON e CAI, 2016). Também por estarem inseridos em um contexto social e político, nem sempre os mercados resultam em soluções efetivas para o GRH (BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Neste item são apontadas algumas das limitações identificadas na literatura.

As características físicas da água criam condições pouquíssimo ideais para o funcionamento de um mercado (GOEMANS e PRITCHETT, 2014), o que o torna mais

complexo do que os mercados de outros recursos (BREWER *et al.*, 2007). Primeiramente, a mobilidade da água dificulta o estabelecimento de limite/divisão entre usuários e, por consequência, a definição dos direitos de uso (BREWER *et al.*, 2008; DONOHEW, 2009). Segundo, a disponibilidade de água é uma variável aleatória que varia de ano a ano, estando dessa forma associada a uma incerteza (BACKEBERG, 1997 apud BREVIGLIERI, 2018). Soma-se a isso a existência de externalidades associadas ao seu uso, uma vez que as decisões de um usuário com relação à extração, uso ou reuso da água afetam todos os outros usuários do sistema hidrológico (BACKEBERG, 1997 apud BREVIGLIERI, 2018). Por fim, as características do recurso aumentam os custos de se medir e monitorar a quantidade de água que cada usuário detém e quanto de fato usam (GRAFTON *et al.*, 2010a). Pode-se então dizer que os custos envolvidos na definição e na fiscalização dos direitos de uso da água são únicos e tipicamente elevados (DONOHEW, 2009). Sendo os direitos de uso o produto de comercialização em um mercado de água, as suas particularidades acabam por dificultar a operacionalização deste mecanismo.

As transações de direitos de uso, não só podem, como frequentemente resultam em mudanças com relação ao local, à finalidade de uso da água (WHEELER *et al.*, 2017), ao volume e ao seu período de utilização (GRAFTON *et al.*, 2015). Com isso, é possível que o volume de água de fato consumido pelo novo usuário mude, o que afetaria a disponibilidade de água para os demais usuários da bacia (MATTHEWS, 2004). Isso porque, os usuários não costumam consumir integralmente o volume a que têm direito; no caso de um irrigante até metade do total de água captado, pode não ser consumido, retornando a parcela restante de água ou para o próprio rio como *runoff* ou abastecendo os aquíferos por meio de percolação (CULP *et al.*, 2014). Por consequência, uma vez que esse fluxo de retorno se altere, compromete-se a disponibilidade de água para os usuários localizados a jusante ou ainda a recarga de aquíferos e sua futura utilização (MCKINNEY, 2003; WHEELER *et al.*, 2017).

Tendo em vista as possíveis alterações no uso da água, “o estabelecimento de mercados de água é frequentemente inibido devido à presença de externalidades (efeitos sobre terceiros)” (MCKINNEY, 2003, p. 51). Esses efeitos adversos decorrentes da realocação de água, em geral, não são identificados imediatamente, o que dificulta a quantificação dos danos e a compensação dos impactados negativamente (MARSTON e CAI, 2016). As externalidades tendem a ser mais recorrentes nas transações intersetoriais e ou entre

bacias. Para fins ilustrativos, considere o exemplo adaptado de Mckinney (2003). Supõe-se a existência de três usuários em um rio cuja disponibilidade hídrica é de 1.000 unidades por período de tempo. O usuário 1 capta 1.000 unidades, o usuário 2 capta 500 unidades e o usuário 3, 250 unidades. Todos esses usuários apresentam coeficiente de retorno igual a 0,5, ou seja, todos eles devolvem ao rio metade do que captam. Considera-se ainda que cada um dos usuários gera um real de valor com a utilização de cada unidade volumétrica. Como ilustrado na Figura 4, este exemplo é um caso extremo em que um usuário depende exclusivamente da vazão de retorno do usuário imediatamente a montante.

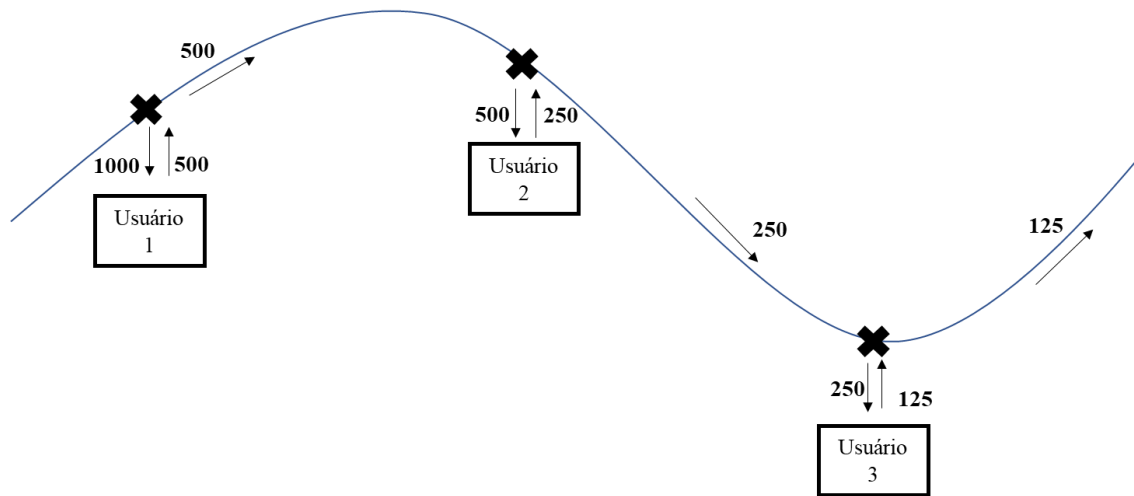


Figura 4: Alocação de água em rio hipotético. Fonte: adaptado de MCKINNEY (2003)

Neste caso, o benefício econômico gerado pelos três usuários localizados neste rio é de R\$ 1.750. Já se o usuário 1 decidir vender no mercado as 1.000 unidades de água que lhe é de direito a um novo usuário localizado a jusante a um valor de R\$1,1/unidade volumétrica, ele estará indisponibilizando água para os usuários 2 e 3 (Figura 5). Assim, a transação realizada pelo usuário 1 estaria gerando uma externalidade e não conduziria a uma alocação ótima. Isto porque o usuário 1 aumentaria seu bem-estar, pois estaria gerando maior valor por unidade de água, no entanto os usuários 2 e 3 paralisariam a sua produção, e o benefício econômico gerado pelos três usuários reduziria sendo igual a R\$1.100.

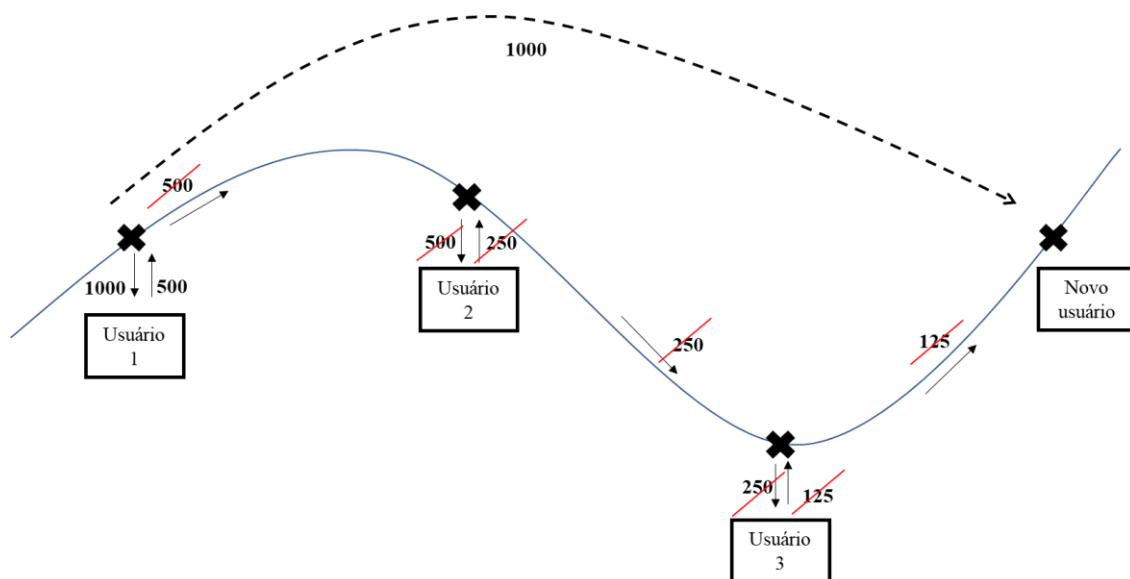


Figura 5: Exemplo de transação em um mercado passível de gerar externalidades. Fonte: adaptado de MCKINNEY (2003)

Ainda que o novo usuário possa gerar valor superior ao que os usuários 2 e 3 gerariam juntos e assim aumentar o valor agregado produzido no rio, estes usuários são prejudicados na medida em que não são compensados financeiramente pela paralisação da produção. A externalidade então se materializa uma vez que tanto o usuário 1 como o novo entrante aumentam seu bem-estar impondo custos sobre terceiros sem compensação.

Externalidades podem surgir também quando se altera o padrão temporal de utilização da água (MATTHEWS, 2004). Este é o caso, por exemplo, de um agricultor que irriga apenas um ciclo produtivo anual e utiliza água apenas por um período de três meses. Suponha que esse irrigante venda o seu direito para uma empresa de abastecimento de água que utilizará o mesmo volume de água, porém distribuído longo de todo ano. Essa transferência pode afetar outros usuários cujos direitos de uso os autorizam a retirar água em período não coincidente com o do irrigante (SIMPSON, 1994).

A alteração das condições de uso da água pode prejudicar não apenas outros usuários, mas também resultar na imposição de custos ambientais em termos de mudança nas vazões a serem mantidas nos corpos hídricos ou de deterioração da qualidade da água (GRAFTON *et al.*, 2010a). Talvez o ceticismo com relação à compatibilização dos mercados e a proteção de valores ambientais surja exatamente da possibilidade de as transações não garantirem a manutenção das vazões mínimas remanescentes (vazões ecológicas) nos corpos hídricos ou simplesmente de resultarem na imposição de custos ao meio ambiente. THOBANI (1997) lembra que caso as vazões mínimas de restituição

não sejam mantidas, as transações podem resultar na desertificação da terra e representar uma real ameaça ao meio ambiente. Esse é um ponto sensível já que os agentes do mercado não têm incentivos para se preocuparem com a manutenção das vazões mínimas; esses tendem a desprezar o valor associado a tais vazões devido às suas características de bem público e por não serem protegidas por direitos de propriedade/uso (HOWE, 1999). Associado tanto aos possíveis impactos ambientais decorrentes do mercado quanto aos custos impostos sobre os terceiros, está a questão da superexploração das águas subterrâneas. Isso se relaciona com o mercado de água, na medida em que, um usuário que deseja gerar um excedente de água para fins de comercialização pode recorrer à extração excessiva de água subterrânea. Portanto, as externalidades ambientais podem ser agravadas quando irrigantes substituem a água transferida pelo bombeamento de água subterrânea (THOBANI, 1998; MARSTON e CAI, 2016). Por isso a importância de se registrar os direitos de uso de água subterrânea e de se manter a sua fiscalização, principalmente em locais onde a depleção de aquíferos já é realidade (THOBANI, 1998). Esse tema é melhor abordado no item 4.3.

Outra possível externalidade provocada pelas transações de água é usualmente referida como o problema dos impactos econômicos secundários que afetam as áreas/bacias de origem (*area-of-origin*). Segundo Howe (1999, p.365), “esse termo se refere às mudanças na atividade econômica daqueles que fornecem insumos ou que processam produtos para/do comprador e/ou vendedor de água”. A título de exemplo, considere a venda de um direito de uso da agricultura para o abastecimento urbano de uma cidade. Os possíveis impactos secundários seriam a redução da venda de insumos agrícolas (sementes, fertilizantes, produtos químicos...) e do processamento dos produtos agrícolas (HOWE, 1999). Por serem desconsiderados nas análises custo-benefício em uma negociação, os impactos secundários são custos externos impostos sobre terceiros e por esse motivo são entendidos como externalidades que decorrem das transações de água.

Desse modo, nos locais onde há venda de água da agricultura, os impactos negativos esperados são a redução da atividade econômica e o aumento do desemprego. O tamanho desses impactos sobre a comunidade rural é dependente da porcentagem de água dedicada à irrigação que foi vendida (EASTER e HUANG, 2014b). Easter e Huang (2014b) esclarecem que vendas de 5 a 10% da água tende a ter pouco impacto sobre a área exportadora de água, uma vez que o aumento da eficiência pode neutralizar esse efeito em muitos dos casos (EASTER e HUANG, 2014b). Já grandes volumes de água podem

impactar significativamente a área a depender da mobilidade da força de trabalho e da diversidade da economia local (EASTER e HUANG, 2014b).

Outros estudos enfatizam que, ainda que as transações não sejam livres de qualquer ônus, outros tantos fatores impactam (positiva ou negativamente) as comunidades em maior grau do que a comercialização de água (NWC, 2010 apud GRAFTON *et al.* 2012). Nesse sentido, Wheeler *et al.* (2014) defendem que a relação entre mercados de água e a redução da atividade econômica em comunidades rurais não pode ser estabelecida de maneira trivial. Ou seja, é difícil desvincular os reais impactos dos mercados de água nessas comunidades de outras questões históricas e estruturais, estando a vulnerabilidade dessas localidades relacionada a fatores muito mais complexos do que a mera atividade do mercado (WHEELER *et al.*, 2014).

De toda forma, mesmo que os ganhos na área compradora de água venham a compensar as perdas na área de origem, essa é uma preocupação legítima das autoridades locais, independentemente do impacto agregado gerado (LIVINGSTON, 1998). Inclusive por haver o receio de algumas comunidades regionais com relação aos possíveis prejuízos econômicos decorrentes da venda de água para outras regiões (GRAFTON e PETERSON, 2007) e/ou setor. GRAFTON *et al.* (2012) apontam que a comunidade rural teme que a transferência de água para fora da região e do setor acabe por aumentar os custos fixos da entrega de água para os irrigantes remanescentes no local; ou ainda que reduza a demanda por mão de obra de equipamentos agrícolas.

O receio que permeia essas comunidades resulta na resistência social à implantação dos mercados de água. A resistência tende a ser agravada quando a transferência de água é permanente devido à potencialidade dos impactos de longo prazo sobre a comunidade (BJORNLUND e MCKAY, 2002). A resistência, ou melhor, a falta de confiança nos mercados não se fundamenta somente nos possíveis impactos econômicos secundários, essa se baseia desde a crença de que os produtores mais humildes serão prejudicados, passa pela ideia de que a água não deveria ser dissociada da terra, indo até a visão de que água não pode ser tratada como um bem comercial (MARSTON e CAI, 2016).

Essas questões ideológicas são especialmente fortes no Brasil, onde reina uma discussão que contrapõe a água como um bem dotado de valor econômico e a água essencial à vida. Retirar do rio uma quantidade de água bruta (sem tratamento) para atender às necessidades básicas do ser humano é, sem dúvida, um direito humano básico. Já outra situação, é aquela em que um irrigante ou um usuário industrial retira quantidade

suficiente para atender a uma população inteira sob o argumento de que esse seria um direito seu. Por exemplo, a irrigação de um único hectare consome uma quantidade de água que seria suficiente para atender às necessidades básicas de mais de 400 pessoas (KELMAN, 2017). Certamente não seria razoável admitir que o irrigante tivesse acesso a essa água utilizando-se do argumento de que esse volume de água seria necessário para o atendimento das suas necessidades básicas como ser humano. Soma-se à discussão a crítica de que a água por pertencer ao Estado não deveria ser comercializada por particulares. Este argumento é sustentado inclusive por correntes religiosas que têm por *slogan* a frase “não à privatização da água”. Na realidade, a comercialização de direitos de uso em nada fere a inalienabilidade das águas, visto que ela transfere apenas o direito de uso e não a posse da água.

A resistência social, ainda que não constitua exatamente uma limitação do instrumento, pode constituir barreira à sua introdução ou mesmo reduzir a sua atividade, comprometendo desse modo a sua capacidade de produzir resultados positivos. Nesse sentido, Marston e Cai (2016, p.668) lembram que “os benefícios da realocação da água frequentemente não atendem às expectativas, devido à limitada participação – as transferências de água em muitos mercados gira em torno de 2-5% da demanda total de água”.

Easter e Huang (2014b) destacam que mesmo quando a água é reconhecidamente escassa, a população possivelmente irá resistir ao uso dos mercados devido ao medo de que sejam privados do acesso à água para o atendimento das suas necessidades básicas (EASTER e HUANG, 2014b). Particularmente, essa é uma preocupação de famílias de baixa renda que vivem em países em desenvolvimento (EASTER e HUANG, 2014b), já que supostamente essas famílias não teriam recursos para acessar água em um mercado. Vale lembrar que no Brasil, por força de lei, garante-se água prioritariamente para abastecimento humano e dessedentação animal.

O possível favorecimento dos ricos na alocação inicial de direitos e na operação dos mercados é também motivo de ceticismo com relação às suas vantagens e, por consequência, de oposição, já que isto agravaria a desigualdade na distribuição de riquezas (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). O exercício do poder de mercado, especialmente em localidades que apresentam elevada desigualdade social, pode contribuir para aumentar as percepções negativas com relação aos mercados (EASTER e HUANG, 2014b). Nesse sentido, Campos *et al.* (2002, p.9) pontuam que “grande parte

das restrições ao mercado de água devem-se ao receio da prática do monopólio ou oligopólio”. Essa é uma situação indesejável em que os preços praticados são influenciados por um único ou por um grupo de vendedores, mas que eventualmente pode surgir em um mercado, resultando em sua distorção e afetando principalmente os agentes de menor poder aquisitivo.

Conforme mencionado, as opiniões são diversas com relação às implicações sociais do mercado. Parece haver algum receio com relação a questões de equidade, já que os direitos de uso da água ficariam concentrados nas mãos dos usuários que mais valorizam o recurso. A equidade relacionada à alocação de água se preocupa com a justiça dessa alocação entre grupos economicamente díspares (JOHANSSON *et al.*, 2002). Essa é uma questão válida, já que o mercado por si só não se propõe a solucionar questões distributivas, mas sim a alocar de maneira eficiente o recurso escasso. Genericamente, em qualquer mercado, o pobre estará em uma posição de desvantagem com relação ao rico, o que não significa dizer que ele estará em situação pior do que estaria caso outro sistema de alocação de recursos fosse adotado (HUFFMAN, 2004). Não há garantias de que o mercado vá alcançar resultados equitativos, mas não necessariamente o mercado levará ao mal-estar individual.

Visando a minimizar as externalidades negativas associadas às transações, as quais provocam tanta resistência e ceticismo, algumas regras são impostas às transações, limitando por exemplo o local ou o período de uso da água (MATTHEWS, 2004). Restrições espaciais se materializam quando a negociação entre bacias não é autorizada pelo órgão gestor, ou de maneira análoga quando a água não pode ser transferida da sua “área de origem” ou ainda quando a comercialização entre distritos de irrigação é impedida (MATTHEWS, 2004). Outras regras impõem ainda restrições às transferências entre setores ou ainda à quantidade de água comercializada.

A prevenção dos efeitos sobre terceiros ao exigir a elaboração de leis e a atuação de outras instituições sociais, necessariamente fere o princípio de livre mercado (BAUER, 1997), o que o impede de alcançar suas potencialidades. A regulação em excesso pode elevar os custos associados às negociações (custos de transação) (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995) e desincentivar as transações, de modo a manter a água confinada a usos ineficientes (MARSTON e CAI, 2016). Ainda, Matthews (2004) destaca que o direito submetido à restrição temporal tem o seu valor de mercado reduzido. Ao mesmo tempo,

a regulação inadequada pode impor custos inaceitáveis a terceiros ou ao meio ambiente (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; MCKINNEY 2003).

É possível notar a existência de um *tradeoff* entre deixar o mercado operar livremente, expondo usuários não envolvidos na transação e o próprio meio ambiente a riscos, ou submetê-lo a restrições que limitam a sua atividade e por consequência sua efetividade. Horbulyk e Adamowicz (1997, p. 18) explicam esse *tradeoff* como “até qual nível deixar o mercado por si só sinalizar o valor de escassez da água e em qual medida intervir em critérios como o meio ambiente, efeitos sobre terceiros e equidade”. O desafio posto passa a ser então o de desenhar um mercado de modo que uma quantidade suficiente de transações ocorra sem que haja efeitos adversos sobre terceiros ou sobre a qualidade ambiental.

Os custos de transação são custos coletivos que incluem além daqueles associados ao processo de aprovação das transações – que se faz necessário para que as restrições impostas sejam aplicadas – aqueles relativos ao registro das informações/detalhes das negociações finalizadas (MARSTON e CAI, 2016) e ao processo de “*matching*” entre compradores e vendedores (GRAFTON e PETERSON, 2007), ou seja de identificação de oportunidades para transferência da água (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; MARSTON e CAI, 2016). São também custos de transação: os que se referem à infraestrutura necessária ao transporte da água (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994); ao arcabouço analítico, legal e institucional necessário para assegurar que a exata quantidade de água negociada está sendo entregue (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994), isto é, ao *enforcement* das transferências (MARSTON e CAI, 2016); e ao monitoramento, mitigação e eliminação dos possíveis impactos sobre terceiros (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). As transações intersetoriais, por serem mais complexas e reguladas, apresentam custos de transação mais elevados (MARSTON e CAI, 2016). O mesmo ocorre com as transações entre bacias (não locais). Vale ressaltar que as transações podem ser custosas não apenas em termos financeiros, mas também em tempo dispendido para a sua conclusão.

Entende-se também por custos de transação aqueles custos relacionados à condução da reforma necessária à introdução dos mercados de água. Isto porque, a sua introdução implica em custos que não podem ser ignorados quando da escolha pela adoção deste IE. Esses custos podem ser significativos e por vezes impeditivos, sendo talvez a principal razão pela qual os mercados não tenham desenvolvido em muitas jurisdições (THOBANI,

1998). Os custos de transação relacionados à introdução dos mercados envolvem a reforma dos arcabouços legal, regulatório e institucional (THOBANI, 1997), o que inclui o estabelecimento e registros dos direitos de uso (EASTER e HUANG, 2014b), bem como seu fortalecimento (MARSTON e CAI, 2016); a suspensão de políticas que impõem restrições sobre a realocação da água (MARSTON e CAI, 2016) e o estabelecimento de mecanismos facilitadores de transações (THOBANI, 1997; CANTIN *et al.*, 2005); e a construção ou expansão de infraestrutura para o transporte de água (THOBANI, 1997; CANTIN *et al.*, 2005; MARSTON e CAI, 2016).

Os custos de transação, na medida em que aumentam os preços de comercialização, podem acabar por limitar o número de transações, mesmo quando existe grande diferença entre o valor da água para usos alternativos (LIVINGSTON, 1998). Ou seja, altos custos de transação podem limitar consideravelmente os ganhos de mercado (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994).

Vale pontuar que, alguns dos custos citados que compõem os custos de transação, como é o caso daqueles relacionados à distribuição dos direitos de uso, o seu monitoramento e fiscalização (*enforcement*), não são exclusivos dos mercados de água, sendo também significativos nos sistemas de alocação centralizados (THOBANI, 1997). Os custos de transação existirão qualquer que seja o mecanismo de realocação adotado (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). Segundo Marston e Cai (2016), os custos de transação dos mercados são barreiras igualmente significativas aos custos envolvidos em transações não voluntárias. A principal diferença entre esses custos é que na realocação administrativa, a autoridade, no caso o órgão gestor, absorve todo o custo administrativo da realocação, enquanto nas transações voluntárias os participantes individualmente arcam com a maior parte desse custo (MARSTON e CAI, 2016).

Na Tabela 1 se encontram sintetizadas as potencialidades e limitações dos mercados de água identificadas através de revisão de literatura. Destaca-se também o conjunto de autores que direta ou indiretamente aborda cada uma das potencialidades/limitações.

Tabela 1: Síntese das potencialidades e limitações dos mercados de água. Fonte: elaboração própria.

potencialidades		
potencialidades	1.aumenta o benefício agregado com o uso da água	ADLER, 2008 GRAFTON <i>et al.</i> , 2012 SQUILLANCE e MCLEOD, 2016
	2. confere maior segurança no atendimento da demanda / permite gerenciar o risco de não atendimento	BJORNLUND e MCKAY, 2002 GRAFTON <i>et al.</i> , 2010a ; GRAFTON <i>et al.</i> , 2015 CULP <i>et al.</i> 2014 EASTER e HUANG, 2014b
	3.permite rápidas mudanças na alocação de água em resposta a variações de oferta/demanda	ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995 THOBANI, 1997 MCKINNEY, 2003 CULP et al. 2014; BENNETT, 2015
	4. possibilita novos usuários/usos em "bacias fechadas"	MARSTON e CAI, 2016
	5.explicita o real valor da água/gera informações com relação a escassez relativa e demanda	ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994 HOWE, 1999 ADLER, 2008 GRAFTON <i>et al.</i> , 2012 BENNETT, 2015
	6. traz incentivos à conservação da água	ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995 MCKINNEY, 2003 ADLER, 2008 CULP <i>et al.</i> , 2014
	7. reduz a degradação ambiental	ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995

	8.permite atender à demanda por serviços ambientais	ADLER, 2008 GRAFTON <i>et al.</i> ,2015 EASTER e HUANG, 2014b
	9.posterga a realização de intervenções infraestruturais	ROSEGRANT e GAZMURI, 1995 GVCes e ANA, 2018
	10.aumenta o bem-estar social	HORBULYK e ADAMOWICZ, 1997 THOBANI, 1997 STROUP (2003) apud ADLER (2008) GRAFTON <i>et al.</i> (2012)
	11. promove a descentralização do GRH	ROSEGRANT e BINSWANGER 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995 BREVIGLIERI <i>et al.</i> , 2018

**limitações**

<b>limitações</b>	1. são altos os custos para a definição e fiscalização dos direitos de uso	DONOHEW, 2009 GRAFTON <i>et al.</i> , 2010a
	2. pode haver alteração nos fluxos de retorno (externalidades)	SIMPSON, 1994 MATTHEWS, 2004 CULP <i>et al.</i> , 2014 GRAFTON <i>et al.</i> , 2015 MARSTON e CAI, 2016 WHEELER <i>et al.</i> , 2017
	3. pode haver alteração nas vazões ecológicas e/ou deterioração da qualidade da água(externalidades)	THOBANI, 1997 HOWE, 1999 GRAFTON <i>et al.</i> , 2010a
	4. possível depleção de aquíferos	THOBANI, 1998 MARSTON e CAI, 2016
	5. impacta áreas de origem das vendas de água	LIVINGSTON, 1998 HOWE, 1999 EASTER e HUANG, 2014b

	6. exige regulação, o que afeta o seu funcionamento	ROSEGRANT e GAZMURI, 1995 BAUER, 1997 MCKINNEY, 2003 MATTHEWS, 2004
	7. enfrenta rejeição social	BJORNLUND e MCKAY, 2002 EASTER e HUANG, 2014b MARSTON e CAI, 2016
	8. pode envolver altos custos de transação	ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994 LIVINGSTON, 1998 MARSTON e CAI, 2016

É possível inferir que um mercado efetivo, ou seja, aquele que atinge sua potencialidade sem efeitos adversos, vá exigir a mitigação de alguns dos efeitos negativos aqui apontados. Isso vem a agregar ainda mais à complexidade envolvida no funcionamento dos mercados. Um mercado não existe no vácuo (BREVIGLIERI *et al.*, 2018) ou seja, ele depende de algumas condicionantes para que as transações se materializem e para que suas limitações sejam de alguma forma superadas. Por esse motivo, na prática, o uso dos mercados de água pode não ser apropriado, ou melhor, viável em muitos casos, especialmente naqueles que exigem soluções imediatas (MARSTON e CAI, 2016); muitas localidades por falta de maturidade ainda não atendem às condicionantes prévias para a adequada operacionalização deste instrumento.

#### 4.3. Requisitos para mercados efetivos

Simpson (1994) defende uma série de requisitos que devem ser atendidos anteriormente à introdução de um mercado de água para que ele funcione de forma efetiva, evitando assim situações como a alocação indesejável (não eficiente) do recurso ou a monopolização da água. A viabilidade do desenvolvimento dos mercados de água pode ser vista como o resultado da complexa interação entre hidrologia, infraestrutura, questões legais e políticas (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995).

Neste item, com base na literatura, são identificados alguns fatores tidos como necessários ou apenas facilitadores para que um mercado de água opere em sua potencialidade, o que neste trabalho é entendido como um mercado ativo capaz de entregar resultados positivos sem gerar externalidades. Faz-se também um paralelo com a realidade brasileira, no qual são apontados quais dentre esses fatores constituem desafios a serem perseguidos pelo país previamente à introdução dos mercados de água para que este instrumento opere adequadamente e entregue os resultados esperados quando da sua implantação.

##### *Alocação dos direitos de propriedade/uso*

A criação de um mercado para qualquer bem requer clara distinção quanto ao produto que será ofertado. Esta condicionante é também válida para o caso de um mercado de água, em que o produto passível de comercialização é o direito de uso da água. Assim, a definição dos direitos de propriedade é apontada como condição necessária ao desenvolvimento dos mercados de água por autores como Simpson (1994), Easter *et al.* (1998a), McKinney (2003), Culp *et al.* (2014) e Endo *et al.* (2018). Os direitos de uso da água são usualmente tratados como direitos de propriedade, tendo o usuário o direito de

utilizar a água, mas não sendo a ele conferida a sua posse (MCKINNEY, 2003). Ainda que os direitos de uso não sejam legalmente direitos de propriedade, eles têm valor para quem os detém, na medida em que conferem acesso ao recurso (KELMAN, 2017).

A alocação dos direitos de propriedade/uso é não apenas uma condição necessária, mas configura o primeiro passo para a introdução de um mercado de águas. Dessa forma, Simpson (1994, p.100) ressalta que “uma vez que os direitos de uso da água estejam alocados, claramente quantificados e registrados, então um mercado para a sua comercialização pode ser estabelecido”. De fato, ao se reportar aos mercados de poluição, que em muito inspiraram os mercados de água, verifica-se que quando aqueles foram criados eles passaram por um processo de “*grandfathering*”, ou seja, de alocação inicial de direitos de poluição.

Rosegrant e Binswanger (1994) defendem que direitos de propriedade/uso quando bem definidos e “não fragilizados” apresentam as seguintes características:

- (i) Exclusividade: os benefícios e custos decorrentes da propriedade e uso do recurso pertencem e recaem apenas sobre o usuário (MCKINNEY, 2003);
- (ii) Transferibilidade: os direitos de propriedade são transferíveis voluntariamente (MCKINNEY, 2003);
- (iii) *Enforceability*: direitos de propriedade seguros e, portanto, que não podem ser usurpados por outros (MCKINNEY, 2003).

Marston e Cai (2016) pontuam que essas três características dos direitos de propriedade/uso são pré-requisitos para que os mercados funcionem bem e lembram que isso implica na necessidade de se ter capacidade institucional – como discutido mais adiante.

Detalhando um pouco melhor o que seria um direito de uso dotado dessas três características, a literatura entende que direitos bem definidos são aqueles que não deixam espaço para dúvidas com relação a quem pertence o direito de acesso a dado volume de água (SIMPSON, 1994). Isso se mostra indispensável em um mercado de água, uma vez que negociações não acontecem na ausência de proprietário reconhecido e de contratos legalmente estáveis (CULP *et al.*, 2014). Além disso, direitos bem definidos são capazes de reduzir a incidência de conflitos pelo uso da água nas transações, bem como facilitar a sua resolução (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; DONOHEW, 2009).

O entendimento do que seriam direitos bem definidos não se limita a estabelecer quem será o usuário detentor daquele direito; faz-se necessário que o direito de uso seja definido em unidades mensuráveis e compreensíveis (SIMPSON, 1994) e que especifique a sua duração e as condições de renovação (EASTER e HUANG, 2014b), bem como as demais condições de uso para que o usuário conheça suas opções de negociação, ou seja, as “regras do jogo” (SIMPSON, 1994).

Em primeiro lugar, a definição do prazo de validade do direito e suas condições de renovação impactam o valor do direito de uso no mercado (EASTER e HUANG, 2014b). Com relação às condições de uso, deve haver clareza legal quanto ao que pode ser feito do direito de uso, ou seja, como e quando ele pode ser explorado (GRAFTON *et al.*, 2010b; BREVIGLIERI *et al.*, 2018), ou transacionado (EASTER e HUANG, 2014b). Qualquer condição que possa de alguma forma afetar uma transação deve ser claramente estabelecida no direito de uso, como restrições ambientais, limitações geográficas, temporais ou de uso após a sua comercialização (SIMPSON, 1994). Por fim, o direito de uso deve definir as prioridades de acesso entre os diversos detentores (EASTER e HUANG, 2014b).

Além de claramente definidos, os direitos devem ser necessariamente seguros, ou seja, ter *enforceability* conforme definem Rosegrant e Binswanger (1994). Isso implica em conferir ao usuário segurança de que o seu acesso à água não sofrerá interferências de outros, bem como o seu direito não será suspenso sem que ele seja compensado por isso. Tal segurança depende sobretudo da fiscalização dos usos da água e da repressão de usos irregulares. Nesse sentido, Marston e Cai (2016) enfatizam que os direitos de uso e sua negociação só são efetivos se eles forem monitorados e tiverem o devido *enforcement* (MARSTON e CAI, 2016). Na realidade, na ausência de fiscalização e punição de usuários irregulares, o usuário não terá nem incentivo para participar do mercado, já que ele poderá acessar o volume que desejar de água sem nenhum custo (MARSTON e CAI, 2016); ademais, o usuário não terá incentivo para comprar um direito a que ele não tem garantia da não interferência de terceiros. Por esse motivo, Adler (2008) aponta que, em um contexto legal-administrativo, o reconhecimento e a proteção dos direitos de uso configuram o principal passo a ser tomado para a implementação de um mercado de água.

Outra característica necessária aos direitos de uso é que eles sejam dissociados da posse da terra (EASTER, 1994; LIVINGSTON, 1998; BJORNLUND e MCKAY, 2002; MARSTON e CAI, 2016; ENDO *et al.*, 2018), isto porque quando os dois estão ligados

os indivíduos são impossibilitados de negociar a água como um recurso independente e o uso da água se limita ao uso em terras ribeirinhas (ENDO *et al.*, 2018). Isso pode não ser tarefa muito simples, visto que é difícil quebrar o vínculo existente entre água e terra (MARSTON e CAI, 2016), principalmente em locais nos quais os direitos riparianos<sup>6</sup> dominaram por longa data.

No Brasil, como é o caso de muitos outros países, os direitos de uso já se encontram alocados e totalmente dissociados da terra. No entanto, os direitos de uso não são seguros, uma vez que o usuário não tem garantia de que não haverá interferência sobre o volume a que tem direito de acesso. Isto se deve à falta de fiscalização por parte dos órgãos gestores; situação que é agravada em âmbito estadual, visto que, de modo geral, os órgãos gestores estaduais não possuem corpo técnico suficiente nem os recursos necessários para verificar regularmente os usos da água nas bacias que regulam. Para os usuários ilegais, que acessam a água como se esse fosse um recurso de livre acesso, não há nenhum incentivo para que se aumente a fiscalização e que se estabeleçam direitos bem definidos e seguros, no entanto isso se faz necessário caso se opte por um mercado de água como ferramenta de GRH.

#### *Previsão legal*

“Se o governo não legaliza a realocação de água, é impossível implementar um mercado de água” (ENDO *et al.*, 2018, p. 3). Portanto, é fundamental que a realocação de água, via mercado, seja claramente autorizada pelo governo. Esse é o caso do Brasil, em que a transação das outorgas não encontra amparo legal. Assim, a introdução dos mercados no país passaria inexoravelmente e prioritariamente pela etapa de reconhecimento legal.

#### *Diferença no valor da água*

Para que o mercado funcione é necessário que existam diferentes usuários com diferentes demandas e níveis de produtividades, já que as transferências são em geral movidas pela diferença no valor da água (MARSTON e CAI, 2016). Assim, usuários em número suficiente com diferentes custos de oportunidade da água dispostos a participar do mercado resultam em aumento de eficiência econômica (MARSTON e CAI, 2016).

---

<sup>6</sup> O princípio da doutrina ripariana é de que a propriedade da terra dá o direito de uso das águas no interior e nas adjacências da terra (PETTERINI, 2018). Por esse motivo, os direitos riparianos genericamente não podem ser separados da terra (GRAFTON *et al.*, 2012)

### *Custos de transação baixos*

Uma condição essencial para o funcionamento dos mercados de água é que os custos de transação sejam mantidos baixos (BRISCOE *et al.*, 1998). “Se os custos de transação forem muito altos, poucas transações irão ocorrer e não valerá a pena implementar o mercado” (CANTIN *et al.*, 2005, p. 6).

Faz-se necessário que os potenciais ganhos de mercado sejam representativos o suficiente a ponto de justificar esses custos (THOBANI, 1997). Para que faça sentido implementar mercados, do ponto de vista de uma análise custo-benefício, a água precisa ser escassa, ou seja, ter alto valor (THOBANI, 1997; EASTER *et al.*, 1998a). Como consequência, mercados de água só serão ativos em regiões que enfrentam escassez (EASTER *et al.*, 1998a).

Mais ainda, transferências não locais (entre bacias) requerem que a diferença entre os custos de oportunidade dos usuários envolvidos na negociação seja significativa de modo que isso compense os custos sociais, administrativos e físicos necessários à sua viabilização (MARSTON e CAI, 2016). Conforme já dito, as transferências intersetoriais tendem a ser também mais custosas, sendo o mesmo raciocínio válido; desde que as diferenças de preço – o que indica as disposições a pagar dos negociantes – exceda as diferenças nos custos de transação, as transações entre irrigantes e prestadores de abastecimento de água, por exemplo, deve resultar em benefício mútuo (GRAFTON *et al.*, 2012).

### *Capacidade institucional*

Os mercados têm vinculado a si o ideal do *laissez-faire* e, portanto, da mínima interferência do governo. Apesar dessa “ilusão” do livre mercado, esse não é um mecanismo simples, automático e/ou autossustentável; a forma como ele opera depende, entre outros, de um vasto arcabouço legal e institucional (BAUER, 1997). Então, ainda que os mercados tenham uma abordagem descentralizada, os governos desempenham o importante papel de promover instituições<sup>7</sup>estáveis e apropriadas para o sucesso da operação do mercado (JOHANSSON *et al.*, 2002).

---

<sup>7</sup> Entende-se nesse contexto por instituições, as “instituições das águas”, ou seja, aquelas vinculadas as esferas legal, administrativa e política necessárias à alocação da água (JOHANSSON *et al.*, 2002)

Simpson (1994, p. 98) aponta que “o livre mercado não funcionará de maneira exitosa se não houver um sistema administrativo que garanta que abusos não ocorrerão. Na ausência de tal sistema, as transferências de água irão sem dúvida resultar em disputas pelo direito de uso.” Assim, “os mercados efetivos andam de mãos dadas com a efetiva governança e instituições sólidas” (GARRICK *et al.*, 2018, p. 1605). Similarmente, Wheeler *et al.* (2017, p; 809) esclarecem que “muitas das condições necessárias ao estabelecimento e sustento dos mercados de água estão relacionadas à governança das águas”. Grafton *et al.* (2010b) concluem que a capacidade regulatória é tão relevante a ponto de justificar as diferenças de performance existentes entre os mercados internacionais.

As instituições públicas são responsáveis por estabelecer o arcabouço legal e regulatório exigido. São necessárias para registrar os direitos de uso alocados, para assumir aquelas funções que os usuários não podem desempenhar e para resolver conflitos que não são solucionáveis por meio das associações de usuários (THOBANI, 1998). Rosegrant e Binswanger (1994) acrescentam ainda que as instituições públicas devem proteger o pobre contra o desenvolvimento do poder de mercado. Cabe às autoridades públicas garantir que os direitos de uso sejam bem definidos, seguros e que reflitam os usos atuais, que compradores e vendedores cumpram o que foi definido na ocasião da negociação e que terceiros não sejam afetados negativamente, pelo menos não sem a adequada compensação (ROSEGRANT e GAZMURI, 1994; JONHANSSON *et al.*, 2002; BITRAN *et al.*, 2014 apud BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Devem garantir ainda a clareza nos processos administrativos necessários à aprovação das transações (GVces e ANA, 2018), bem como nos procedimentos para resolução de disputas entre as partes, de modo a contribuir para realização de transferências céleres e a baixos custos (BJORNLUND e MCKAY, 2002).

Portanto, a importância dos arranjos institucionais se deve ao fato de que eles são capazes de criar ordem e relativa segurança para os usuários de água, o que pode facilitar o alcance dos objetivos econômicos e sociais dos mercados (LIVINGSTON, 1998); além de se fazerem necessários na resolução de conflitos entre os detentores dos direitos de uso e de terceiros potencialmente afetados pelas transações (EASTER e HUANG, 2014b). Também relacionado à capacidade institucional, essa garante a independência do órgão

envolvido na operacionalização das transferências, para que ele não seja influenciado pelos interesses de algum grupo particular (LIVINGSTON, 1998). Caso contrário, a instituição envolvida na gestão das águas poderia acabar por impedir ou mesmo usurpar as funções do mercado (LIVINGSTON, 1998).

A existência de capacidade institucional é apontada também como um dos, se não o principal, pré-requisito para a condução das reformas necessárias à implementação dos mercados de maneira segura e transparente (WHEELER *et al.*, 2017). Ou seja, a importância de instituições sólidas vem muito antes da fase puramente operacional do mercado. Thobani (1997) confirma que capacidade institucional mínima deve existir ou ser desenvolvida anteriormente à introdução dos mercados.

Constituir essa capacidade regulatória é especialmente desafiador para o Brasil. Primeiro porque os órgãos gestores subnacionais apresentam diferentes níveis de maturidade regulatória, sendo que alguns deles parecem enfrentar dificuldades para construção de capacidade institucional e técnica. Isto se deve, em parte, à alta rotatividade dos servidores e ao orçamento limitado dos órgãos gestores, que acabam por dificultar a continuidade e o desempenho de suas atividades (BANCO MUNDIAL, 2018). Segundo, porque há baixa coordenação entre os entes responsáveis pela regulação dos recursos hídricos no Brasil – ANA e órgãos gestores estaduais. Basta lembrar que nem ao menos as outorgas são unificadas nacionalmente. Ademais, como já dito, há falta de monitoramento contínuo dos usos da água, o que confere insegurança aos direitos de uso; imagine que se some a isso a necessidade de fiscalizar os contratos de compra e venda de água; certamente isso demandará um amadurecimento institucional. Caso isso não ocorra previamente ao estabelecimento do mercado de água, é provável que esse padeça igualmente da falta de *enforcement*, sendo, portanto, incapaz de operar adequadamente.

Vale destacar que os cinco fatores destacados até aqui são, antes de mais nada, necessários para a simples introdução dos mercados de água sem que se faça qualquer julgamento sobre a sua efetividade. Isto é, são fatores necessários para que eles tenham razão de existir e condições mínimas de operação. Destaca-se que tanto os baixos custos de transação, quanto a capacidade institucional são também fundamentais para que os mercados alcancem suas potencialidades.

*Definição de sistema claro de priorização*

Conforme mencionado, os direitos de uso devem esclarecer as prioridades de atendimento. Este tema é tratado em subitem específico por ter implicações diretas no mercado.

A existência de uma hierarquia de direitos pode ajudar a priorizar os usos em tempos de escassez (BREVIGLIERI *et al.*, 2018), sendo, portanto, fundamental para alocar a água nessas situações. Do ponto de vista do mercado, o melhor sistema de priorização é aquele em que a entrega de água pode ser de alguma forma previsível (MATTHEWS, 2004). Isto é, aquele em que o usuário tenha conhecimento do risco de não atendimento da sua demanda previamente à efetiva necessidade de se implantar um sistema de racionamento e não simplesmente seja surpreendido por uma priorização discricionária.

A priorização pode ser feita por tipo de uso, de usuário ou por tempo de uso (MATTHEWS, 2004; EASTER e HUANG, 2014b), de modo que quanto maior a prioridade, menor o risco de não atendimento da demanda (MATTHEWS, 2004). Esse risco pode também ser compartilhado igualmente entre os usuários, quando a oferta de água é reduzida em igual proporção (em um sistema de racionamento linear), de modo que a efetiva utilização de água pelo usuário passa a ser proporcional à demanda pretendida (KELMAN e KELMAN, 2001; MATTHEWS, 2004).

O risco de não atendimento associado ao direito certamente impactará no seu preço de comercialização e no uso que pode ser feito daquela água (MATTHEWS, 2004). Em um mercado, os direitos com maior probabilidade de atendimento serão comercializados a preços mais altos, de modo que apenas os usuários com maior disposição a pagar pela água, seja pela sua essencialidade/inelasticidade da demanda, seja pelo maior benefício econômico que geram na margem pelo uso da água estarão em posição de adquirir esses direitos (LIVINGSTON, 1998). O risco de não atendimento vinculado ao direito também influencia diretamente na quantidade de água que o usuário irá buscar no mercado para assegurar o atendimento da sua demanda (LIVINGSTON, 1998). Usuários com baixa tolerância ao risco terão fortes incentivos para comprar direitos de uso extras, que eles normalmente não necessitam, mas que podem protegê-los em épocas de seca (EASTER e HUANG, 2014b).

Portanto, a definição de prioridades claras ajuda o usuário a identificar quando eles devem recorrer ao mercado (BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Apenas havendo a definição clara de prioridades, o usuário poderá gerenciar o risco de não atendimento da sua demanda

através do mercado, caso contrário o instrumento não poderá conferir essa opção/segurança ao usuário.

No Brasil, de um modo genérico, pode-se dizer que não há mecanismos claros de priorização de atendimento para os casos em que a demanda de água supera a oferta. Nesses casos, a Lei 9433/1997 (BRASIL, 1997) determina que se atenda prioritariamente ao abastecimento humano e à dessedentação animal e para as demandas não prioritárias costuma-se recorrer à alocação negociada. Como o próprio nome sugere esse mecanismo alocativo está sujeito ao poder de barganha de grupos mais influentes ou a decisões discricionárias.

### *Infraestrutura*

Em qualquer mercado, a mobilidade da *commodity* comercializada afeta em muito o funcionamento do mercado; o caso da água não é diferente (SIMPSON, 1994). “Muitas restrições ao movimento da água são obviamente práticas, em especial devido à dificuldade física e aos custos de se deslocar grande quantidade de água de um lugar para outro, a não ser que haja um rio ou canal para transportá-la” (CULP *et al.*, 2014, p.11). “O mercado de água exige infraestrutura (natural ou construída) conectada para facilitar o transporte da água entre vendedores e compradores” (GRAFTON e PETERSON, 2007, p. 75).

A infraestrutura física precisa ser capaz de transportar a água até o comprador, a custos razoáveis para que o mercado funcione eficientemente (SIMPSON, 1994; EASTER, 1994). Easter e Huang (2014b) e Marston e Cai (2016) apontam a disponibilidade de infraestrutura – o que inclui canais e estruturas de controle – como um requisito para mercados ativos, já que “infraestrutura insuficiente frequentemente limita a potencialidade das transferências de água ao não oferecer meios para estocar e transportar água para o novo usuário” (MARSTON e CAI, 2016, p. 669).

A inexistência de infraestrutura física não é exatamente um fator limitante no caso de transações que ocorrem entre fazendeiros vizinhos, por exemplo (EASTER, 1994). Já em sistemas de irrigação que possuem canais limitados, qualquer intervenção física que se faça necessária para acomodar as vendas de água pode ser bastante custosa (EASTER, 1994), o que implicará no aumento dos custos de transação a ser arcado pelos agentes do mercado (SIMPSON, 1994). Os custos de se construir, manter e operar os projetos de

infraestrutura podem tornar esquemas de transação economicamente inviáveis (MARSTON e CAI, 2016).

#### *Regulação das águas subterrâneas*

A viabilidade do mercado pode depender também da regulação do acesso à água subterrânea (ENDO *et al.*, 2018), ou seja, do estabelecimento de direitos de propriedade também para águas subterrâneas (EASTER, 1994). Será difícil estabelecer um mercado de águas onde a água subterrânea é tratada como um recurso de livre acesso (ENDO *et al.*, 2018), já que nesses casos os usuários provavelmente iriam recorrer à extração excessiva de água subterrânea ao invés de ir ao mercado para adquirir direitos adicionais de acesso à água (ENDO *et al.*, 2018; CULP *et al.* 2014).

Por isso, é fundamental que se estabeleçam limites tanto para extração e alocação da água superficial, como para a água subterrânea (EASTER e HUANG, 2014a). Não impor limites aos usos das águas subterrânea e superficial simultaneamente constitui uma falha de política que deve ser evitada (YOUNG, 2014). Conforme exposto, o mercado pode levar à sobreutilização das reservas subterrâneas, uma vez que os usuários podem vender seus direitos (integral ou parcialmente) e simplesmente trocar sua fonte de água mantendo os mesmos níveis de consumo, por entender que a água subterrânea constitui fonte mais barata e pouco controlada (GRAFTON *et al.*, 2010a).

#### *Disponibilização da informação*

Os mercados de água são intensivos em informações, no sentido de gerá-las e de fazer uso delas. Em um mercado, é recomendável que todos os direitos de uso sejam formalmente registrados (BJORNLUND e MCKAY, 2002; GRAFTON *et al.*, 2010a), para que os compradores possam conhecer por completo o “produto” que eles estão adquirindo (BJORNLUND e MCKAY, 2002). A disponibilização de informações relativas à oferta e demanda de água (EASTER *et al.*, 1998a) bem como relativas às transações são pontos cruciais para a melhor performance dos mercados e da sua aceitação social (MARSTON e CAI, 2016). Algumas dessas informações referentes às transações são, por exemplo, o período, ponto de interferência, volume, preço e finalidade. Dados de disponibilidade hídrica são igualmente importantes, o que traz a necessidade de constante monitoramento da oferta de água (WHEELER *et al.*, 2017).

Os órgãos gestores podem divulgar a projeção de disponibilidade de água, o que permitirá aos usuários balancear suas necessidades e planejar transferências (MARSTON e CAI, 2016). Ainda, dados sobre transferências podem ser disponibilizados em tempo real (MARSTON e CAI, 2016); a maior transparência de informações pode contribuir para reduzir os custos de transação, ao facilitar o processo de *matching* entre compradores e vendedores. A divulgação dos preços e prazos em geral praticados pode atrair novos participantes. A criação de plataformas *online* que permitam o encontro de vendedores e compradores pode ajudar a todos os envolvidos, em especial os usuários menores, que podem enfrentar maior dificuldade em localizar parceiros para negociação (CULP *et al.*, 2014).

Reportando-se novamente ao contexto Brasil, essa seria uma possível barreira à introdução dos mercados de água ou pelo menos um fator dificultador. Isto porque, há baixa integração entre as informações sobre os usos da água, mesmo em bacias onde coexistem rios estaduais e federais, apesar dos esforços exercidos pela ANA. A Agência além de ser responsável pela gestão dos rios de domínio federal, tem também o caráter de agência nacional, o que significa que cabe a ela implementar a PNRH e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento Recursos Hídricos (BANCO MUNDIAL, 2018). Nesse sentido, a ANA vem atuando na consolidação da base de dados relativos a usuários de rios de domínios federal e estadual e na coordenação da gestão, através do cadastro de usuários de recursos hídricos e do programa Progestão<sup>8</sup>, o qual fornece incentivos para que os estados cooperem com a disponibilização dos dados relativos aos usos da água sob sua gestão. Dada a essencialidade de uma maior integração entre as esferas estadual e federal para o fortalecimento do GRH e, conseqüentemente para a operação de mercados de água efetivos, é fundamental que a ANA exerça seu papel de agência nacional. Em benefício da implementação da PNRH, a ANA deve, além de apoiar os órgãos estaduais, como tem feito, fazer aquilo que os estados não estão sendo capazes de fazer.

---

<sup>8</sup> Programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais voltado ao fortalecimento institucional e da governança das águas.

Ainda com relação às informações, não parece existir um padrão para divulgação de dados sobre as outorgas vigentes por parte dos órgãos gestores estaduais, e nem transparência, já que muitas vezes só se obtém acesso a essa informação via solicitação.

#### *Questão da “água não utilizada”*

Deve-se buscar tratamento para a questão da água “não utilizada” (*unused water*) (BJORNLUND e MCKAY, 2002). As falhas no tratamento dessa questão podem levar a usos ineficientes e insustentáveis da água, bem como abrir espaço para especulação e comportamento monopolista, de modo a distorcer o mercado e resultar em danos ao meio ambiente (BJORNLUND e MCKAY, 2002). Nesse sentido, a doutrina “use ou perca” (*use it or lose it*) tem sido adotada por diversas jurisdições para lidar com a água que é alocada, porém não utilizada. Referida doutrina reconhece a validade do direito de uso apenas se a água for direcionada para “uso benéfico”, estando o usuário caso contrário sujeito à suspensão do seu direito (BJORNLUND e MCKAY, 2002; ADLER, 2008; CULP *et al.*, 2014).

Em locais onde os direitos de uso constituem direitos de propriedade, ou seja, onde a propriedade é absoluta e inquestionável, a estrita aplicação da doutrina “use ou perca” indiretamente compromete o funcionamento dos mercados de água (ENDO *et al.*, 2018). O primeiro de seus efeitos é o de conferir insegurança ao detentor do direito (ENDO *et al.*, 2018) devido ao temor do usuário de que o seu direito possa ser perdido caso transferido temporariamente (MARSTON e CAI, 2016); a possibilidade de “tomada” do direito sem compensação se reflete no valor do direito de uso e nas decisões de investimentos por parte dos usuários (EASTER e HUANG, 2014b). Ademais, o princípio do “use ou perca” resulta em um incentivo perverso, que faz com que o usuário utilize toda a água a ele alocada (BENNETT, 2015), mesmo quando não necessário, para evitar que seu direito seja suspenso (MATTHEWS, 2004). Assim, a doutrina constitui desincentivo para que o usuário conserve água (ADLER, 2008), seja para reservá-la para uso futuro ou então comercializá-la (BENNETT, 2015), já que a parcela poupada pode ser encarada pelas autoridades locais como “não utilizada”, estando o direito de uso sujeito ao cancelamento sob o entendimento de que o volume conferido àquele usuário se encontra superior às suas reais necessidades (ENDO *et al.*, 2018). Na realidade, há um incentivo para que se mantenha o padrão de consumo de água. Nesses casos, ainda que seja legalmente possível comercializar a parcela de água conservada, as transferências, mesmo de curto prazo, não se materializarão (ENDO *et al.*, 2018).

Devido aos incentivos incorretos gerados pela doutrina do “use ou perca”, quando o direito de uso configura um direito de propriedade, é preferível que não haja a imposição de regras de cancelamento pelo não uso da água para o pleno funcionamento dos mercados de águas. Sendo o usuário o detentor do direito, ele deve ter a opção de vendê-lo ou mesmo de não o usar para vendê-lo futuramente sem risco de cassação. É exatamente na situação em que o usuário opta por reservar o seu direito na expectativa de uma valorização futura que se criam os direitos latentes, que são encarados como uma das ineficiências causadas pela suspensão da regra do cancelamento por não uso (ENDO *et al.*, 2018). Ainda que eventuais ineficiências possam surgir, este constitui um risco que decorre do fato de o direito de uso ser efetivamente um bem privado.

Como o sistema não funciona bem em termos de eficiência econômica quando abre espaço para o oportunismo (LIVINGSTON, 1998), sendo inclusive desejável que nenhum usuário seja “capaz de interferir fortemente na formação de preços de modo a tornar o mercado tendencioso” (CAMPOS *et al.*, 2002, p. 9), é possível adotar medidas alternativas ao cancelamento pelo não uso que combatam o comportamento especulativo. Um exemplo seria a taxação pelo não uso ou ainda a limitação da quantidade de direitos de uso que um indivíduo pode reter (GRAFTON *et al.*, 2010a).

Por outro lado, em locais, como é o caso do Brasil, em que os direitos de uso não conferem ao usuário a posse da água, alguma variação da doutrina “use ou perca” se faz sim necessária para lidar com a questão da água “não utilizada”. Isto porque, quando o usuário não detém a propriedade sobre a água, sendo essa um bem de interesse comum, permanece a necessidade de se desestimular comportamentos perenemente especulativos. Nesses casos, não faz sentido que se mantenha perpetuamente o direito de uso de um especulador. Portanto, ainda que o usuário possa ter incentivos reduzidos a negociar seu direito pela possibilidade de suspensão, o cancelamento por não uso reprimirá o comportamento especulativo, que além de não apropriado quando se trata de um bem de interesse comum, pode distorcer o funcionamento do mercado.

### *Proteção de terceiros*

Mercados bem-sucedidos precisam garantir que os usuários sejam razoavelmente protegidos contra externalidades (LIVINGSTON, 1998). Nesse sentido, Simpson (1994) pontua que caso as externalidades geradas pelas transações não sejam de alguma forma atacadas, eventualmente o mercado irá falhar e resultará em deseconomias. Desse modo,

em muitas situações se faz necessária ou pelo menos desejável alguma forma de intervenção que proteja os usuários de jusante contra a possibilidade de não terem água disponível para seus usos devido a alguma transação realizada a montante (MCKINNEY, 2003). Em locais onde o reuso dos fluxos de retorno é mais significativo, mecanismos de proteção de terceiros precisam ser instituídos antes mesmo que os mercados sejam introduzidos (THOBANI, 1997); especialmente se o mercado promover a transferência de água entre bacias (EASTER e HUANG, 2014a).

Simpson (1994) acrescenta que, todos os danos causados a terceiros devem ser incluídos como um custo de transação (SIMPSON, 1994). Assim, o real valor de mercado dos direitos de uso deve refletir todos os custos econômicos, inclusive as externalidades geradas (SIMPSON, 1994). Portanto, os impactos econômicos, ambientais e sociais precisam ser valorados de alguma forma para que então possam ser adicionados aos custos de transação. Assim sendo, Livingston (1998), Easter *et al.* (1998a) e Easter e Huang (2014a) reconhecem que a previsão de mecanismos capazes de lidar com os efeitos sobre terceiros constitui o maior desafio na estruturação de um mercado de água.

Na tentativa de proteger os usuários de jusante contra alterações nos fluxos de retorno – dos quais dependem – é comum limitar as transferências para que a parcela de água consumida não mude (THOBANI, 1997; MCKINNEY, 2003; MARSTON e CAI, 2016). Assim, um usuário que possui um direito de uso a uma vazão  $x$  de água poderia transferir apenas a parcela consuntiva dessa vazão, enquanto a parcela restante (não consuntiva) poderia ser vendida apenas se não fosse privar outros usuários do acesso à água (THOBANI, 1998). No entanto, determinar a parcela exata de água que é consumida e conseqüentemente o fluxo de retorno para o rio pode ser difícil e custoso (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; MARSTON e CAI, 2016). Isto porque, os direitos são muitas vezes especificados com base no volume total de captação.

Para contornar as dificuldades envolvidas na definição exata da parcela consuntiva de casa usuário, Thobani (1997) propõe que se especifiquem padrões de consumo de água por cultura ou atividade; ainda Culp *et al.* (2014) acrescentam que esses padrões podem ser definidos para determinadas condições do solo e climáticas. De maneira similar, Rosegrant e Gazmuri (1995) sugerem uma abordagem mais simples para lidar com o problema da externalidade que consiste em limitar as transações a uma porcentagem fixa da vazão de água captada. Essa limitação seria imposta apenas nas bacias onde os fluxos de retorno são significativos e onde a eles foram atribuídos direitos de uso.

Ainda, compensações financeiras poderiam ser dadas aos afetados assim como uma parcela da vazão disponível/outorgável poderia ser mantida como reserva, sem ser alocada a nenhum usuário. Esta vazão seria então reservada para compensar aqueles que de alguma forma foram prejudicados devido à redução dos fluxos de retorno (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995).

#### *Mitigação dos impactos econômicos secundários*

Entende-se que a mitigação dos impactos secundários na área de origem vá resultar na maior atividade do mercado e no aumento do benefício agregado gerado após as negociações. A maior atividade do mercado decorre da provável redução na resistência social às transações não locais bem como nas restrições a elas associadas.

A literatura sugere algumas formas de mitigar os impactos secundários na área de origem: em primeiro lugar, sob o ponto de vista da eficiência e da justiça, seria adequado que compradores e vendedores realizassem pagamentos como forma de compensação às autoridades públicas das áreas de origem (THOBANI, 1997; HOWE, 1999). No caso dos distritos de irrigação em que a transferência de água pode resultar em menor arrecadação, sendo essa insuficiente para cobrir os custos de operação do sistema, poderia haver previsão de compensação parcial à associação de usuários de água que teve sua renda reduzida (THOBANI, 1998). Isso nada mais é do que forçar o agente a internalizar os custos externos impostos sobre terceiros.

Howe (1999) sugere que as transações sejam feitas de forma gradual ao longo do ano para evitar impactos muito acentuados nas áreas de origem. Isso seria possível no caso da venda de água para uma empresa de abastecimento urbano de água, uma vez que essas em geral adquirem a quantidade de água necessária para atender a uma demanda futura. No entanto, essa estratégia não se mostra factível para qualquer transação. Por fim, o autor sugere que as áreas de origem seriam menos afetadas caso um usuário ao vender seu direito de uso comprasse um outro direito com maior risco de não atendimento (com menor prioridade de atendimento) e que, por esse motivo, seria mais barato. Dessa forma, o usuário estaria lucrando com a água que seria alocada para um uso mais eficiente, mas ao mesmo tempo poderia manter pelo menos parcialmente a sua produção, no caso de um irrigante.

#### *Manutenção das vazões ambientais*

Ainda com relação às externalidades que eventualmente podem surgir em um mercado de águas, Howe (1999) afirma que o mercado precisa ser restrito onde ele falha em atender aos valores sociais. Este é o caso da proteção ambiental, que requer ação coletiva (HOWE, 1999), ou melhor, alguma forma de intervenção. Nesse sentido, Grafton *et al.* (2011) destacam que a menos que sejam feitas considerações acerca de usos sem valor de comercialização ou algum tipo de reserva para o bem público, os mercados não irão atingir objetivos sociais mais amplos.

Dentre as recomendações encontradas na literatura para proteção das vazões ecológicas em um mercado está a reserva de um volume mínimo de água, ou seja, mantê-lo não alocado a fim de assegurar a manutenção das vazões mínimas (HOWE, 1999; MATTHEWS, 2004). Easter *et al.* (1998a) recomendam, para esses casos em que a água apresenta fortes características de bem público, que a intervenção do governo, para fins de conservação ambiental, se faça na reserva ou na compra de direitos de uso. Isto é, as adaptações necessárias para que se alcance a proteção ambiental devem ser feitas no contexto do próprio mercado (ADLER, 2008).

Matthews (2004) propõe ainda que uma taxa seja imposta às transações, de forma que uma porcentagem do que é transacionado seria retida para que fosse disponibilizada para proteção do interesse público, o que inclui a manutenção das vazões ecológicas. Cabe pontuar que embora seja possível atender às demandas ambientais via mercado, essa tarefa não é simples exatamente pela dificuldade de se definir qual seria essa demanda. Isto é, não se conhece ao certo a relação existente entre a disponibilidade de água e o benefício ambiental correspondente (BENNETT, 2015).

#### *Remoção de restrições*

Nem todas as restrições à movimentação da água são de natureza física; impedimentos legais são barreiras igualmente relevantes (CULP *et al.*, 2014). Regras excessivas que limitam transações obstruem o desenvolvimento de mercados eficientes (ADLER, 2008). Restrições pautadas em argumentos não fundamentados que alegam a ocorrência de impactos (por exemplo, impactos econômicos na bacia de origem) podem frear a efetividade dos mercados, além de conferir excessivo poder discricionário ao regulador (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995).

Portanto, esforços devem ser feitos voltados à remoção das restrições espaciais das transações (BJORNLUND e MCKAY, 2002; MATTHEWS, 2004). O mesmo vale para

quaisquer restrições desnecessárias, ultrapassadas (GRAFTON *et al.*, 2010a; EASTER e HUANG, 2014a) e infundadas, que podem estar atendendo aos interesses de grupos particulares em detrimento do interesse público (GRAFTON *et al.*, 2010a).

Tais restrições devem ser removidas, na medida do possível, a fim de não limitar os ganhos de mercado. Isto porque pode haver diferenças muito maiores entre setores usuários do que dentro de um mesmo setor, de modo que as transações intersetoriais podem resultar em ganhos mais expressivos (BENNETT, 2015). Por isso, a não ser que haja inviabilidade em decorrência de altos custos de transação, é desejável maximizar a abrangência do mercado de modo que as transações possam ocorrer dentro da maior área geográfica possível, onde exista grande variedade de usuários (MCKINNEY, 2003), com usos de alto e baixo valor e com diferentes níveis de confiabilidade de atendimento (BJORNLUND e MCKAY, 2002).

Claro que a imposição de algumas restrições é facilmente compreensível e justificável, como é o caso da limitação imposta à venda de apenas a parcela consuntiva dos direitos de uso para fins de manutenção dos fluxos de retorno. Por esse motivo, reitera-se que o ponto aqui levantado é a retirada de restrições não fundamentadas, ou ainda de impedimentos totalmente discricionários por parte do órgão gestor.

#### *Disposição política e aceitação social*

A disposição política é apontada como uma condição desejável para a introdução dos mercados de água por GVces e ANA (2018). A visão política pró mercado é desejável para que as legislações apropriadas sejam estabelecidas de modo a se criar as bases para o mercado de água e a torna-lo viável. Ademais, a transição de um sistema alocativo puramente administrativo (centralizado) para um sistema de alocação orientado pelo mercado é uma importante decisão política e, possivelmente irreversível (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Rosegrant e Gazmuri (1995) reconhecem que a percepção do governo com relação ao papel do estado no GRH e a vontade política de empoderar a população são fatores chaves para determinar a introdução ou não dos mercados de água. Com relação não mais à introdução dos mercados, mas sim à sua operação, “o sucesso e a aceitação da implantação dos mercados de água dependem da confiança dos usuários na segurança e justiça desse sistema” (SIMPSON, 1994, p. 101). Para que os mercados de água funcionem, especialmente as transferências entre setores ou localidades, a comunidade de usuários precisa dar suporte ao conceito (EASTER *et al.*, 1998b).

Easter e Huang (2014b) apontam que após décadas desde o desenvolvimento dos primeiros mercados de água, uma das lições que se pode tirar é a importância do apoio popular. Para que o mercado funcione, os produtores precisam estar convencidos de que se trata de um bom instrumento para promover a alocação de água (EASTER e HUANG, 2014a). Caso contrário, se os produtores não enxergarem o quanto eles podem se beneficiar através da comercialização dos direitos de uso, é improvável que o mercado se torne ativo (EASTER e HUANG, 2014a). Nesse sentido, faz-se necessário instruir os produtores, especialmente os mais antigos, esclarecendo de que forma os mercados de água podem fazer parte dos seus respectivos planos de gestão (EASTER e HUANG, 2014a).

#### 4.4. Experiências internacionais

O funcionamento dos mercados depende tanto do atendimento de pré-condições, como do contexto em que estão inseridos (BAUER, 1997). Não existe um modelo único de mercado de água; “cada país vem trabalhando com seus próprios arranjos e diferentes motivações” (PETTERINI, 2018, p. 192). Neste item são resgatadas algumas experiências de mercados internacionais com o intuito de primeiro entender o que motivou a introdução desse instrumento no GRH desses países – em que contexto os mercados se inseriram; em um segundo momento de acompanhar como as limitações inerentes aos mercados de água os afetaram, e como algumas delas foram superadas. Como muitos dos fatores identificados previamente como pré-requisitos para o adequado funcionamento dos mercados (item 4.3) se relacionam exatamente com a mitigação dos seus efeitos indesejáveis (limitações), optou-se por conduzir a análise das experiências internacionais com base em alguns desses pré-requisitos. Por fim, são apresentados alguns resultados gerais alcançados pelos mercados analisados.

Vale ressaltar que cada país, ou ainda cada bacia, terá de enfrentar contextos específicos no desenvolvimento dos seus mercados (GRAFTON, 2017 apud HORNE e GRAFTON, 2019). Ainda que não exista uma maneira correta de implementar um mercado de água, uma vez que esse sistema precisa ser desenhado de acordo com um contexto climático, econômico, social e legal, entende-se que importantes lições possam emergir ao se resgatar experiências de outras jurisdições (BJORNLUND e MCKAY, 2002). Espera-se que tais experiências possam contribuir para delinear diretrizes e apontar erros a serem evitados no estabelecimento de novos mercados.

Neste item, são analisados os amplamente documentados mercados do oeste americano – o que inclui os estados do Arizona, Califórnia, Colorado, Idaho, Montana, Novo México, Nevada, Oregon, Texas, Utah, Washington e Wyoming – e os mercados australianos, especialmente o da bacia de *Murray-Darling*<sup>9</sup>, que já conta com quase três décadas de experiência. Resgata-se também a experiência chilena, que se mostra particularmente interessante por não ter sido bem-sucedida em seu aspecto social.

Nem todos os mercados aqui apresentados emergiram pelas mesmas razões. Em alguns casos, existiam condições sociais, políticas e físicas que facilitaram ou mesmo catalisaram o surgimento dos mercados (BREVIGLIERI *et al.*, 2018), tornando o processo mais natural. No Chile, a introdução dos mercados, ainda que tenha sido parcialmente influenciada pelo aumento do valor da água – reflexo de sua escassez – foi diretamente atribuída à reforma econômica conduzida pelo país (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Rosegrant e Gazmuri (1995) destacam que a liberalização econômica, de um modo geral, traz incentivos para que se migre para políticas de água orientadas para o mercado.

O Código de Águas chileno/Lei das Águas, de 1981, trouxe o reconhecimento da água como bem econômico (HEARNE e DONOSO, 2014) e estabeleceu as condições legais para que os mercados emergissem espontaneamente (BAUER, 1997). Briscoe *et al.* (1998) resumem a lei chilena em quatro pontos centrais : (i) o reconhecimento de que a água é um fator de produção para outras atividades além da agricultura, e por esse motivo, deve ser transferida como qualquer outro *input* de produção; (ii) o reconhecimento de que vincular a água, que é um recurso móvel, à terra não é apropriado; (iii) a conclusão de que é necessário separar direitos de uso da água e da terra; e (iv) o tratamento dos direitos de uso como qualquer outro direito de propriedade, o que inclui a possibilidade de comprá-los e vendê-los.

A partir da promulgação da Lei das Águas, o Chile estabeleceu mercados formais para a comercialização de direitos de uso em escala nacional (THOBANI, 1997); apesar disso os mercados no Chile só se tornaram de fato ativos em algumas bacias específicas, nas

---

<sup>9</sup> A bacia de *Murray Darling* ocupa uma larga porção do sul da Austrália e abrange quatro estados: *New South Wales*, *Victoria*, *Queensland* e *South Australia*, além de um território: *Australian Capital Territory* (BREVIGLIERI *et al.*, 2018). O mercado desenvolvido nessa bacia é o maior e mais relevante do país, respondendo por 85% das transferências permanentes de água e 98% das transferências temporárias (NWC, 2013 apud BREVIGLIERI *et al.*, 2018)

quais a água tinha alto valor e os custos de transação eram baixos (HEARNE e DONOSO, 2014), como é o caso da bacia do Limarí (BRISCOE *et al.*, 1998).

No que tange à experiência norte americana, Garrick *et al.* (2018), ao compará-la com a experiência australiana, identificam que a competição acirrada pela água, bem como a ocorrência de secas periódicas impulsionaram a realocação da água no esforço de maximizar o valor econômico da água em seu uso. Ainda assim, o desenvolvimento dos mercados de água no oeste americano constituiu um processo lento (DONOHEW, 2009). No caso da Califórnia, o desenvolvimento dos mercados formais foi impulsionado não apenas pela sequência de secas enfrentadas pelo estado, como também pelo rápido crescimento da demanda por água para usos urbanos e para o atendimento das necessidades ambientais (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Outro fator indutor do desenvolvimento dos mercados foi o alto custo (econômico e ambiental) de expansão das fontes de água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Petterini (2018) relembra que historicamente muitos projetos voltados ao aumento da oferta de água – reservatórios, barragens, canais – foram desenvolvidos no oeste americano. No entanto, essa deixou de ser uma estratégia viável para lidar com o aumento da demanda devido às fortes objeções ambientais (PETTERINI, 2018) e rejeição pública a novos projetos de infraestrutura (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Logo, essa abordagem antes voltada para o aumento da oferta foi sendo substituída pela realocação dos recursos existentes via mercado (PETTERINI, 2018).

Foi nesse contexto que os mercados formais se desenvolveram na Califórnia na década de 90 (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995); essa experiência teve início com as alterações legais que autorizaram a transação do volume de água conservado ou em excesso, ou mesmo da água que se tornara disponível devido ao abandono da terra (BREWER *et al.*, 2008). Tais alterações tornaram os direitos de uso mais seguros, na medida em que conferiram ao usuário a segurança de que seus direitos não seriam suspensos sob a regra do “use ou perca” caso fossem transferidos, visto que as transações passaram a ser reconhecidas como “usos benéficos” da água (BREWER *et al.*, 2008). Cabe destacar também a atuação dos bancos de água no início dos anos 90, que facilitaram a realização de transferências em larga escala (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Os bancos de água funcionam de maneira similar aos bancos regulares, reservando depósitos de direitos de uso da água até que o usuário que o depositou decida usá-lo ou vendê-lo para uma outra pessoa, e reunindo direitos de uso para disponibilizá-los em um *pool* para sua

comercialização (CULP *et al.*, 2014). Essas instituições não representam exatamente um mercado normal, onde compradores e vendedores negociam bens a preços acordados, mas eles operam como uma câmara de compensação (“*clearinghouse*”) (ADLER, 2008), facilitando a venda de grande volume de água em períodos de extrema seca e promovendo transferências menos conflituosas e mais céleres (BJORNLUND e MCKAY, 2002), já que auxiliam no encontro de vendedores e compradores (CULP *et al.*, 2014).

No caso australiano, o aumento da demanda por água, combinado com a crescente preocupação ambiental em um contexto de baixa disponibilidade de água, despertou a reforma na maneira com que a água até então era alocada entre os diversos usuários (BENNETT, 2015). No caso específico da bacia de *Murray-Darling*, essa reforma foi impulsionada inicialmente por problemas na qualidade da água, que apontaram para uma questão ainda maior que era a sobrealocação do recurso. Os mercados então emergiram na bacia na tentativa de equalizar o aumento da demanda por água entre os seus diversos estados (BREVIGLIERI *et al.*, 2018) e como forma de reduzir a sobrealocação dos recursos (WHEELER *et al.*, 2014).

A questão da sobrealocação na bacia foi identificada quando, em função de problemas relativos à qualidade da água, procedeu-se à avaliação dos usos da bacia no início dos anos 90. Tal avaliação apontou para o comprometimento da vazão disponível e para o aumento da demanda por água (BJORNLUND, 2007). Diante disso, definiu-se um limite no volume máximo de água que poderia ser captado na bacia em base anual (“*cap*”) (YOUNG, 2014). Esse limite correspondia ao volume de água que teria sido usado nos níveis de desenvolvimento de 1993/1994 (BJORNLUND, 2007; YOUNG, 2014).

A limitação no uso trouxe consigo o valor de escassez da água e apontou que a única forma de acomodar novos usuários ou o aumento do consumo de água dos antigos seria por meio da realocação (BJORNLUND, 2007). Isso gerou uma pressão por parte dos irrigantes primeiro para desvincular tais direitos da terra e segundo para torná-los transacionáveis, o que possibilitaria o acesso à água, que cada vez mais se tornava um recurso escasso (GRAFTON *et al.*, 2010a).

Em 1994, o governo acordou uma nova agenda de reforma da água que incluía o compromisso de introduzir instrumentos de mercado (BJORNLUND *et al.*, 2012). Apesar de as reformas conduzidas pelos estados, as transações na década de 90 ainda eram muito limitadas (GARRICK *et al.*, 2018; HORNE e GRAFTON, 2019), o que demonstrava a necessidade de maior coordenação entre os estados e o próprio governo federal

(GARRICK *et al.*, 2018). Foi então que em 2004, o acordo intergovernamental conhecido por *the National Water Initiative* (NWI) reforçou o mercado como uma norma (YOUNG, 2014). Referido acordo determinou que os direitos de uso deveriam ser exclusivos, transacionáveis e registrados (GRAFTON *et al.*, 2012) e fez com que os estados se comprometessem a apoiar a criação de mercados em troca de incentivos financeiros (GARRICK *et al.*, 2018) e a liberar as transações além de seus territórios (GRAFTON *et al.*, 2012).

Em 2007, em resposta à severa crise hídrica e à degradação ambiental enfrentadas pela bacia de *Murray-Darling*, o governo australiano promulgou a Lei das Águas, na qual estabeleceu uma autoridade independente para o gerenciamento da bacia – a *Murray-Darling Authority* (GARRICK *et al.*, 2018) e na qual também reconhecia os mercados de água como peça chave no enfrentamento da escassez hídrica (HORNE e GRAFTON, 2019). A autoridade responsável pela bacia desempenhou importante papel de coordenação na atualização dos limites para usos sustentáveis na bacia e no desenvolvimento das regras para as transações (GARRICK *et al.*, 2018). Não coincidentemente, apenas a partir de 2007, as transações antes limitadas passaram a ocorrer de maneira mais significativa (em termos volumétricos) (GARRICK *et al.*, 2018). Para Bjornlund (2007), o mercado foi aumentado a sua atividade à medida que as próprias transações ativavam a água “não utilizada”, o que agravava a questão da disponibilidade hídrica e à medida que menos água se encontrava disponível para ser alocada, ano após ano. Já para Horne e Grafton (2019) foi a “Seca do Milênio” que assolou grande parte da bacia de *Murray-Darling* até 2009, a responsável por catalisar em última instância o desenvolvimento dos mercados.

Após breve contextualização sobre os fatores que motivaram a introdução dos mercados nas diversas jurisdições e sobre o início dessas experiências, são elencados, a seguir, os aspectos sob os quais os mercados internacionais foram analisados.

#### *Alocação os direitos de uso e sistema de priorização*

No oeste americano, os direitos de uso são denominados direitos apropriativos (*appropriative water rights*) e consistem em uma autorização para a captação de determinada quantidade fixa (vazão) de água (GRAFTON *et al.*, 2012). Os usuários detêm apenas o direito de usufruir da água, enquanto a propriedade em si permanece com o Estado (DONOHEW, 2009).

A legitimidade dos direitos de uso está condicionada ao seu direcionamento para emprego em “usos benéficos”, seja pelo detentor ou pelo comprador (GRAFTON *et al.*, 2012). Associada à doutrina do uso benéfico está o princípio do “*first in time, first in right*”, que assegura que aqueles usuários que receberam seus direitos de uso há mais tempo terão prioridade de atendimento (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Referido princípio confere ao usuário um status de sênior ou júnior, a depender da data em que ele começou a captar a água e a empregá-la em uso considerado benéfico (CULP *et al.*, 2014). A pessoa que registrar primeiramente um uso considerado benéfico, terá um direito sênior a acessar aquele volume naquele ponto do rio (BJORNLUND e MCKAY, 2002). Logo, os usuários que detêm direitos mais antigos, como povos nativos ou ainda os membros dos primeiros distritos de irrigação, possuem prioridade de atendimento maior do que aqueles mais recentes, como as comunidades urbanas (GRAFTON *et al.*, 2010a). A expectativa de atendimento da demanda aumenta com a senioridade do direito; por esse motivo direitos de uso mais antigos têm maior valor (DONOHEW, 2009).

No caso australiano, a alocação da água é feita sazonalmente de modo que seus mercados de água apresentam dois produtos distintos para comercialização: os direitos de uso de longo prazo e os sazonais. Os direitos de uso de longo prazo (*entitlements*), também conhecidos como água permanente, dão direito de acesso a uma parcela (*share*) do *pool* de recursos hídricos (WHEELER *et al.*, 2014; HORNE e GRAFTON, 2019), enquanto os direitos sazonais (*water allocations*), chamados também de água temporária, são proporcionais aos direitos de longo prazo (BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Os direitos sazonais correspondem à quantidade de água atribuída a cada usuário detentor de um direito de longo prazo naquela estação (GRAFTON *et al.*, 2010a; GRAFTON *et al.*, 2012; HORNE e GRAFTON, 2019).

A alocação sazonal é anunciada no início da estação, de acordo com o volume disponível nos reservatórios e a vazão mínima esperada, podendo haver eventuais ajustes caso fluxos adicionais cheguem aos reservatórios (BJORNLUND *et al.*, 2012). Assim, conforme a disponibilidade hídrica e a depender do nível de confiabilidade do direito de longo prazo, ao usuário é concedida ou a integralidade ou uma porcentagem do seu direito de longo prazo (GRAFTON *et al.*, 2010a). Portanto, quanto maior a confiabilidade do direito de uso, maior é a frequência de anos em que o usuário poderá exercê-lo integralmente (GRAFTON *et al.*, 2012). De maneira contrária, em anos secos, os usuários detentores de direitos de menor confiabilidade recebem água em quantidade muito inferior ao volume

nominal do direito de longo prazo, podendo não receber nada (GRAFTON *et al.*, 2012). Desse modo, as alocações sazonais representam quantidades seguras de água, já que praticamente não há incertezas com relação à entrega dessa água (GRAFTON *et al.*, 2010a). Como essa alocação é anunciada no início do ciclo produtivo, o irrigante acaba conhecendo a quantidade disponível de água com certa precisão, o que o permite tomar decisões produtivas de forma planejada (BJORNLUND e MCKAY, 2002).

Segundo declara o Código de Águas chileno, a água é propriedade pública, sendo aos usuários atribuídos direitos privados de uso (BAUER, 1997). Esses direitos são definidos em base volumétrica e convertidos em direitos proporcionais à vazão disponível, quando essa não é suficiente para atender a todos os usuários outorgados (THOBANI, 1998; EASTER e HUANG, 2014b; HEARNE e DONOSO, 2014). O Chile possui um sistema parecido com o australiano, no qual os direitos podem ser permanentes ou temporários, esses últimos são alocados quando a disponibilidade de água está acima da média (GRAFTON *et al.*, 2010b), ou seja, só podem ser exercidos, caso todos os direitos permanentes tenham sido atendidos com água (THOBANI, 1998).

Com relação à alocação dos direitos de uso, essa é feita pelo órgão gestor nacional – *Dirección General de Aguas* (DGA). Tal órgão não tem autoridade para negar nenhum pedido de outorga quando se tem água disponível, nem de decidir qual usuário será atendido quando um direito de uso é disputado por mais de um usuário (BAUER, 1997). Assim, não havendo água disponível para atender a todos requerentes, o órgão gestor promove um leilão, sendo o direito alocado àquele que der maior lance (BAUER, 1997). Esse modelo alocativo fez com que os direitos de uso se concentrassem nas mãos dos usuários mais bem informados e influentes, além, é claro, de mais abastados.

#### *Proteção de terceiros/manutenção dos fluxos de retorno*

Intimamente relacionado à forma como as diversas localidades definiram seus direitos de uso, está o tratamento que deram à questão das externalidades, em específico, da manutenção dos fluxos de retorno. Nesse sentido, os mercados do oeste americano tentaram solucionar essa questão, autorizando apenas a negociação da parcela consuntiva, isto é, do volume que tradicionalmente vinha sendo consumido (GOULD, 1989 apud BJORNLUND e MCKAY, 2002). Essa regra é conhecida por “regra do não dano” (“*no injury rules*”) e tem por objetivo manter os fluxos de retorno intactos e evitar prejuízos aos usuários de jusante (LIVINGSTON, 1998). A aplicação dessa regra, no entanto,

aumenta consideravelmente os custos de transação devido à dificuldade em se medir a parcela consuntiva e os fluxos de retorno (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; LIVINGSTON, 1998).

Uma experiência que chama atenção no oeste americano é a do norte do Colorado, em função do tratamento distinto dado à questão da manutenção dos fluxos de retorno. No norte do Colorado se desenvolveu o mercado de água mais ativo dos Estados Unidos (EUA) graças ao *Colorado Big Thompson Project* (LIBECAP, 2010) – infraestrutura que transfere água do oeste para leste das montanhas rochosas através de uma série de túneis e reservatórios (NCWCD, 2013 apud BREVIGLIERI *et al.*, 2018). A atividade do mercado se deve em parte ao fato desse ter conseguido superar a questão das externalidades e fluxos de retorno ao alocar direitos proporcionais à vazão disponível e reter os fluxos de retorno (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994). Isto é, os usuários podem ter acesso ao fluxo de retorno sem custos, porém a sua disponibilidade não é garantida já que o mecanismo alocativo não atribui direito de uso sobre essa vazão a nenhum usuário (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; MARSTON e CAI, 2016). Dessa forma, os fluxos de retorno pertencem ao distrito que administra as águas do projeto, não podendo ser reivindicado por nenhuma parte (GRAFTON *et al.*, 2012). Segundo essa abordagem o usuário tem o direito de transferir todo o direito que lhe foi atribuído, sem que haja efeitos adversos sobre usuários a jusante, já que esses em teoria não estarão contando com a disponibilidade dessa água.

O Chile seguiu os mesmos passos, não conferindo direito de acesso aos fluxos de retorno (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Os direitos conferem ao usuário o direito de completa utilização sem obrigatoriedade de retornar qualquer vazão (HEARNE e DONOSO, 2014). Os fluxos de retorno das áreas vizinhas podem ser usados, no entanto, a sua disponibilidade é dependente da vazão disponível e do uso que o detentor do direito faz (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Assim, os fluxos de retorno não são permanentes, já que não há obrigatoriedade de mantê-lo disponível (ROSEGRANT e BINSWANGER, 1994; ROSEGRANT e GAZMURI, 1995).

A Austrália seguiu o modelo chileno, não especificando que os usuários teriam que garantir fluxos de retorno (WHEELER *et al.*, 2014). No entanto, alguma preocupação tem sido demonstrada com relação a essa questão devido à redução dos fluxos de retorno

causada pelo aumento da eficiência do uso da água na irrigação e pelo seu reuso nas terras agrícolas (WHEELER *et al.*, 2014).

É possível notar que essencialmente o que difere no tratamento da manutenção dos fluxos de retorno, de um mercado para outro, é a forma como são definidos os direitos de uso; se eles são direitos de uso consuntivos ou direitos de uso de captação. Se o direito de uso é consuntivo, o usuário tem o direito de transacioná-lo em sua integralidade, já que não foram atribuídos, para qualquer outro usuário, direitos de uso sobre eventuais fluxos de retorno. Se o direito de uso é de captação, então alguma restrição é imposta permitindo que o usuário comercialize apenas a parcela consuntiva, já que outros usuários têm direito de acesso sobre os fluxos de retorno, sendo, portanto, dependentes deles. Rosegrant e Gazmuri (1995) pontuam que o modelo de direitos consuntivos adotados pelo Chile, por exemplo, talvez seja mais apropriado para países em desenvolvimento, já que o modelo seguido pelo oeste americano (direitos de captação) poderia ser muito custoso a ponto de impedir o desenvolvimento dos mercados. No entanto, os mesmos autores pontuam que nos locais onde os fluxos de retorno são significativos e que tradicionalmente são atribuídos direitos a eles, alguma proteção com relação à sua manutenção se fará necessária (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995), talvez cabendo a adoção de medida semelhante à adotada pelos EUA.

#### *Efeitos sobre o meio ambiente e proteção das vazões ecológicas*

A experiência australiana indica que o mercado ativou a “água não utilizada” (“direitos latentes”), de modo que nos primeiros anos de atividade do mercado, a comercialização dessa água não utilizada foi dominante (BJORNLUND, 2007). Isso resultou na menor disponibilidade de água para alocação sazonal, o que levou os usuários a responder com o subsequente aumento da extração de água subterrânea (WHEELER *et al.*, 2014). Portanto, o início do mercado impôs custos sobre o meio ambiente.

A despeito dos custos ambientais resultantes dos primeiros anos de mercado, a experiência australiana demonstra que os mercados podem ser adaptados para considerar a sustentabilidade ambiental, sem que isso comprometa a sua eficiência econômica (GRAFTON *et al.*, 2011). Na Austrália, o governo federal criou uma agência – *Commonwealth Environmental Water Holder* (BENNETT, 2015) – que atua como agente no mercado, comprando direitos para garantir o atendimento das necessidades ambientais (WHEELER, 2014 apud BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Isto é, a venda de direitos de uso

para o governo ocorre voluntariamente através de leilões reversos (GRAFTON *et al.*, 2015). Essa abordagem voltada ao aumento dos fluxos para o meio ambiente se mostrou a opção mais custo efetiva quando comparada a outras estratégias como a concessão de subsídios para o aumento da eficiência do uso da água (HORNE, 2014 apud GRAFTON *et al.*, 2015).

Apesar de os irrigantes terem inicialmente apoiado a atuação do governo como comprador no mercado, esses começaram a demonstrar preocupação por temerem que o governo adquirisse água em excesso para o ambiente (GARRICK *et al.*, 2018). Por esse motivo, em 2015, foi imposto um limite para o volume que o governo federal poderia acessar no mercado (GARRICK *et al.*, 2018). Cabe lembrar que a atuação do governo em um mercado é uma via de mão dupla, isto é, ainda que as transações tenham inicialmente consistido na venda da agricultura para o meio ambiente, ocasionalmente a agência federal tem cedido água de volta para a irrigação (BENNETT, 2015).

Bennett (2015) nota haver grande potencial para ganhos nas transações entre meio ambiente e irrigação, o que se justifica pela tendência contrária observada no valor relativo da água para esses dois usos. O que o autor defende é que a Austrália, por ter um clima bastante variável, não apenas sazonalmente, mas também em ciclos decenais, possui um ecossistema adaptado a tais flutuações. Assim, em períodos secos, o meio ambiente já estaria adaptado a receber pouca água e conseguiria lidar melhor com a escassez hídrica do que as culturas cultivadas, de modo que a água estocada em reservatórios teria muito valor para a irrigação, mas não tanto para o meio ambiente (BENNETT, 2015). Já em tempos de maior abundância de água, a demanda dos irrigantes cairia, enquanto a água estocada seria altamente benéfica para a manutenção do ecossistema (BENNETT, 2015). A lógica então seria que a complementariedade entre as demandas de água para irrigação e para proteção ambiental poderia ser gerenciada e resultar em ganhos de mercado. A venda de água de volta para a agricultura representa fonte de arrecadação para o governo, que pode aplicar esse recurso em compra futura para o meio ambiente (BENNETT, 2015).

Os mercados americanos vêm adotando estratégia parecida para garantir o atendimento das demandas ambientais. Uma variedade de fundos de água (“*water trusts*”) encontram-se em operação no oeste americano (CULP *et al.* 2014), participando da compra e venda de água para manutenção de vazões mínimas (GRAFTON *et al.*, 2010b). Essas instituições são organizações sem fins lucrativos que adquirem água através de contratos

de opção, compras, doação ou de investimentos em conservação em parceria com usuários (CULP *et al.* 2014). Em tempos em que essa água não se faz necessária, esses fundos podem vender água de volta para agricultura ou outros usos como forma de arrecadação de recursos para as operações do fundo (CULP *et al.* 2014). Por vezes esses fundos são financiados pelo governo, instituições de caridade ou ainda pelo setor elétrico que doa recursos como forma de mitigar os danos que causa em decorrência da construção e operação de barragens (CULP *et al.* 2014).

Bennet (2015) aponta que a participação descentralizada dos fundos na proteção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela água permite que os recursos aplicados sejam empregados de maneira mais efetiva, já que permite que grupos engajados na proteção ambiental identifiquem maneiras custo-efetivas para o atingimento dos seus objetivos. De outra forma, quando é atribuída a uma única agência a incumbência de gerenciar o volume de água para proteção ambiental, o processo se torna centralizado e não necessariamente a água é direcionada para os locais mais vulneráveis ou mesmo para onde a própria população identifica como mais necessário (BENNETT, 2015). Donohew (2009) documenta que 9% das transações no oeste americano entre 1987 e 2007 direcionaram água para o meio ambiente, sendo que tais transações envolveram grandes volumes de água.

Com relação aos mercados chilenos, ao mesmo tempo em que Bauer (2012) pontua que esses falharam no tratamento da água subterrânea e na proteção dos fluxos para o meio ambiente, Thobani (1997) afirma que as consequências não parecem ter sido muito sérias. Essa percepção é confirmada por Hearne e Donoso (2014), que afirmam ter havido pouco conflito entre usos ambientais e consuntivos na maior parte do país.

#### *Impactos econômicos secundários*

Endo *et al.* (2018) apontam que na Califórnia o mercado de água resultou na redução das atividades econômicas nas regiões de venda de água. Isso se explica pelo fato de que, em muitos casos, a criação do excedente de água para comercialização veio exatamente do abandono de áreas agrícolas. No entanto, há pouca evidência empírica que atribua o declínio da população rural e da atividade econômica exclusivamente aos mercados de água, e não a outros fatores como, por exemplo, a abertura de novas oportunidades nas cidades, o que por sua vez estimulou a migração no oeste americano (LIBECAP, 2018).

No caso australiano, mudanças estruturais na agricultura irrigada ocorreram (BENNETT, 2015), assim como os negócios ligados aos equipamentos de irrigação foram impactados negativamente (WHEELER *et al.*, 2014). Bjornlund *et al.* (2012) relatam que em rodada de entrevistas com *stakeholders*, esses alegaram que o mercado resultou em mudanças negativas para a comunidade, embora não tenha sido comprovada nenhuma causalidade entre o estabelecimento do mercado e as mudanças citadas pelos entrevistados. De todo modo, Bennet (2015) pontua que, em alguns casos, as transações apenas aceleraram as mudanças que já estavam para ocorrer, de forma que a renda recebida pela venda dos direitos constituiu apenas o empurrão necessário para que elas ocorressem.

Há de se considerar que a arrecadação de recursos pela venda da água ajudou a mitigar as mudanças estruturais resultantes (BENNETT, 2015), bem como a realocação da água gerou retornos positivos em outras localidades (WHEELER *et al.*, 2014). Além disso, o setor agrícola demonstrou forte capacidade adaptativa, de modo que mesmo onde houve perdas, elas foram inferiores ao que havia sido previsto, pois outras oportunidades foram aproveitadas (BENNETT, 2015). Isso também é demonstrado pelos dados censitários que indicam que a comunidade rural foi resiliente e capaz de manter sua população e atividade econômica (BJORNLUND *et al.*, 2012) apesar da exportação de água. Na realidade, o mercado de direitos sazonais parece ter ajudado os irrigantes a permanecer em suas comunidades (BJORNLUND *et al.*, 2012) por constituir uma fonte de renda. Diversas são as formas de participação desses irrigantes em um mercado; Bjornlund *et al.*, 2012 classificam os irrigantes ativos no mercado em três grupos. O primeiro deles são irrigantes que reconhecem que sua produção não é viável economicamente, então usam o mercado para se manter na comunidade até que haja uma mudança geracional; o segundo grupo é aquele que realmente acessa o mercado para desenvolver sua propriedade e um terceiro grupo, que é minoria, formado por irrigantes que compram e vendem água em ocasiões oportunas a depender do preço das *commodities* e da água no mercado de direitos sazonais, por exemplo.

Já a experiência chilena demonstra que os impactos econômicos secundários foram pequenos e que as regiões agrícolas foram altamente beneficiadas pela operação dos mercados de água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Isso foi possível, uma vez que os agricultores venderam pequenas parcelas dos seus direitos de uso, tendo mantido a produção agrícola por meio de técnicas mais eficientes no uso da água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Cabe ressaltar que talvez os mercados do Chile não tenham enfrentado grandes problemas em suas áreas de origem, em parte porque não houve

muita saída de água da agricultura. Verifica-se que no país não houve muita variação no valor da água entre setores, de modo que a água sempre teve, no geral, maior valor para a agricultura (HEARNE e DONOSO, 2014).

### *Regulação*

O mercado de água da Califórnia é altamente regulado (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995), o que segundo Brewer *et al.* (2008) constitui um dos principais fatores limitantes da sua atividade. Dentre esses fatores limitantes associados à regulação, estão as restrições impostas para proteção de terceiros e do meio ambiente, bem como a exigência de compensação a terceiros e o direito concedido às partes de protestar ou questionar as transações (BREWER *et al.*, 2008). Ainda que a Califórnia seja um caso extremo com relação à regulação, em todos os estados do oeste americano pode haver interferência no processo de aprovação das transações (LIBECAP, 2018), de modo que o tempo e os recursos gastos até que se aprove uma transação configuram barreiras à sua realização, especialmente para as operações de menor escala (HUFFMAN, 2004).

Qualquer negociação que mude o ponto de captação, a natureza do uso e o período de utilização, principalmente se tais mudanças forem significativas, está sujeita a restrições legais e à regulação das agências estaduais (BREWER *et al.*, 2008). As transferências são autorizadas apenas se elas não resultarem em danos a outros usuários (especialmente aos usuários de jusante), o que vem a constituir a já mencionada doutrina do “não dano” (BREWER *et al.*, 2008; CULP *et al.*, 2014). Na realidade, as transações são aprovadas caso o usuário solicitante da alteração (ponto de captação, período de utilização...) comprove a ausência de danos (SQUILLANCE e MCLEOD, 2016). Apenas transferências entre vizinhos costumam não exigir aprovação, já que nesses casos eventuais mudanças costumam ter duração limitada (BREWER *et al.*, 2008), o que não acarreta em grande impacto.

Na maior parte do oeste americano, a responsabilidade por provar que não haverá nenhum afetado pela transação é do usuário solicitante (SQUILLANCE e MCLEOD, 2016). Em alguns estados, o solicitante precisa contratar um examinador certificado para avaliar o uso da água e reportá-lo à agência (DONOHEW, 2009). Tipicamente, são conduzidos inquéritos que dispendem tempo e recursos na tentativa de prever os reais impactos de uma proposta de transferência (CULP *et al.*, 2014), o que faz com que esse processo, até o seu final, ou seja, a sua aprovação, possa ser longo, complicado e custoso (GRAFTON

*et al.*, 2010a). Isso confere ao usuário insegurança com relação ao tempo que levará para fechar o acordo (SQUILLACE e MCLEOD, 2016). Segundo Donohew (2009), o processo de aprovação de uma transação pode demorar mais de um ano para ser concluído. Há ainda de se destacar que a autoridade pode negar qualquer transação sob o argumento discricionário de “proteção ao interesse público” ou mesmo aprová-la sujeita a diversos termos e condições, o que contribui para tornar o processo imprevisível e moroso (BREWER *et al.*, 2008).

Ainda com relação ao processo de aprovação das transferências, a proposta de transação é anunciada publicamente, geralmente em jornais, deixando-se um prazo estabelecido para que as partes se manifestem em caso de objeção à transação (PETTERINI, 2018). Como não há definição legal do que seriam danos mínimos/aceitáveis, na prática, isso permite aos opositores fazer quaisquer objeções às transações (SQUILLACE e MCLEOD, 2016). Qualquer uma das partes que alegue ter sido afetada pode vir a modificar ou parar o processo de transação (LIVINGSTON, 1998). Em muitos estados dos EUA, como é o caso do Colorado, as disputas são encaminhadas ao sistema judicial, o que consome tempo e recurso excessivos (BJORNLUND e MCKAY, 2002). Isso contribui para o desincentivo à participação no mercado e ao aumento dos custos de transação, já que qualquer custo é arcado pelo potencial comprador (PETTERINI, 2018).

A regulação se traduz também no sentido de dificultar a ocorrência de transações intersetoriais; o receio com relação à transferência de grande volume de água para os centros urbanos resultou em leis que tornam a transferência de água entre setores mais difícil do que dentro do próprio setor agrícola (BURNES e QUIRK, 1979 apud GRAFTON *et al.*, 2015). Além disso, quase todos os estados do oeste americano possuem leis que protegem as chamadas bacias de origem (GRAFTON *et al.*, 2010b). Na Califórnia, por exemplo, a aprovação de determinada transação pode ser negada por se julgar que essa irá afetar economicamente a área de origem da água vendida (GRAFTON *et al.*, 2012). Como resultado dessas limitações impostas à exportação de água, as vendas e transferências de longo prazo são bem limitadas na Califórnia, o que também se deve aos próprios distritos de irrigação, que restringem, através de regras, as transferências para fora dos distritos (GRAFTON *et al.*, 2012). Nesse sentido, Garrick *et al.* (2018) ressaltam que as instituições de abastecimento de água para irrigação nos EUA, entre elas os distritos de irrigação, possuem considerável controle sobre a alocação da água dentro

dos seus limites de atuação, tendo inclusive a capacidade de restringir transações que direcionam a água para fora dos seus limites.

Os altos custos de transação, resultado da regulação a qual os mercados do oeste americano estão submetidos, são frequentemente identificados como as principais razões pelas quais tais mercados falharam em alcançar resultados robustos (SQUILLANCE e MCLEOD, 2016). A parcela de água transacionada ainda é pouco representativa quando comparada ao volume de água usado nos estados, o que sugere que ainda há potencial não explorado para a expansão dos mercados de água no oeste americano (DONOHEW, 2009; LIBECAP, 2018).

É interessante notar que as vendas de água da agricultura para usos urbanos são as formas contratuais de transferência mais comuns no oeste americano (DONOHEW, 2009), apesar das restrições impostas às negociações intersetoriais. Os trabalhos de Brewer *et al.* (2008), Grafton *et al.* (2010a) e Petterini (2018) confirmam essa tendência dos mercados americanos. Apesar de em número as transações agricultura-uso urbano serem mais representativas, em volume essas respondem por apenas 17%, segundo mostram as observações de Grafton *et al.* (2010a). Essa menor representatividade em termos volumétricos se deve ao fato de as transações envolverem menor volume de água devido às exigências regulatórias a que estão sujeitas em observância à regra do “não dano” (DONOHEW, 2009). De todo modo, a alta frequência de transações entre agricultura e cidades indica que os benefícios decorrentes das transações intersetoriais podem superar os custos de transação e a burocracia associados ao processo de aprovação das transferências.

Além disso, Donohew (2009), Grafton *et al.* (2010b) e Libecap (2018) constatam que no oeste americano há diferença significativa nos preços médios de comercialização no setor de agricultura e entre esse e o de abastecimento urbano. Segundo Marston e Cai (2016), o preço das transferências entre agricultores é cerca de dez vezes inferior ao preço praticado nas negociações entre agricultores e usuários urbanos. Por um lado, isso reflete as restrições e altos custos de transação, por outro indica a diferença no valor da água entre os diversos usos e confirma os potenciais benefícios advindos da negociação.

Assim como verificado nos mercados americanos, preocupações com relação às questões ambientais e à proteção de terceiros levaram à imposição de uma série de restrições às transações na Austrália (THOBANI, 1997; THOBANI, 1998; GRAFTON *et al.*, 2010a). O resultado disso foi o aumento dos custos de transação e a vedação de transações

potencialmente benéficas (THOBANI, 1997). Apesar de anos de reformas institucionais, ainda existe um número considerável de restrições às transações na bacia de *Murray-Darling* (WHEELER *et al.*, 2014). Mas diferente da experiência americana, o processo de aprovação das transações na maior parte da bacia não se mostra tão moroso; desde 2009 algumas regras foram impostas para que a aprovação de transações temporárias ocorra no prazo de até cinco dias, podendo se estender até 20 dias no caso de transações interestaduais (SQUILLANCE e MCLEOD, 2016).

Também diferente do que ocorreu no oeste americano, as restrições impostas às transações frearam as transferências de água entre agricultura e usos urbanos, de modo que essas foram mais a exceção do que a norma na bacia de *Murray-Darling* (GRAFTON *et al.*, 2012). Com relação ao prazo e abrangência das transações, a maior parte delas se dá no mercado temporário e dentro dos próprios estados, uma vez que as transações permanentes que ultrapassam os limites do estado estão sujeitas a restrições adicionais (GARRICK *et al.*, 2018). Assim, as transações de direitos sazonais (alocações anuais) são bem mais significativas em termos volumétricos, ainda que as transações de direitos permanentes tenham crescido a uma taxa mais acelerada no primeiro decênio dos anos 2000 em decorrência da “Seca do Milênio” (GRAFTON *et al.*, 2012). O aumento da procura por direitos permanentes se justifica pelo uso do mercado como mecanismo de gerenciamento de riscos, através do qual os usuários buscam montar um portfólio de direitos de diferentes níveis de confiabilidade (GRAFTON *et al.*, 2012).

Quanto às transações para fora dos distritos de irrigação, essas estão também sujeitas à restrição na bacia de *Murray-Darling*. O estado de *Victoria* limitou a venda de direitos de longo prazo para fora dos distritos a 4% das transações anuais<sup>10</sup> e determinou que no máximo 10% do direito de longo prazo fosse mantido separado da terra (GRAFTON *et al.*, 2010a). Somado a isso, os operadores dos distritos receosos de que a venda de água pudesse resultar em infraestrutura ociosa e conseqüentemente em menor arrecadação para sustentar os custos operacionais, começaram a cobrar uma taxa dos usuários que vendessem seus direitos de longo prazo para outros localizados fora dos distritos (BJORNLUND, 2007; GRAFTON *et al.*, 2010a; GRAFTON *et al.*, 2012; WHEELER *et al.*, 2014; HORNE e GRAFTON, 2019). As taxas cobradas pela venda de água

---

<sup>10</sup> Essa regra foi revogada somente em 2014 (HORNE e GRAFTON, 2019).

(*termination fees*) dos distritos localizados na bacia de *Murray-Darling* representaram de 8 a 27% do preço de comercialização entre 2009 e 2010, segundo apontam Grafton *et al.* (2012). Percebe-se claramente o aumento dos custos de transação decorrente não propriamente de uma restrição, mas de uma intervenção no livre mercado.

As leis chilenas conferem forte proteção a terceiros afetados pelas transações (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995); essas são submetidas à aprovação prévia por parte da associação de usuários e das autoridades públicas (THOBANI, 1997). O usuário que se julgar prejudicado devido a alguma transferência pode se manifestar junto à associação de usuários ou ao sistema judiciário (BAUER, 1997). O órgão gestor não tem competência para solucionar conflitos pelo uso da água; tais conflitos são solucionados em juízo caso as partes afetadas se manifestem (BAUER, 1997). Esses procedimentos tendem a ser lentos e erráticos, de um lado porque o sistema judiciário é sobrecarregado por diversas atribuições, de outro porque os juízes não são tecnicamente competentes neste assunto (BAUER, 1997).

#### *Tratamento da “água não utilizada”*

Como um desdobramento da doutrina do “uso benéfico”, no oeste americano o direito pode ser perdido por abandono caso o usuário falhe em empregar a água a que tem direito para uso benéfico (MATTHEWS, 2004; GRAFTON *et al.*, 2012) e conseqüentemente para o bem do “interesse público”. O período de tempo até que se configure abandono varia de estado para estado (DONOHEW, 2009). Thobani (1998) aponta uma fragilidade nesse modelo regulatório que decorre da própria definição do que seria uso benéfico; o conceito de uso benéfico é altamente subjetiva (THOBANI, 1998; LIBECAP, 2010), assim como a noção de interesse público se mostra vaga (GRAFTON *et al.*, 2010b), o que pode abrir prerrogativa para que as autoridades usem seu poder para ameaçar a suspensão arbitrária dos direitos de uso (THOBANI, 1998). Isso confere insegurança com relação aos direitos de uso, já que a sua validade está condicionada a julgamentos administrativos subjetivos (GRAFTON *et al.*, 2010b).

Ademais, a doutrina do uso benéfico pode contribuir para que os usuários, a fim de manter seu direito de uso, continuem a usar a água em aplicações de menor valor pelo simples fato de serem reconhecidas como benéficas (GRAFTON *et al.*, 2012). Isso traz implicações no mercado, pois é exatamente essa água que acaba confinada a um uso de

menor valor que, em teoria, estaria sendo disponibilizada no mercado (GRAFTON *et al.*, 2012).

O estado da Califórnia avançou com relação à questão da água não utilizada através de seu Código de Águas, o qual define que a água produzida por esforços de conservação não está sujeita à suspensão (CULP *et al.*, 2014; BREVIGLIERI *et al.*, 2018). Dessa forma, o não uso da água na Califórnia é respeitado apenas se for resultado de uma medida explícita de conservação ou da paralisação da produção para fins de comercialização da água, estando qualquer outra circunstância sujeita à suspensão ou revisão do direito (BREVIGLIERI *et al.*, 2018).

Contrariamente ao modelo americano, não existe nenhuma obrigatoriedade de uso integral dos direitos na Austrália (GRAFTON *et al.*, 2010a). “Na realidade, os usuários outorgados têm todo o incentivo para conservar a parcela sazonal a eles alocada, já que eles podem vender quantidades não utilizadas e, em alguns casos, são autorizados a transferir a parcela não utilizada para a próxima estação” (GRAFTON *et al.*, 2010a, p. 8). Vale comentar brevemente que a possibilidade de conservar a água para usá-la apenas na estação seguinte é de grande valia. Entre 1995 e 2007 isso não era possível na Austrália, onde a regra era claramente definida como: use ou venda a água, porque ela não pode ser guardada (YOUNG, 2014). Essa regra fez com que mais água fosse usada em períodos secos, enquanto nada foi sendo poupado. Conforme pontuado em Young (2014), as consequências do mal gerenciamento do estoque de água nesse período foram maiores do que os benefícios trazidos pelo mercado. A estratégia utilizada pelo estado de *Victoria* para evitar a especulação da água foi definir que cada entidade pode deter acesso a até 10% de uma fonte particular de água (BJORNLUND *et al.*, 2012)

No Chile, o governo não proibiu a não utilização da água, não estando o usuário sujeito a penalidades ou sob risco de ter seu direito cancelado (BAUER, 1997). Tal determinação associada à não cobrança pelo direito de uso da água abriu espaço para a especulação dos direitos de uso (BAUER, 1997). De fato, isso era de se esperar, uma vez que os sinais indicavam que os preços iriam aumentar em um futuro não tão distante, em função da competição pelo recurso, o que por si só constituía incentivo para o acúmulo de direitos de uso, o que combinado à ausência de obrigação financeira atrelada a tais direitos formava o contexto ideal para se especular (BAUER, 1997). A especulação acabou por ser o resultado de uma série de brechas deixadas pelo Código de Águas e, por esse motivo, é apontada como um dos pontos mais frágeis deste instrumento legal (BAUER, 1997).

Diante desse cenário, o Chile optou por aplicar taxas crescentes pelo não uso da água; assim quem não exerce seu direito precisa pagar uma taxa pelo não uso da água (HEARNE e DONOSO, 2014; ENDO *et al.*, 2018).

### *Infraestrutura*

Nos EUA o suprimento de água é muitas vezes realizado pelos operadores de reservatórios por meio de um conjunto de canais, o que compõe os chamados distritos de irrigação. Os irrigantes têm direito de acesso à parcela da água reservada, sendo essa parcela transferível dentro do perímetro do distrito. A existência de organizações como essas, constituiu fator facilitador para a promoção das transações, muito devido à presença da infraestrutura necessária para entrega da água. Segundo Bjornlund e McKay(2002), as transações dentro dos limites dos distritos de irrigação acontecem frequentemente sem controvérsias e em um ambiente administrativo de baixo custo. Os distritos de irrigação são também comuns na bacia de *Murray-Darling*, que conta com infraestrutura que facilita a entrega de água. Assim como ocorrido nos EUA, muito se investiu em infraestrutura de abastecimento de água na bacia entre os anos 1920 e 1980 (WHEELER *et al.*, 2014).

A geografia e a infraestrutura chilenas são citados por Bauer (1997) como fatores que podem justificar o limitado mercado que lá se desenvolveu. A topografia local faz com que seja muito caro mover a água de uma bacia para outra ou mesmo de usuários de jusante para montante dentro de uma mesma bacia (BAUER, 1997). Já a infraestrutura instalada se mostra extremamente rígida ou mesmo inadequada para redistribuir a água (LIVINGSTON, 1993), já que não existem muitos reservatórios com grandes capacidades de armazenamento (BAUER, 1997). Ademais, os sistemas de distribuição de água são inflexíveis, tendo sido projetados para transportar volumes específicos de água ou proporções específicas de vazão (BAUER, 1997). Rosegrant e Binswanger (1994) confirmam esse entendimento afirmando que os mercados do Chile vêm operando com infraestrutura de irrigação regular sem a presença de dispositivos muito sofisticados (ROSEGRANT e BINSWANGER (1994).

No caso específico da bacia do rio Limarí, que se destaca pela existência de um mercado de águas bem maduro e ativo, Hearne e Donoso (2014) pontuam que as associações de usuários de água, combinadas à infraestrutura de irrigação bem desenvolvida (canais interconectados) permitiram que os agricultores facilmente pudessem transacionar a água

por este sistema. Isso em parte reafirma a essencialidade da infraestrutura em um mercado de água, já que a bacia do Limarí difere do cenário nacional exatamente pela presença de infraestrutura instalada capaz de transportar água a baixos custos. Vale também comentar brevemente acerca do papel das associações de usuários; elas possuem tradição consolidada no país em construir e operar canais, além de atuarem na distribuição de direitos de uso (BAUER, 1997), sendo responsáveis por grande parte do gerenciamento direto de rios e canais (HEARNE e DONOSO, 2014). Essas associações ganharam força à época da promulgação da Lei das Águas, quando a intervenção do Estado no GRH foi reduzida ao mínimo e o poder em grande parte repassado para os próprios usuários que se encontravam organizados em associações (HEARNE e DONOSO, 2014). As associações de usuários são parte importante da operação dos mercados chilenos, já que em grande medida são elas as responsáveis por garantir transações locais a baixos custos (EASTER e HUANG, 2014a).

#### *Disponibilização da informação*

Com exceção da Austrália, o registro e disponibilização das informações relativas às transferências de água são fragmentadas, incompletas ou simplesmente inexistentes (MARSTON e CAI, 2016). Enquanto na Austrália os registros estaduais são integralmente disponibilizados (GRAFTON *et al.*, 2010b), ainda que não sejam integrados em uma base nacional (HORNE e GRAFTON, 2019) com informações relativas aos preços de comercialização praticados (GRAFTON *et al.*, 2010b), no Chile a divulgação de informações confiáveis é escassa (BAUER, 1997). O registro de informações no que se refere a preços e quantidades transacionadas se mostra inconsistente (HEARNE e DONOSO, 2014) e descoordenado nos mercados chilenos, sendo, portanto, custoso e difícil de se obter informações (BAUER, 1997). Como consequência, muitos dos compradores e vendedores ainda dependem de anúncios de jornal ou do boca-a-boca para encontrar um vendedor (HEARNE e DONOSO, 2014). Isso acaba por trazer desvantagens para os participantes do mercado que possuem menos recursos, além de aumentar os custos de transação (ZEGARRA, 2008 apud GRAFTON *et al.*, 2010b).

O órgão gestor de recursos hídricos chileno mantém um dos sistemas de informações conhecido por “Registro de Águas Público”, no qual constam apenas 20% dos direitos de uso e 50% das transações de mercado (HEARNE e DONOSO, 2014). Tal incompletude

se deve ao fato de que apenas são registrados os direitos regularizados. No entanto, em diferentes bacias restam ainda muitos usos que apesar de reconhecidos há décadas pelas associações de usuários ainda não foram regularizados (HEARNE e DONOSO, 2014). Dado que apenas os direitos de uso registrados são passíveis de comercialização, então a não sistematização dos dados é reconhecidamente um impedimento à realização de transferências nos mercados chilenos (HEARNE e DONOSO, 2014).

Nos EUA, como os mercados são em geral segmentados, vendedores e compradores enfrentam dificuldades para localizar uns aos outros e a divulgação de informações relativas a preços são restritas aos jornais de transação de água (GRAFTON *et al.*, 2010b). Ainda, Goemans e Pritchett (2014) destacam que a sistematização de informações são dificultadas pelo fato de muitas das transações ocorrerem sob acordos informais, nos quais os participantes hesitam em revelar dados da negociação, de modo que frequentemente a transação se encontra registrada em detalhes, porém sem informações quanto ao preço de comercialização.

Com relação à publicidade dos dados de transação, destaca-se o jornal *The Water Strategist*, que inclusive se auto divulga como sendo a única fonte de informação pública de transações no oeste americano (BREWER *et al.*, 2008). Até 2010, o jornal publicava todo mês uma lista, por estado, com as transações que ocorreram, contendo informações como o ano da transferência, dados do comprador e vendedor, quantidade/volume transacionado, uso para o qual a água foi direcionada, preço e tipo de contrato. Ainda que essa constituísse a fonte de informações mais completa disponível, ela ainda se mostrava bastante limitada (GOEMANS e PRITCHETT, 2014). Em primeiro lugar, porque o jornal registrava apenas as transações auto reportadas; não se sabe ao certo quão representativas eram as transações listadas (GOEMANS e PRITCHETT, 2014). Em segundo lugar porque as informações disponibilizadas eram limitadas, não constando dados relativos à localização, prioridade de atendimento, custos de transação e quantidade transferível (parcela consuntiva), por exemplo (GOEMANS e PRITCHETT, 2014).

*The Water Strategist* se transformou no *the Journal of Water*, um jornal *online* sob assinatura que cobre as atividades de mercado nos estados da bacia do rio Colorado e do Texas. É possível que a sistematização de informações atualmente esteja ainda mais comprometida nos mercados do oeste, em parte porque o acesso a essas informações é agora restrito a assinantes.

### *Resistência social*

Na bacia de *Murray-Darling*, o receio pelos impactos sociais proveniente dos mercados foi amplamente explicitado e difundido desde a sua criação (WHEELER *et al.*, 2014). Em muitas das comunidades rurais localizadas no sul da bacia, o temor pelos potenciais impactos do mercado de água superava o temor pelas mudanças climáticas (WHEELER *et al.*, 2014), o que fazia com que o usuário preferisse não ter à sua disposição um mecanismo adaptativo a eventuais mudanças do clima do que se expor aos possíveis impactos negativos dos mercados.

Bennett (2015) aponta que com o passar dos anos, os irrigantes se tornaram familiarizados com o mecanismo de mercado e com as oportunidades que dele emergiam. Enquanto menos de 10% dos produtores se engajavam em alguma forma de negociação de água durante os primeiros três anos de mercado, ao final de 2003, essa participação no mercado havia subido para 81,4% (BJORNLUND *et al.*, 2012), o que sugere que os irrigantes foram aceitando melhor a ideia do mercado de água ao longo dos anos. Desse modo, a água passou a ser vista como um *input* para a agricultura, assim como são os fertilizantes e sementes (BENNETT, 2015). Muita da confiança depositada sobre os mercados se deve ao fortalecimento dos direitos de uso (HORNE e GRAFTON, 2019).

A experiência de *Murray-Darling* indica então que os irrigantes são ativos no mercado e que muitos deles reconhecem que a possibilidade de comercialização de água é benéfica para seus negócios (GRAFTON *et al.*, 2015). Ademais, Wheeler *et al.* (2014) lembram que os mercados de água foram essenciais para que os irrigantes e as comunidades em que vivem se adaptassem à escassez de água. Assim, hoje há um claro entendimento de que, sem esse mecanismo os impactos socioeconômicos da seca que perdurou na região teriam sido muito piores (WHEELER *et al.*, 2014).

Tanto nos EUA como no Chile, questões culturais foram identificadas como barreiras às transações de água (BJORNLUND e MCKAY, 2002). Nesse sentido, Libecap (2018) pontua que em todo o oeste americano há oposição social à venda permanente de água para outros setores (LIBECAP, 2018). No caso do Chile, a resistência social foi traduzida na baixa adesão por parte dos usuários de água. Bauer (1997) aponta que muitos produtores agrícolas (principalmente os pequenos) não tinham familiaridade com as possibilidades trazidas pelo Código das Águas e continuavam a gerenciar a água como seus antepassados. Muitos continuavam a acreditar que a água não poderia ser separada

da terra, nem tratada como uma mera *commodity* (BAUER, 1997). Nesse sentido, Bauer (1997) comenta que o neoliberalismo até então não havia prosperado na modernização da agricultura tradicional e na mudança de algumas crenças chilenas. As associações de usuários se provaram fundamentais no aumento da participação social nos mercados (BJORNLUND e MCKAY, 2002; EASTER e HUANG, 2014a).

### *Síntese dos resultados alcançados*

São apresentados alguns pontos que sintetizam os resultados alcançados pelos mercados analisados. Destaca-se a importância de se trazer clareza no que se refere ao que os mercados de água são capazes de entregar na prática, visto que esse é um tema que ainda dá margem para muitas dúvidas e mal-entendidos, mesmo após mais de três décadas de pesquisas e evidências sobre as suas potencialidades e limitações (GRAFTON *et al.*, 2015)

Os mercados chilenos se mostraram razoavelmente inativos, visto que as transferências de direitos de uso dissociados da terra foram incomuns em muitas áreas do Chile (BAUER, 1997). Exceto por alguns mercados pontuais, as transações foram tradicionalmente limitadas no Chile (PEÑA, 2002 apud HEARNE e DONOSO, 2014). A bacia do rio Limarí é a área em que o mercado parece funcionar melhor no Chile (BRISCOE *et al.*, 1998). A forte competição pela água nessa bacia leva a um mercado ativo em transações tanto temporárias como permanentes (HEARNE e DONOSO, 2014). O mercado funciona exatamente como a teoria indica: água é direcionada dos usos de baixo valor para usos de alto valor e os preços refletem o valor de escassez da água (BRISCOE *et al.*, 1998).

A despeito da tímida expansão (volumétrica e geográfica) dos mercados chilenos, esses têm atendido às necessidades da maioria dos setores usuários de água (HEARNE e DONOSO, 2014), e demonstrado ser capaz de atender aos benefícios prometidos de maneira satisfatória (BAUER, 1997). Essa é uma importante constatação, já que o fato de o mercado não ser muito ativo não implica necessariamente que não trará benefícios econômicos; Howe *et al.* (1986) pontuam que mesmo estreitas “margens negociáveis” podem aumentar significativamente a eficiência alocativa da água. Nesse sentido, evidências mostram que as transações de água facilitaram o crescimento econômico no Chile (THOBANI, 1997). A introdução dos mercados de água no Chile promoveu eficiência do uso da água na agricultura, o que conseqüentemente aumentou a

produtividade agrícola, gerando maior produção por volume de água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Significativas mudanças no padrão das culturas agrícolas (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995; EASTER *et al.*, 1998a) e rápido crescimento da agricultura também vieram acompanhadas pelas transações de água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). O setor agrícola experimentou aumento anual de 6% na década seguinte à reforma da Lei das Águas (THOBANI, 1997).

Como reflexo do aumento da eficiência na agricultura, os fazendeiros venderam o excedente de água que havia sido poupado para fazendeiros vizinhos mais eficientes, usuários industriais ou companhias de abastecimento de água (THOBANI, 1997). As transações possibilitaram aos dois últimos acessar água com certa segurança sem necessidade de investimento em infraestrutura de ampliação da oferta de água (THOBANI, 1997). Ainda que transações intersetoriais tenham se materializado, Bauer (1997) lembra que a grande maioria das transações de direitos de uso ocorreu entre irrigantes. Isso em parte decorre do fato de ter havido pouca alternância no valor da água entre setores, já que o setor agrícola chileno continuou a crescer em geral a uma taxa superior ao resto da economia nacional, tendo os produtores tido poucos incentivos para vender a água (HEARNE e DONOSO, 2014).

Os mercados também conferiram aos irrigantes flexibilidade para responder à variação de demanda do mercado a partir da compra e venda de água (ROSEGRANT e GAZMURI, 1995). Os fazendeiros exploraram ainda as possibilidades trazidas pelo mercado para garantir segurança de acesso à água, se utilizando de uma forma de contrato específica que os permitia acessar a água em épocas de seca sem precisar efetivamente comprar água em volume acima do necessário (THOBANI, 1997). Conforme já mencionado, esse arranjo é formalizado por meio de contratos de opção.

Do ponto de vista social, alguns autores apontam que os mercados de água não tiveram bons resultados no Chile, já que, por exemplo, na bacia do Limarí os direitos de uso se concentraram nas mãos dos segmentos mais poderosos (HEARNE e DONOSO, 2014). Esse é o caso de Bauer (2012) que alega que, de modo geral, os mercados de água exacerbaram a desigualdade da distribuição de renda no país. Tal percepção, no entanto, não é unânime, já que outros autores mostram que os mercados de água foram bem sucedidos em direcionar a água para usos de maior valor e que as transações temporárias serviram como um instrumento de proteção para os produtores (HEARNE e DONOSO, 2014), ou seja, como uma renda adicional em caso de necessidade. Ademais, a

experiência indica que os mercados de água não foram desiguais com relação aos preços ofertados, ou seja, fazendeiros dotados de menos recursos receberam as mesmas ofertas de preços pelos seus direitos de uso do que fazendeiros ricos e influentes (HEARNE e DONOSO, 2014).

A experiência australiana indica que os mercados de água possibilitaram que os efeitos da Seca do Milênio fossem muito inferiores ao que teriam sido na ausência de tal mecanismo (GRAFTON *et al.*, 2012; BENNETT, 2015). Marston e Cai (2016) estimam que os mercados reduziram os efeitos da seca em 4,3 bilhões de dólares em termos de produção econômica, além de ter apresentado efeito líquido positivo sobre o meio ambiente (MARSTON e CAI, 2016). Isto porque, os altos preços do mercado – que refletiam a reduzida disponibilidade de água – induziram ao aumento da produtividade, o que possibilitou que os irrigantes mantivessem a produção utilizando-se de apenas uma parcela da vazão que antes desfrutavam (GRAFTON *et al.*, 2012). Isso é evidenciado quando são contrapostos os dados de disponibilidade hídrica e produção na bacia de *Murray-Darling*: entre 2005/2006 e 2008/2009, a disponibilidade de água na bacia caiu em 53%, enquanto a produção em termos de valor reduziu em apenas 27% (WHEELER *et al.*, 2014).

Na bacia de *Murray-Darling*, o mercado permitiu que se investisse em agricultura perene, o que seria impossível em um cenário no qual não se pudesse garantir segurança de acesso à água (GRAFTON *et al.*, 2010a). Assim, os principais beneficiários na bacia foram os fruticultores, especificamente os produtores de uvas; sem a possibilidade de comprar temporariamente quotas sazonais, os irrigantes teriam perdido toda sua produção nos consecutivos anos de seca que assolaram a Austrália (GRAFTON *et al.*, 2010a)

Segundo pesquisa conduzida por Bjornlund e McKay (2002), tanto a água adquirida na bacia de *Murray-Darling* para expandir a produção como aquela adquirida para fins de aumento da segurança de acesso à água, foram usadas no cultivo de culturas de maior valor. Nessa mesma pesquisa, os autores apontam que os compradores de água promoveram melhorias nas suas técnicas de irrigação, fomentando assim a racionalização do uso da água.

Quanto ao oeste americano, há ainda espaço para expansão dos mercados e oportunidade para ganhos com o aumento das operações (GRAFTON *et al.*, 2010a). Mesmo que o mercado ainda não esteja em seu pleno funcionamento, as transações de água da agricultura para as cidades, ou mesmo para o meio ambiente estão cada vez mais sendo

utilizadas, seja para acomodar mudanças na demanda de longo prazo, como por exemplo, o aumento da população, ou para acomodar adaptações de curto prazo, como secas pontuais (ADLER, 2008). A Califórnia, como maior consumidora de água do país, é também o estado com maior volume de água transacionado e demonstra, por meio da sua experiência, a possibilidade de se gerar enormes ganhos em direcionar a água de usos históricos de baixo valor (agricultura) para cidades em crescimento e centros de tecnologia em expansão (LIBECAP, 2018).

A Tabela 2 sintetiza a análise dos mercados internacionais aqui proposta.

Tabela 2: Síntese das experiências internacionais. Fonte: elaboração própria.

<b>Critério analisado</b>	<b>Oeste americano</b>	<b>Bacia de Murray Darling</b>	<b>Chile</b>
direitos de propriedade/uso	direitos de <b>uso</b> apropriativos com prioridade definida com base na senioridade do direito	direitos de <b>uso</b> de longo prazo e sazonais	direitos de <b>uso</b> permanentes e temporários, definidos em base volumétrica e convertidos em direitos proporcionais à vazão disponível em épocas de escassez
proteção de terceiros	transações restritas à parcela consuntiva	não atribui direitos aos fluxos de retorno	não atribui direitos aos fluxos de retorno
efeitos sobre o meio ambiente e vazões ecológicas	fundos de água operam na compra e venda de água no mercado para garantir vazões mínimas	- ativação de água não utilizada e exploração de recursos subterrâneos nos primeiros anos  - governo atua no mercado para fins de proteção ambiental	pouco conflito entre a demanda ambiental de água e demanda para usos consuntivos
impactos secundários	redução da atividade econômica em áreas agrícolas, mas pouca evidência de relação causal com os mercados	mudanças estruturais na agricultura irrigada, mas que foram mitigadas pelas vendas de água. Comunidade rural se mostrou resiliente e o mercado capaz de manter os irrigantes na comunidade	poucos impactos nas zonas agrícolas, porque pouca água foi direcionada para fora da agricultura
regulação	altamente regulado, apesar disso as transações intersetoriais se destacam	restrições frearam transações entre setores. Transações para fora dos distritos de irrigação são mais custosas	transações dependem de aprovação das associações de usuários e autoridades públicas
"água não utilizada"	doutrina do "use ou perca"	não há cancelamento pelo não uso, mas há medidas anti- especulativas	não há cancelamento pelo não uso, mas sim a taxação (atualmente)
infraestrutura	infraestrutura instalada	infraestrutura instalada	infraestrutura rígida com menor capacidade de armazenamento
informação	parcialmente disponibilizadas	integralmente disponibilizadas	inconsistentes e descoordenadas
resistência social	oposição à venda permanente de água	com o passar dos anos os irrigantes foram se engajando nas transações	- irrigantes com pouca familiaridade com as possibilidades do mercado - importante atuação das associações dos usuários

## 5. Mercados de Água: o Contexto Brasileiro

A introdução dos mercados de água no Brasil vem sendo discutida por meio do PL 495/2017, de autoria do senador Tasso Jereissati. Até o momento de elaboração deste trabalho, a matéria se encontrava em tramitação, estando especificamente com a relatoria na Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania. O texto ainda terá que passar pelas duas casas do Congresso Nacional, estando sujeito a alterações e vetos antes de sua possível aprovação.

Este capítulo traz:

- O detalhamento do conteúdo atual (original) do PL;
- A identificação dos pontos fortes e frágeis da proposta legislativa. Essa análise se baseia, em certa medida, nos pré-requisitos apontados anteriormente (item 4.3) e nas experiências adquiridas pelos mercados em operação (item 4.4); e
- A experiência do estado do Ceará, que muito antes da publicação do PL 495, havia se utilizado de um mercado informal para superar uma severa crise hídrica no início dos anos 2000.

### 5.1.O PL 495/2017

O PL 495/2017 (BRASIL, 2017) altera a Lei das Águas para introduzir os mercados de água como instrumento adicional de GRH. A proposta começa por alterar um dos fundamentos da PNRH de modo a compatibilizá-lo com o conceito de alocação eficiente. Assim, define em seu Art. 1º inciso IV que “a gestão dos recursos hídricos deve priorizar o uso múltiplo das águas, em especial quando atendidos critérios de eficiência e sustentabilidade na utilização desses recursos” (BRASIL, 2017).

A Lei 9433/1997 (BRASIL, 1997) estabelece que a prioridade de uso deve observar o que for estabelecido nos planos de recursos hídricos, além de respeitar o enquadramento dos corpos d'água e a manutenção das condições de navegabilidade. Neste artigo (Art. 13) da lei, e em consonância com a adaptação feita em um dos fundamentos da PNRH, a proposta adiciona um parágrafo definindo que a outorga deverá priorizar o uso múltiplo dos recursos hídricos, desde que sejam atendidos critérios de eficiência e sustentabilidade na utilização desses recursos. Na própria justificção do PL, a alteração proposta é esclarecida alegando-se que “o uso múltiplo em situações normais deve ser priorizado, contudo, em situações de escassez hídrica, não faz sentido sustentar a todo custo os usos

múltiplos para manter a utilização de água por usuários que apresentem baixíssima eficiência na utilização da água em suas atividades produtivas“ (BRASIL, 2017). Ainda com relação à prioridade de atendimento, o PL define que uma vez implementado o mercado em uma bacia ou sub bacia, as prioridades de uso devem ser suspensas, à exceção dos usos prioritários, que devem ser resguardados.

No que tange à operação dos mercados, o PL define que as transações devem ocorrer por tempo determinado e apenas entre usuários localizados na mesma bacia ou sub-bacia hidrográfica. As transações devem ser registradas junto aos comitês e encaminhadas aos respectivos órgãos outorgantes/gestores para que esses atestem a viabilidade das operações. É atribuída ao órgão gestor a função de avaliar a disponibilidade hídrica no local da nova interferência, observando a manutenção da vazão ecológica nos cursos de água e evitando prejuízos aos direitos de terceiros ou ao atendimento dos usos prioritários. Além de examinar as transações, os órgãos gestores passam a ser os responsáveis também por, de um modo geral, regulamentar e fiscalizar a operação dos mercados de água, enquanto os comitês acumulam entre as funções já citadas, a responsabilidade de operar os mercados, de eliminar possíveis conflitos entre as partes envolvidas na negociação e de prestar esclarecimentos aos órgãos gestores. Os comitês compartilham com o órgão gestor o dever de disponibilizar em seus endereços eletrônicos, as informações necessárias para orientar a operação dos mercados de água.

Ainda relativo à operação dos mercados, a proposta legislativa define uma taxa de 5% sobre o preço da outorga negociada a ser destinado ao respectivo comitê de bacia para custeio da operação e aperfeiçoamento do sistema de gestão. Apesar disso, o texto ressalta que essa taxa sobre as operações de mercado não dispensa o usuário da cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Com relação à criação dos mercados, os planos de recursos hídricos devem apresentar “propostas para criação de mercados de água, prioritariamente em áreas com alta incidência de conflito pelo uso de recursos hídricos” (BRASIL, 2017). O pedido de autorização para criação dos mercados deve ser elaborado pelo respectivo comitê para então ser submetido à aprovação dos órgãos gestores. Vale ressaltar que os órgãos gestores têm a eles atribuída a responsabilidade de apoiar, regulamentar e fiscalizar a implantação dos mercados.

A proposta legislativa atualiza ainda as penalidades para infrações referentes à utilização dos recursos hídricos previstas na Lei 9433/1997, aumentando o limite das multas e prevendo a suspensão ou encerramento da operação do mercado.

#### 5.1.1. Análise das propostas

Neste subitem são analisados alguns pontos da proposta legislativa que chamam a atenção, seja pela sua coerência (pontos fortes), seja pela sua não compatibilidade (pontos fracos) com o que a literatura vem apontando como condicionantes para o bom funcionamento dos mercados, ou mesmo com as lições trazidas pelos mercados internacionais nos seus vários anos de experiência. Cabe destacar que essa análise considera também as particularidades do sistema nacional de GRH e a manifestação da ANA sobre o PL 495/2017, apresentada por meio de parecer técnico da sua Superintendência de Regulação (ANA, 2018a).

##### *Interação com os planos de recursos hídricos*

É possível que se crie um engessamento à criação dos mercados de água ao exigir que ela seja prevista nos planos de recursos hídricos e faça parte de seu conteúdo mínimo. Desde que existam direitos de uso transacionáveis, os mercados irão emergir naturalmente para o enfrentamento de problemas circunstanciais, como a escassez hídrica, a sobrealocação de direitos de uso ou ainda a recuperação de vazões ecológicas. Assim, não é simples ou mesmo viável prever em um plano as situações particulares em que um mercado se fará necessário. Exigir que a criação de um mercado seja previamente contemplada em um plano de recursos hídricos adicionaria mais uma barreira à implantação dos mercados de água.

##### *Sistema de priorização*

O PL, ao determinar que as prioridades de uso sejam suspensas quando da implantação do mercado, pretende desburocratizar a sua operação, permitindo que qualquer transação se concretize, não importando qual dos usos tenha maior prioridade. Pretende-se evitar que haja oposição a uma eventual transação sob o argumento infundado de que essa estaria desrespeitando o sistema de priorização. A abordagem adotada no PL é válida para o contexto brasileiro no qual, salvo a garantia de atendimento humano e dessedentação animal, não há definição clara com relação à prioridade de atendimento.

Contrariamente, em locais – como no oeste americano – onde há uma ordem clara de prioridade de atendimento, a suspensão do sistema de priorização não seria adequada e limitaria o funcionamento do mercado. Isto porque, impossibilitaria ao usuário gerenciar o atendimento da sua demanda através do mercado; se o usuário conhecidamente tem baixa prioridade de atendimento, em época de seca ele provavelmente irá buscar por direitos adicionais no mercado. Ou ainda esse usuário pode optar por comprar um direito que lhe assegure maior confiabilidade na entrega da água.

Quando há clareza na definição do sistema de priorização, não há qualquer razão para afastá-lo em um mercado. Na realidade, esse sistema faz parte da operação do mercado, sendo inclusive refletido nos preços de comercialização dos direitos de uso e guiando as tomadas de decisão dos usuários.

### *Regulação*

O PL impõe restrições espaciais às transações ao definir que elas ocorrerão dentro das bacias ou sub-bacias. Como já visto, em teoria, desde que os benefícios da negociação entre bacias superem os custos de transação, as restrições espaciais devem ser removidas. Transferências entre bacias são factíveis por meio de transposições e se materializam em locais como o oeste americano e a Austrália devido aos grandes projetos de abastecimento de água implantados nesses locais. O Brasil talvez não conte com tantos projetos de infraestrutura, porém nada impede que as transações entre bacias sejam viabilizadas pelas transposições existentes. Por exemplo, imagine que a companhia responsável pelo abastecimento de água de São Paulo pudesse, através do sistema Cantareira, comprar temporariamente os direitos de uso dos irrigantes localizados na bacia do rio Piracicaba em Minas Gerais.

O PL determina também que o órgão gestor ateste a viabilidade da operação. A experiência internacional indica que os mercados altamente regulados apresentam altos custos de transação e que a regulação em excesso constitui barreira ao desenvolvimento dos mercados. No entanto, alguma forma de avaliação quanto a própria viabilidade técnica da transação se faz sim necessária<sup>11</sup>. O que poderia ser feito seria retirar a

---

<sup>11</sup> Isso seria equivalente ao que era feito há anos atrás quando um usuário solicitava a compra de uma linha telefônica; cabia à companhia telefônica verificar se entre os bairros onde se daria a negociação haveria alguma restrição técnica.

obrigatoriedade de pré-aprovação nos casos em que as transações ocorrem entre usuários abastecidos por um mesmo reservatório, em que não há mudanças no ponto de captação da água ou no período de utilização. Deve-se evitar que nesse processo de aprovação sejam colocados empecilhos por motivos outros que fujam da análise puramente técnica.

### *Externalidades*

A proposta estabelece que durante a avaliação, por parte do órgão gestor, quanto à viabilidade da transação sejam observadas a manutenção da vazão ecológica nos cursos d'água e a garantia de não prejuízo a terceiros. Nota-se haver algum tipo de preocupação com relação às externalidades que eventualmente podem surgir nos mercados de água. Uma vez que o mercado seja implementado, caberá algum regramento que neutralize essas externalidades, como por exemplo, a obrigatoriedade de manutenção do fluxo de retorno a partir da comercialização apenas da parcela consuntiva.

### *Custos de transação*

Entende-se que a imposição de uma taxa sobre os direitos comercializados resultará no aumento dos custos de transação. Altos custos de transação são impeditivos para o funcionamento dos mercados, de modo que qualquer medida que implique na elevação de custos deve ser cuidadosamente pensada. Nesse caso, essa taxa seria destinada ao custeio administrativo do mercado. No entanto, como a cobrança pelo uso de recursos hídricos não será suspensa e como a Lei 9433/97 (BRASIL, 1997) determina que os recursos arrecadados com a cobrança devem ser aplicados prioritariamente na bacia onde foram recolhidos para, dentre outros, o custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do sistema nacional de GRH, entende-se que, para o custeio do mercado, caberia apenas um reajuste na cobrança. Tal reajuste deveria refletir o aumento dos custos causado pela operação do mercado, isto é, pelas atribuições adicionais conferidas aos órgãos do sistema de GRH; e não a imposição de uma taxa extra.

Ademais, não parece apropriado que seja cobrada uma taxa pré-fixada de todas as transações – 5% do preço de negociação – já que essa deveria variar quanto mais trabalhosa fosse a avaliação quanto à viabilidade da transação. O preço de comercialização do direito indica a diferença no valor da água existente entre comprador e vendedor, o que não está necessariamente relacionada à sua capacidade de gerar externalidades e, portanto, ao grau de complexidade que será exigido em sua avaliação.

Assim, sugere-se que o custeio administrativo do mercado seja embutido na cobrança enquanto custos adicionais diretamente relacionados à avaliação do uso da água (medições, visitas de campo, por exemplo) sejam cobrados individualmente.

É importante esclarecer que os mercados de água, em teoria, são capazes de substituir o aspecto econômico da cobrança pelo uso de recursos hídricos, pois se propõem a alocar a água de maneira eficiente. Isto é, o mercado pode atender aos dois primeiros objetivos da cobrança (item 3.2), ou seja, aqueles relativos à sinalização do real valor da água e ao incentivo à racionalização do seu uso. No entanto, a função arrecadatória exercida pela cobrança – seu objetivo terceiro – não é cumprida pelos mercados de água. Portanto, o aspecto arrecadatório da cobrança é complementar ao mercado e, por esse motivo, não deve ser suprimido quando da implantação do mercado; assim como de fato não foi cogitado pela proposta legislativa em análise.

Inclusive, reitera-se a necessidade de se aprimorar a aplicação da cobrança no Brasil, adequando-se os valores cobrados de modo a fazer frente ao custeio administrativo do sistema e ao financiamento de intervenções voltadas a melhorias na bacia. É através dessa arrecadação e da adequada aplicação dos recursos que será possível fortalecer o sistema de GRH e constituir capacidade institucional, o que eliminaria uma das grandes barreiras à introdução dos mercados de água no Brasil, conforme identificado neste trabalho. Portanto, a cobrança para fins arrecadatórios e os mercados de água são perfeitamente compatíveis e devem ser mantidos em paralelo. Os usuários, ainda que participem do mercado e paguem pelo real valor da água, têm também o dever de contribuir com a cobrança já que todo o sistema de GRH – necessário ao funcionamento do mercado – acaba por depender desse recurso, além de serem esses usuários os beneficiados pelas intervenções realizadas na bacia.

### *Comitês e órgãos gestores*

Por fim, vale comentar sobre as atribuições conferidas tanto aos comitês quanto aos órgãos gestores. Aos comitês de bacia foram atribuídas funções operacionais como o encaminhamento de propostas de criação dos mercados, o registro de transações e a disponibilização de informações relacionadas à operação dos mercados. Os comitês de bacia são órgãos de caráter normativo e deliberativo, o que parece conflitar com as novas responsabilidades a eles atribuídas. Entende-se que não deveria ser atribuída nenhuma função adicional ao comitê de bacia em um mercado de água.

Com relação aos órgãos gestores, a eles foi designada a regulamentação e fiscalização da operação dos mercados, bem como a análise dos pedidos de transferência. Ainda que essas funções estejam ao menos condizentes com o caráter operacional dos órgãos, é necessário atentar para a possível sobrecarga desses. Talvez o ponto mais sensível dessa atribuição de novas responsabilidades seja a fiscalização da operação dos mercados, uma vez que os órgãos gestores (especialmente os estaduais) já enfrentam dificuldades para fiscalizar regularmente os usos da água nas bacias que regulam. Desse modo, caso não haja um fortalecimento institucional previamente à formal atribuição de tais funções aos órgãos gestores, é possível que a operação dos mercados simplesmente não funcione por falta de *enforcement* tanto dos direitos de uso, como dos contratos.

Ainda que a proposta legislativa possa ser aperfeiçoada, o que eventualmente ocorrerá até a sua (possível) aprovação, ela tem grande mérito. O PL incorpora à PNRH um instrumento utilizado em diversas jurisdições, comprovadamente capaz de gerenciar a água em situações de escassez. Algumas regiões do Brasil, como o semiárido nordestino, convivem com tais situações recorrentemente, enquanto outras localidades, inclusive grandes cidades – antes não assoladas pela seca – hoje enfrentam secas pontuais e intensas. Isso confirma a importância de se repensar os instrumentos atualmente disponíveis e buscar ferramentas adicionais para o GRH. Nesse sentido, os mercados de água viriam a compor o leque de instrumentos da PNRH e poderiam ser aplicados, onde e quando necessários.

Vale lembrar que essa não é a primeira tentativa do poder executivo de incluir no sistema de GRH a comercialização dos direitos de uso. O PL 1616 de 1999 (BRASIL, 1999) que dispunha sobre a gestão administrativa e organização institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seu artigo 12º previa a possibilidade da

cessão parcial ou total do direito de uso desde que essa não resultasse em alteração do ponto de captação ou de lançamento do efluente. Essa proposta, no entanto, não prosperou.

Alguns anos mais tarde os mercados de água voltaram novamente à cena, dessa vez como uma experiência informal que evidenciou os potenciais ganhos econômicos advindos da realocação de água.

## 5.2. Experiência do Ceará

Experiência semelhante a um mercado de água se desenvolveu no Ceará, no início dos anos 2000, mais especificamente nos vales do Jaguaribe e Banabuiú. Tal experiência trouxe uma dinâmica de mercado pioneira ao GRH brasileiro. Essa dinâmica, no entanto, não se traduziu em um mercado de água propriamente dito, já que não se baseou na comercialização de direitos de uso, que à época nem sequer haviam sido alocados (KELMAN, 2009). O que de fato se verificou foi algo análogo a um mercado: a desistência por parte de usuários pouco eficientes de usar a água para disponibilizá-la para usos mais “nobres”, mediante indenização.

O Ceará é um estado cujo GRH se mostra maduro essencialmente por ter buscado modelo apropriado para a sua realidade. Nesse sentido, mesmo antes de se propor uma realocação da água baseada em mercado, o estado já vinha realizando a alocação negociada para lidar com a variabilidade da sua oferta de água. O processo de alocação negociada da água é promovido anualmente pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) logo após a quadra chuvosa, sendo por meio dessa alocação que se define a operação dos açudes locais. Esse é um processo descentralizado, em que as decisões são tomadas por comissões de usuários de água durante seminários, nos quais são apresentadas a disponibilidade hídrica nos açudes – verificada com base na recarga recebida no período chuvoso – e a simulação do esvaziamento desses açudes (DA SILVA *et al.*, 2006). Com base nesses dados, define-se a vazão a ser liberada dos reservatórios.

No segundo semestre de 2001, os açudes responsáveis por perenizar os rios Jaguaribe e Banabuiú – Orós e Banabuiú, respectivamente – detinham apenas 26% (Orós) e 8% (Banabuiú) de suas capacidades máximas (OLIVEIRA, 2008). Foi nesse contexto que, durante o Seminário de Planejamento de Operação das águas dos Vales do Jaguaribe e Banabuiú, definiu-se que a vazão a ser liberada pelo açude Orós seria igual a 10 m<sup>3</sup>/s (SRH/SEAGRI, 2001; DA SILVA *et al.*, 2006). Tal vazão seria suficiente para atender a

demanda de abastecimento humano e animal, mas afetaria significativamente o setor de irrigação, que teria apenas 50% da sua demanda atendida. Já para o açude Banabuiú, definiu-se a vazão de operação de 1,5 m<sup>3</sup>/s (DA SILVA *et al.*, 2006), que se destinaria exclusivamente para os usos prioritários, não havendo nenhuma contribuição para a irrigação (SRH/SEAGRI, 2001).

O não atendimento ou o atendimento parcial da demanda dos irrigantes tornou-se motivo de preocupação por conta da atividade agrícola desenvolvida na região, que contava com 26.000 hectares (ha) de área irrigada – 19.000 ha no Vale do Jaguaribe e 7.000 ha no Vale do Banabuiú (SRH/SEAGRI, 2001). Ainda que nessas áreas predominasse o cultivo de arroz, que respondia por 45% das culturas irrigadas (SRH/SEAGRI, 2001), os maiores prejuízos decorrentes da indisponibilidade de água recairiam sobre os produtores de culturas perenes – fruticultura – cujo cultivo à época era recém iniciado na bacia do rio Jaguaribe.

Diante do desafio de compatibilizar oferta e demanda de água e, simultaneamente, de minimizar os impactos socioeconômicos decorrentes da escassez hídrica, o Estado do Ceará, na ocasião governado por Tasso Jereissati, desenvolveu em conjunto com a ANA, o denominado “Plano de Uso Racional da Água para Irrigação nos Vales do Jaguaribe e Banabuiú”, também conhecido por “Águas do Vale”. O Plano foi elaborado através das Secretarias de Recursos Hídricos (SRH) e da Agricultura Irrigada (SEAGRI) – durante gestão dos secretários Hypérides Pereira de Macêdo (SRH) e Carlos Matos (SEAGRI) – e tinha como objetivo central aprimorar o GRH, “aumentando a eficiência do uso da água na agricultura irrigada pelo combate do desperdício” (SRH/SEAGRI, 2001, p.11). Vale notar que na ocasião, os sistemas de irrigação por superfície, que apresentam baixa eficiência do uso da água, eram predominantes, com destaque para a técnica de inundação (SRH/SEAGRI, 2001). Havia, portanto, espaço para a redução do desperdício de água por meio do aprimoramento das técnicas utilizadas.

Para o atingimento do objetivo geral do plano, previa-se entre outras medidas, a (i) “implementação da cobrança pelo uso da água e criação das bases para um mercado de água” (SRH/SEAGRI, 2001, p.11) e o (ii) “incentivo à suspensão da produção das culturas perdulárias de água e de baixo valor econômico, disponibilizando os volumes hídricos para melhores utilizações” (SRH/SEAGRI, 2001, p.11). Com relação ao último item, destaca-se que essencialmente estava-se propondo uma realocação da água dentro do próprio setor de irrigação direcionado a água para usos que a valorizassem mais, isto

é, transferindo a água dos produtores de arroz em benefício da fruticultura. Sob a ótica econômica e social, seria mais interessante direcionar a água para produção de frutas do que de arroz, por um lado porque se consome menos água para produzir frutas e se gera maior valor bruto em sua produção do que o arroz; por outro lado porque a fruticultura gera mais empregos (KELMAN, 2009). Isto pode ser verificado na Tabela 3 que apresenta os impactos socioeconômicos da produção de arroz e de demais culturas, dentre elas frutas.

Tabela 3: Impactos socioeconômicos da produção de arroz, em comparação com outras culturas, dentre elas frutas. Fonte: SRH/SEAGRI, 2001.

<b>Culturas</b>	<b>Consumo de água (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Valor bruto da produção (R\$/ha/safra)</b>	<b>Empregos diretos (homens/ha/safra)</b>	<b>Eficiência hídrica (R\$/1.000m<sup>3</sup>)</b>
Arroz	16.670	1.200	0,8	72
Melão	5.000	15.000	1,5	3.000
Abóbora	5.500	10.000	1,0	1.818
Melancia	4.500	7.000	1,0	1.556
Pimenta	6.000	12.000	2,5	2.000
Tomate	6.000	32.000	2,0	5.333
Pimentão	6.000	8.000	1,5	1.333

Assim, no caso do Vale do Jaguaribe, em que a regra operativa do açude Orós fez com que apenas metade da demanda para irrigação pudesse ser atendida, definiu-se, no âmbito do plano de uso racional da água, o “incentivo para equalização da demanda” (SRH/SEAGRI, 2001). Esse incentivo se traduzia em uma indenização dada aos irrigantes que voluntariamente deixassem de plantar arroz em 50% da sua área registrada no cadastro de usuários. O requisito imposto para o repasse de recursos aos produtores, foi a comprovação de participação no “programa de capacitação e qualificação de produtores” – também incluído no plano de uso racional da água. Nesse programa de capacitação, pretendia-se habilitar os produtores para a execução de novas atividades com a utilização de técnicas modernas de irrigação e substituição de culturas para aquelas que demandam menos água. O intuito deste programa era fundamentalmente mudar o perfil do produtor, permitindo a sua reintegração no ciclo produtivo de forma sustentável (SRH/SEAGRI, 2001).

Já no Vale Banabuiú, como já dito, a vazão operativa a ser liberada do açude Banabuiú seria destinada para abastecimento humano e animal. Com relação à oferta de água para irrigação, definiu-se que seriam apenas mantidos os níveis hídricos da aluvião, o que possibilitaria a retirada de água via poços já existentes, estando proibida a captação

diretamente do rio. O processo de realocação de água neste vale em particular, se deu através do “incentivo de transição para modernização” oferecido aos produtores que deixassem de plantar o arroz e que ao mesmo tempo participassem do programa de capacitação. Esse incentivo tinha por objetivo erradicar o cultivo de culturas perdulárias, a partir do estímulo à substituição do arroz por culturas mais rentáveis, além de promover a modernização da agricultura irrigada.

Os recursos necessários para viabilizar os incentivos previstos no plano de uso racional das águas do vale foram garantidos majoritariamente pelos governos federal, através da ANA, e estadual e, em menor grau, pela cobrança da tarifa pelo uso da água. Esperava-se que os fruticultores, como beneficiados diretos da relocação de água, demonstrariam disposição a contribuir financeiramente para que os incentivos mencionados se materializassem; no entanto, o que se observou foi um alto índice de inadimplência por parte desses.

Os mecanismos desenvolvidos no contexto do plano de uso racional das águas do vale foram capazes de reduzir sensivelmente a área dedicada ao plantio de arroz, conforme mostrado na Tabela 4. Dessa forma, o volume de água antes empregado em produção de baixo valor agregado sob técnicas ineficientes pôde ser direcionado para o cultivo de culturas perenes que geram maior valor por m<sup>3</sup> de água. Caso contrário, ou seja, diante da indisponibilidade de água para a produção de culturas perenes, seus produtores teriam sofrido significativas perdas econômicas.

Tabela 4: Redução da área dedicada ao cultivo de arroz como resposta aos incentivos constantes no “Plano de uso racional das Águas do Vale”. Fonte: SEAGRI,2002 apud OLIVEIRA,2008.

<b>Área dedicada ao cultivo de arroz</b>		
Antes dos incentivos	2º semestre de 2001	2º semestre de 2002
8.370,46 ha	637,58 ha	1.936,00 ha

A experiência de realocação de água nos vales do Jaguaribe e Banabuiú se mostrou bem-sucedida, tendo sido capaz de atingir os objetivos iniciais do plano racional, no que se refere ao uso da água na irrigação. Aliado a isso, a solução adotada pelo Ceará permitiu minimizar, ou pelo menos reduzir, as perdas econômicas decorrentes da forte escassez hídrica enfrentada pela região. Apesar dos resultados alcançados, a realocação de água promovida no estado constituiu apenas uma iniciativa isolada e temporária. Ainda que essa experiência não tenha constituído propriamente um mercado de água, não tendo sido suficiente para comprovar a viabilidade da implantação deste instrumento no semiárido brasileiro, a estratégia adotada pelo Ceará constituiu um avanço para o GRH. Avanço no sentido de demonstrar que ganhos socioeconômicos poderiam ser alcançados uma vez

existindo a possibilidade de alternar o uso da água em resposta a variações de oferta, conforme o uso que naquele momento fosse capaz de trazer maior bem-estar social. Em outras palavras, essa experiência indica haver potenciais ganhos decorrentes do uso de instrumentos alternativos e inovadores de GRH.

## 6. Estudo de Caso: a Bacia do Rio São Marcos

A bacia do rio São Marcos está inserida na bacia do rio Paranaíba e localizada na região centro-oeste brasileira (

Figura 6). O rio São Marcos compõe a divisa dos estados de Goiás (GO) e Minas Gerais (MG), sendo, portanto, um rio de domínio federal; se estende até o remanso do reservatório da Usina Hidrelétrica de Emborcação, localizada no rio Paranaíba, do qual é um dos principais afluentes (ANA, 2014) (Figura 7). Ao todo dez municípios<sup>12</sup> distribuídos pelos estados de GO, MG e Distrito Federal (DF) compõem a bacia do rio São Marcos, apesar de nenhum deles estar integralmente inserido nela.

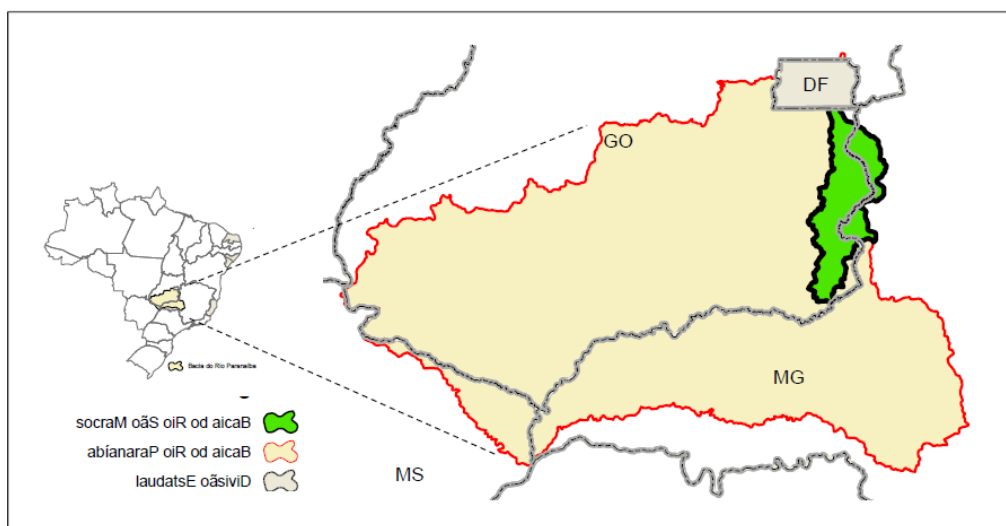


Figura 6: Localização da bacia do rio São Marcos. Fonte: ANA (2014).

---

<sup>12</sup> Cristalina, Campo Alegre de Goiás, Catalão, Davinópolis, Ipameri e Ouvidor em Goiás, Unaí, Paracatu e Guarda-Mor em Minas Gerais e Brasília no Distrito Federal (ANA, 2014).



Figura 7: localização do rio São Marcos. Fonte: elaboração própria.

A bacia do rio São Marcos é palco de conflito pelo uso da água entre irrigantes e o setor elétrico. Tal conflito foi reconhecido há uma década e segue na pauta de discussões da ANA, que junto aos órgãos gestores estaduais – também responsáveis por regular os usos da água na bacia – se esforçam na tentativa de compatibilizar a crescente demanda por água na região. A utilização de uma abordagem econômica para solucionar o conflito parece já ter sido cogitada, vide estudo conduzido pela ANA (ANA, 2010a), cujo objetivo foi avaliar o valor econômico da água na bacia. Por esse motivo e visando ilustrar a lógica e potenciais benefícios de um mercado de água, selecionou-se a bacia do rio São Marcos como estudo de caso para examinar se esse instrumento teria contribuído para acomodar a demanda por água na bacia, ao mesmo tempo que teria trazido ganhos econômicos para o país como um todo.

Este capítulo apresenta:

- Os usos que concorrem pela água na bacia do São Marcos;
- Uma breve contextualização de como o conflito se instaurou na região;
- Os efeitos desse conflito sobre a geração hidrelétrica local;
- O cálculo do valor da água na bacia para os setores agrícola e elétrico; e
- A estimativa do benefício econômico com o uso da água em diferentes cenários e o cálculo dos ganhos de mercado.

### 6.1. Agricultura irrigada

A atividade agrícola na bacia é expressiva e a posiciona como o segundo polo nacional em termos de área irrigada por pivôs centrais, estando atrás apenas do oeste baiano (ANA, 2019a). Os pivôs centrais são unanimidade na agricultura irrigada da região, o que se justifica devido às características do relevo (ANA, 2014). A bacia se dedica ao cultivo de grãos (soja, milho, feijão) e, desde a década de 90, também à produção de hortifrutigranjeiros (alho, batata, cebola) (ANA, 2014). A atividade agrícola da bacia se concentra, sobretudo, em sua área mais alta – no chamado Alto São Marcos – onde estão localizados os municípios de Cristalina (GO) e Unaí (MG), que em 2018 geraram, respectivamente, 1,9 bilhão e 1,1 bilhão de reais em produção agrícola (IBGE, 2020), o que os posicionou em 11º e 24º lugares no cenário nacional, em termos de valor da produção. Em função da vocação agrícola da bacia, na região estão instaladas inúmeras agroindústrias voltadas ao beneficiamento e processamento da produção (ANA, 2014).

As grandes áreas ocupadas pelos pivôs e a característica circular dessas estruturas vem possibilitando à ANA acompanhar, desde 2010, os usos da água na bacia através do mapeamento das áreas irrigadas por imagens de satélite. Os dados mais recentes são relativos ao ano de 2017 e indicam haver na bacia do rio São Marcos 111.933 hectares de área irrigada por 1.369 pivôs centrais. Desses, 87.486 hectares, ou 78% da área irrigada, e 1.076 pivôs centrais estão localizados no Alto São Marcos (SNIRH, 2019), o que confirma a vocação agrícola da parte alta da bacia (Figura 8). Ainda, dos municípios que compõem a bacia aqueles que apresentam maior concentração de área irrigada são Cristalina e Unaí, com 42% e 29% da área irrigada total, respectivamente.

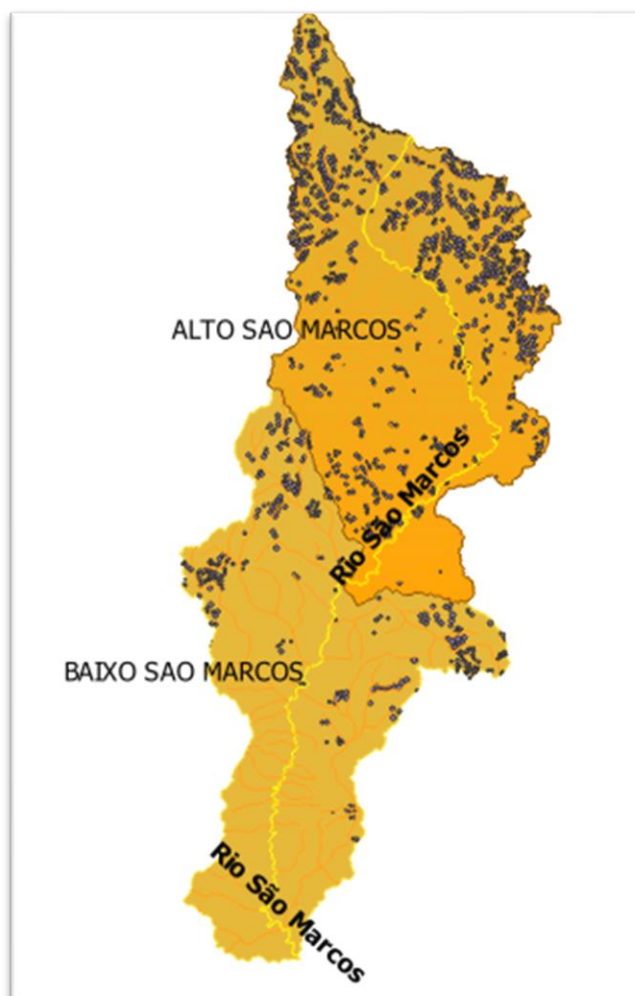


Figura 8: Pivôs identificados em 2017 na bacia do rio São Marcos. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).

O mapeamento das áreas irrigadas conduzido pela ANA permitiu também que se estimasse retroativamente dados de 1985 a 2010 por meio da análise das imagens de satélite. A Figura 9 traça o histórico da evolução da área irrigada na bacia do São Marcos como um todo e no Alto São Marcos ao longo dos anos 1985, 1990, 2000, 2005, 2010, 2014 e 2017, conforme dados disponibilizados no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2019). A distribuição espacial dos pivôs em cada um dos anos monitorados se encontra em anexo neste trabalho.

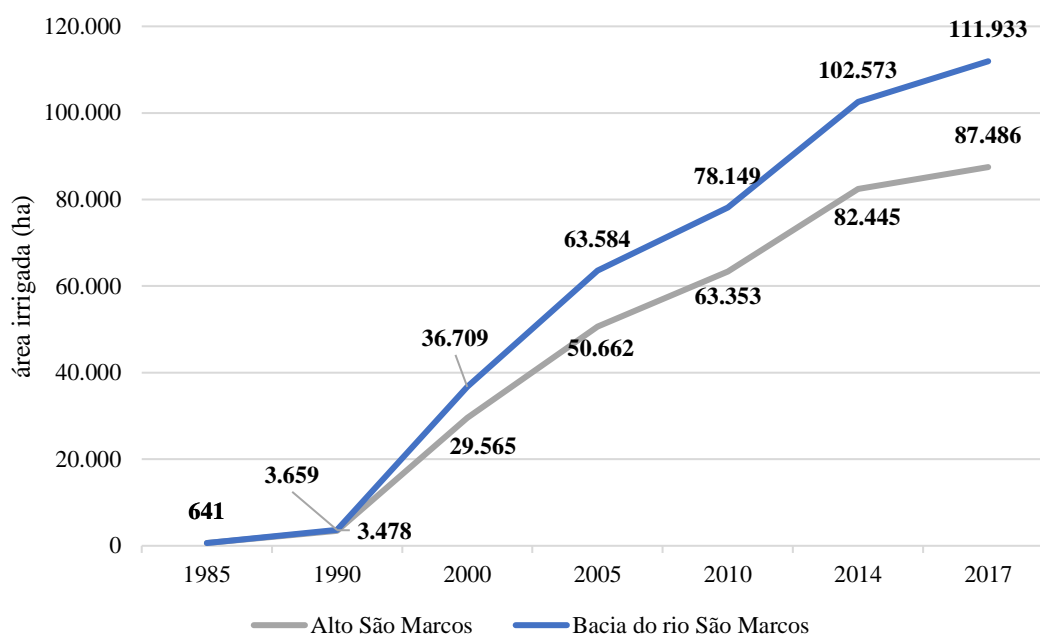


Figura 9: Evolução da área irrigada na bacia do rio São Marcos<sup>13</sup> e especificamente em sua parte alta.  
Fonte: elaboração própria com base em SNIRH (2019).

Observa-se que em 1985, toda área irrigada no São Marcos localizava-se em sua parte alta. Entre 1985 e 1990, o crescimento das áreas irrigadas era ainda tímido frente às taxas de expansão que seriam verificadas nos anos futuros. Entre 1990 e 2000, as áreas irrigadas cresceram a taxas mais aceleradas devido à diversificação das culturas com o início do cultivo de hortifrutigranjeiros. Essa tendência de crescimento acelerado perdurou pelos cinco anos seguintes. Já entre 2005 e 2010 nota-se desaceleração do crescimento, possivelmente em decorrência de restrições hídricas e de distribuição de energia elétrica (ANA, 2014). Entre 2010 e 2014, as áreas irrigadas atingiram o ápice da sua taxa de crescimento, com aumento de cerca de 4.775 hectares ao ano no Alto São Marcos. O motivo para tanto não foi identificado, mas talvez esteja relacionado à valorização mundial dos alimentos durante aquele período. Fato é que, apesar das restrições legais impostas aos irrigantes no contexto do acirrado conflito pelo uso da água na bacia, a irrigação continuou se expandindo.

<sup>13</sup> A evolução da área irrigada no São Marcos aqui apresentada difere daquela identificada no documento “Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017)” (ANA, 2019a), uma vez que o polo do São Marcos considerado no referido documento abrange o Alto São Marcos e apenas uma parcela da parte baixa da bacia.

## 6.2. Geração de energia

No rio São Marcos estão localizadas as usinas hidrelétricas de Batalha e Serra do Facão; tais usinas dão início a uma cascata de hidrelétricas formada ao longo dos rios Paranaíba e Paraná (Figura 10).

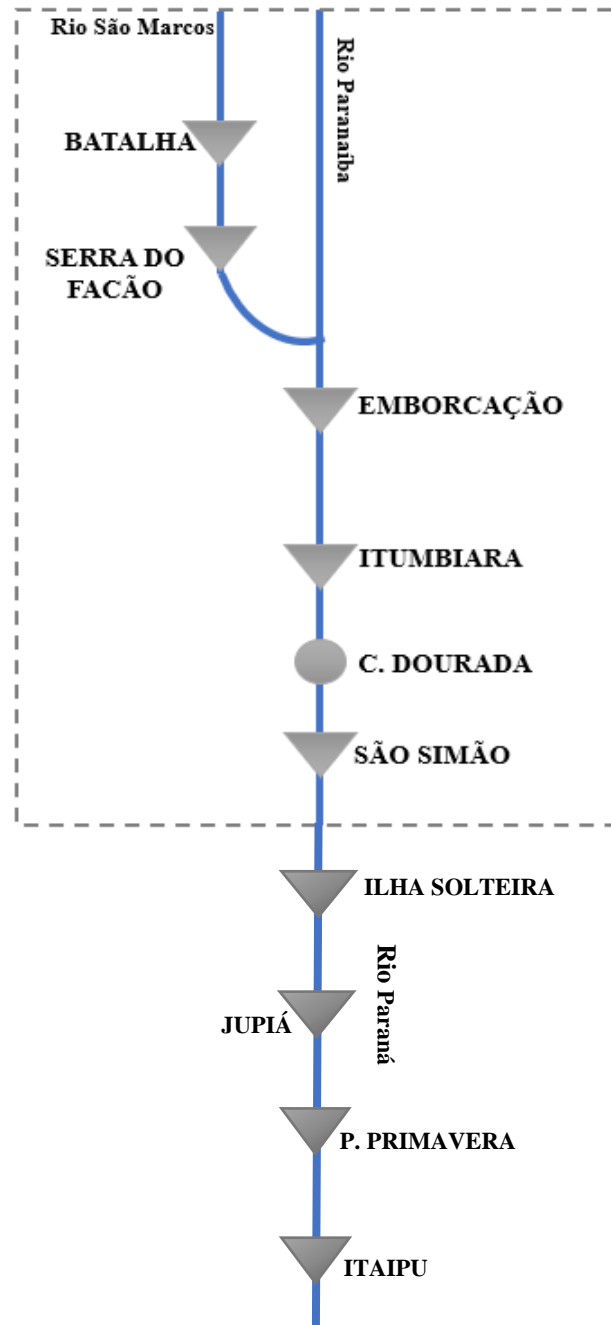


Figura 10: Cascata de usinas após Batalha. Fonte: Elaboração própria.

Neste trabalho a atenção é voltada à Usina Hidrelétrica (UHE) Batalha, por se tratar do empreendimento hidrelétrico diretamente envolvido no conflito que se desenvolve na bacia do São Marcos. O empreendimento hidrelétrico pertencente à Furnas está localizado

entre os municípios de Cristalina e Paracatu (em MG) e tem capacidade instalada e garantia física iguais a 52,4MW<sup>14</sup> e 48,8 MW médios (MME, 2006), respectivamente. Apesar do baixo potencial de geração de energia, Batalha possui reservatório capaz de promover a regularização da vazão do rio, permitindo assim ganhos energéticos na cascata de usinas que se forma à jusante (ANA, 2014).

Embora os primeiros estudos de viabilidade para a construção da UHE Batalha datem de 1985, esses foram retomados apenas em 2004, com a elaboração do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica por Furnas, em parceria com duas empresas de engenharia (ANA, 2014). No ano seguinte, em resposta à solicitação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a ANA emitiu a declaração de reserva de disponibilidade hídrica (DRDH), através da qual garantia a disponibilidade das vazões necessárias à viabilidade do empreendimento (ANA, 2005). Em 2006, a União concedeu a outorga de uso de bem público à Furnas, autorizando-a a explorar a UHE Batalha<sup>15</sup>, após a empresa ter vencido o 1º Leilão de Energia Nova organizado pela ANEEL no fim do ano anterior (ANA, 2014).

O Projeto Básico Ambiental (PBA) da UHE Batalha registrado por Furnas foi submetido para aprovação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) no fim de 2006 (ANA, 2014), tendo o órgão ambiental emitido a Licença de Instalação (LI) do empreendimento apenas dois anos mais tarde (ANA, 2014). Ainda em 2008, a DRDH foi transformada em outorga de direito de uso com vigência até 2041 (ANA, 2008a). Assim como previsto na DRDH, a outorga definia limites para os usos consuntivos a montante do empreendimento até 2040. Tais limites foram revistos em 2010, ocasião em que a outorga da usina foi revista.

Após atrasos em sua construção devido a problemas de ordem financeira, em 2013 os reservatórios da usina iniciaram a fase de enchimento (ANA, 2014). No mesmo ano, a ANEEL autorizou o início da operação em fase teste (ANA, 2014), tendo a usina entrado oficialmente em operação apenas em maio de 2014<sup>16</sup>. A Figura 11 apresenta uma linha

---

<sup>14</sup> Conforme informa Furnas. Disponível em :< <https://www.furnas.com.br/subsecao/117/usina-de-batalha---525-mw>>. Acesso em: 26/02/2020.

<sup>15</sup> Nesta ocasião a outorga de uso de bem público foi concedida à UHE Paulistas, que teve sua denominação alterada para UHE Batalha em 2006.

<sup>16</sup> Segundo informa a ficha técnica da usina de Batalha no endereço eletrônico de Furnas. Disponível em :< <https://www.furnas.com.br/subsecao/117/usina-de-batalha---525-mw>>. Acesso em: 26/02/2020.

do tempo em que são destacados os fatos mais relevantes da implantação da UHE Batalha no rio São Marcos.

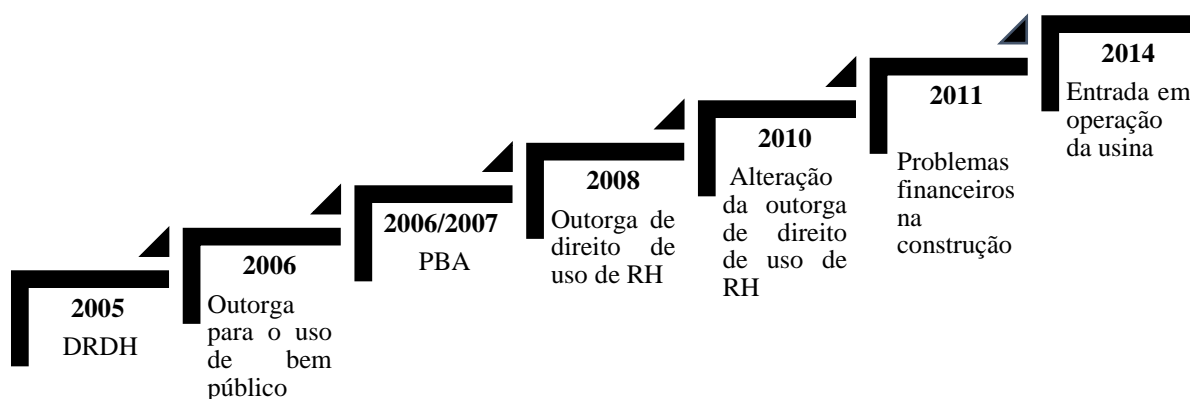


Figura 11: Linha do tempo da implantação da UHE Batalha. Fonte: Elaboração própria com base em OECD (2015) e ANA (2014).

A alteração da outorga da UHE Batalha constituiu um marco do conflito pelo uso da água na bacia. O item a seguir tem por objetivo descrever de que forma a disputa pela água vem se desenvolvendo no São Marcos.

### 6.3. Histórico do conflito

A origem do conflito entre irrigação e geração de energia na bacia do rio São Marcos remonta ao ano de 2005, ocasião em que foi concedida a DRDH à UHE Batalha. Essa impunha limites aos usos consuntivos a montante do empreendimento, definindo que salvo essa vazão dedicada a usos consuntivos, toda a vazão afluyente restante seria alocada à usina. Os estudos que subsidiaram a emissão da declaração foram baseados nos dados censitários de 1996, que não apontavam para a grande expansão da agricultura irrigada que ocorreria no futuro. À época, não existiam planos de recursos hídricos ou qualquer outra diretriz que indicasse como se daria o uso da água na bacia. Ademais, a inexistência de um sistema de outorgas unificado no país capaz de integrar os usos outorgados tanto nos rios de domínio federal quanto nos estaduais comprometeu o diagnóstico dos usos já outorgados na bacia, e conseqüentemente da real disponibilidade de água. Dessa forma, a DRDH, que mais tarde seria convertida em outorga, foi baseada no reconhecimento de uma área irrigada bem inferior à existente.

O conflito pelo uso da água na bacia do rio São Marcos não tardou a dar seu primeiro sinal. Logo em 2008, ano em que a outorga da UHE Batalha foi inicialmente concedida, identificou-se que a vazão média anual apenas das outorgas pleiteadas junto à ANA e já

concedidas (vigentes) pela Agência a montante do empreendimento hidrelétrico superavam o limite imposto pela outorga para o ano de 2010 (ANA, 2008b). Isto é, apenas os usos solicitados e vigentes nos rios geridos pela ANA superavam o limite imposto para toda a bacia. Essa constatação levou o órgão gestor a conduzir uma série de estudos com vistas a subsidiar a discussão sobre o GRH na bacia do rio São Marcos.

Entre 2009/2010, a Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA (SPR/ANA) iniciou sua campanha de acompanhamento sistemático da bacia por meio de imagens de satélite. A identificação da real extensão da agricultura irrigada despertou a hipótese de que, sendo aquela uma fronteira de expansão agrícola, então a água deveria ser alocada prioritariamente para irrigação, mesmo que essa decisão de alguma forma impactasse a geração de energia.

Na ausência de aparato legal, seja em forma de lei ou de plano, que atribuísse a prioridade a qualquer outro uso na bacia, que não ao abastecimento humano e à dessedentação animal, conduziu-se uma análise do valor da água na bacia que pudesse subsidiar decisões alocativas. Ou seja, a análise tinha por objetivo tentar justificar a priorização da alocação da água em favor da irrigação com base no valor econômico da água para esse setor. O valor da água na irrigação mostrou-se, em geral, superior ao valor para a geração de energia na bacia do rio São Marcos, o que indicava que faria sentido econômico realocar água do setor elétrico para a irrigação, desde que mantidos níveis de eficiência relativamente altos nas técnicas de irrigação (ANA, 2010a).

Paralelamente à referida análise econômica, ainda no ano de 2010, a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás enviou um ofício à ANA solicitando que a Agência se manifestasse com relação à interferência de novos usos sobre os já outorgados na bacia. Essa notificação veio a desencadear a formação de um grupo de trabalho composto por representantes da ANA e dos órgãos gestores de MG e GO. O grupo de trabalho seria responsável por preparar um Marco Regulatório<sup>17</sup> para a bacia do São Marcos.

O Marco Regulatório foi então desenvolvido com a finalidade de estabelecer um mecanismo capaz de conciliar as demandas dos setores da agricultura e elétrico no âmbito

---

<sup>17</sup> Trata-se de um conjunto de regras para o uso dos recursos hídricos, definido pelas autoridades outorgantes com a participação dos interessados nesses usos e do comitê de bacia. A elaboração de um marco referencial de regulação dos usos da água se faz necessário no caso de conflitos instalados e potenciais.

da bacia. O princípio adotado no Marco Regulatório foi o de ampliar a vazão disponível para uso na irrigação e de transformá-la em uma unidade de terras irrigadas, denominada Área Irrigada Equivalente por Pivô Central (AIEPC). Assim, definiu-se uma área máxima irrigável para os cinco anos de vigência do marco<sup>18</sup>, estando a ela associada uma vazão máxima de consumo. Os limites forem definidos de modo a não desrespeitar a legislação do setor elétrico em termos de redução da energia assegurada<sup>19</sup>. Dessa forma, a máxima área irrigada foi definida para que a vazão consuntiva equivalente não acarretasse em redução superior a 5% da energia assegurada da UHE Batalha. O Marco Regulatório distribuiu a AIEPC máxima estabelecida entre cada estado e incluiu critério de eficiência mínima de 85% para emissão de novas outorgas com finalidade de irrigação por pivô central na bacia.

Como um desdobramento da decisão tomada no âmbito do Marco Regulatório e visando efetivá-la, em 2010, procedeu-se à revisão da outorga anteriormente concedida à UHE Batalha. De um lado, tal revisão se fez necessária, uma vez que a AIEPC máxima implicava em uso consuntivo à montante de Batalha superior ao que previa a outorga originalmente. De outro, porque parecia ser um momento oportuno para revisá-la já que haviam se passado exatos cinco anos da assinatura do contrato de concessão. Ademais, a outorga anteriormente concedida à Batalha fazia menção a uma possível revisão caso: (i) estudos de planejamento regional apontassem essa necessidade ou (ii) se fizesse necessária adequação aos planos de recursos hídricos (ANA, 2008a). Assim, a revisão da outorga parecia se enquadrar no primeiro caso.

Assim como os limites impostos pelo Marco Regulatório até 2015 buscavam atender à legislação do setor elétrico, a outorga de Batalha foi revisada de modo a reduzir a vazão disponível para geração hidrelétrica até um teto de 10% a ser atingido em 2040, ano do fim da concessão do empreendimento. Na Figura 12 é apresentado um comparativo entre

---

<sup>18</sup> AIEPC máxima foi definida como sendo igual a 64.295 hectares (ANA, 2016b), sendo distribuída entre os estados da seguinte maneira: 33.500 hectares para o estado de GO, 33.000 hectares para MG (ANA, 2010b) e a área remanescente para o DF.

<sup>19</sup> Conforme estabelecido no Art. 21 do Decreto nº2.655/1998:

"§ 4o - O valor da energia assegurada alocado a cada usina hidrelétrica será revisto a cada cinco anos, ou na ocorrência de fatos relevantes"

"§ 5o - As revisões de que trata o parágrafo anterior não poderão implicar redução superior a cinco por cento do valor estabelecido na última revisão, limitadas as reduções, em seu todo, a dez por cento do valor de base, constante do respectivo contrato de concessão, durante a vigência deste".

as vazões inicialmente reservadas para usos consuntivos e as alterações trazidas pela Resolução nº 564/2010 (ANA, 2010c).

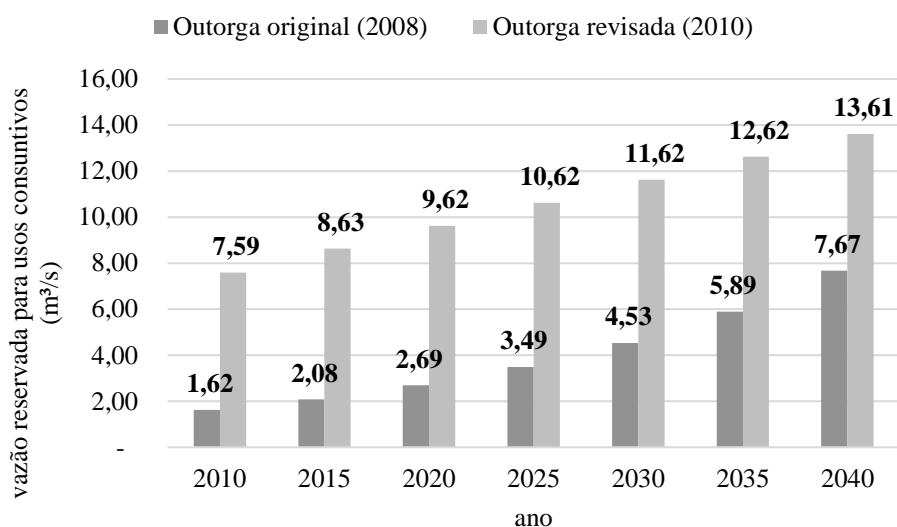


Figura 12: Alteração das vazões reservadas para usos consuntivos a montante da UHE Batalha. Fonte: Elaboração própria com base em ANA (2008a) e ANA (2010c).

Mesmo diante das restrições impostas aos usos a montante da UHE Batalha, verificou-se expansão continuada da área irrigada no Alto São Marcos. Na realidade, não se pode dizer que foi uma surpresa o fato de tais limites não terem sido suficientes para frear a disputa pela água na região. Isto porque, na ocasião da elaboração do Marco Regulatório, segundo dados do Sindicato Rural de Cristalina, na margem goiana do rio São Marcos estariam em funcionamento 32.122 hectares de irrigação por pivô central, enquanto o limite estabelecido para o estado pelos próximos cinco anos seria de 33.500 hectares (CBH-PARANAÍBA, 2015). Esse valor restringiria a expansão das áreas irrigadas em GO a uma taxa de 0,82% ao ano, o que, a menos que houvesse forte fiscalização, seria bastante improvável dadas as taxas de crescimento até então experimentadas no Alto São Marcos – 5% ao ano entre 2005 e 2010, por exemplo (Figura 9). De fato, foi o que ocorreu; já no primeiro ano de vigência do marco, em 2011, a área irrigada monitorada já superava os 66 mil hectares à montante de Batalha (ANA, 2014), isto é, cerca de 2.000 hectares a mais do que os limites por ele impostos.

Dado esse histórico, em 2012, a ANA decidiu por considerar a bacia do rio São Marcos “fechada”, passando assim a indeferir a emissão de novas outorgas nas águas

consideradas de domínio da União<sup>20</sup>. Já no ano seguinte, o São Marcos foi considerado, pela Agência, como rio de especial interesse para gestão, desde a sua nascente até Batalha (ANA,2013a). Em 2014, ano anterior ao fim do prazo de vigência do Marco Regulatório, a área irrigada no Alto São Marcos já superava em 28% o limite imposto pelo mesmo (Figura 9).

Em um contexto de não efetividade dos limites impostos à expansão da agricultura irrigada e em atendimento às recomendações tanto do plano de recursos hídricos (ANA, 2015) quanto do Grupo de Trabalho São Marcos – grupo constituído pelo comitê de bacia do Paranaíba (CBH Paranaíba) – em 2016 o comitê emitiu deliberação que atribuiu a prioridade para outorga de uso da água na bacia do São Marcos à irrigação (CBH-PARANAÍBA, 2016a). Embora a Lei 9433/97 (BRASIL, 1997) em seu Art. 7º (inciso VIII) defina que as prioridades para outorga devam ser estabelecidas nos planos de recursos hídricos, no caso da bacia do Paranaíba tal instrumento não o fez, tendo apenas reconhecido a relevância de se defini-la. Assim, ainda que a análise conduzida pela ANA tenha indicado que a alocação da água para irrigação traria maior benefício econômico para a bacia do rio São Marcos, a realocação de água em favor da agricultura não encontrava sustento devido à ausência de prioridades de uso bem definidas. Coube então ao comitê formalizar a definição dos usos prioritários, por não ser essa uma atribuição do órgão gestor.

Uma vez atribuída a prioridade de uso à agricultura irrigada e diante da sua continuada expansão, novo estudo foi conduzido pela ANA em 2017. O estudo visava estimar a expansão da área irrigada para vários cenários a partir da identificação das áreas propícias à instalação de pivôs centrais no Alto São Marcos (ANA, 2017). Os resultados indicaram que em um cenário de expansão máxima, 2.284 pivôs centrais poderiam ser instalados no Alto São Marcos, o que equivaleria a 130.710 hectares. Já em um cenário mais restritivo, em que foram consideradas limitações relativas à disponibilidade hídrica e à distância até o ponto de captação de água, poderiam ser instalados 521 pivôs centrais, o que corresponderia a 22.276 hectares de área irrigada. Assim, o consumo de água pela irrigação no Alto São Marcos poderia chegar a 13,61 m<sup>3</sup>/s no cenário mais restritivo ou ainda a 27,70 m<sup>3</sup>/s em um cenário de máxima expansão (ANA, 2017b).

---

<sup>20</sup> Informação confirmada junto a ANA.

Naquele mesmo ano (2017), estimava-se que a área irrigada no Alto São Marcos totalizava 87.486 hectares (Figura 9), o que equivaleria a uma vazão de 11,37 m<sup>3</sup>/s, uma vez considerado o consumo médio do irrigante padrão na bacia igual a 0,13L/s.ha (ANA, 2010d). Tal consumo se aproximava do limite previsto para o ano de 2030, o que reafirmava que os limites previstos para os usos consuntivos não se mostravam aderentes à realidade. Foi nesse contexto e com base no estudo da ANA sobre a expectativa de expansão da área irrigada, que o CBH Paranaíba formulou suas diretrizes para regulação de usos na bacia do rio São Marcos em 2018 (CBH-PARANAÍBA, 2018). Dessa forma, o comitê estabeleceu de que forma aplicar as prioridades de outorga previamente estabelecidas, isto é, na prática, as diretrizes propunham uma realocação de água em direção aos usos definidos como prioritários para aquela bacia. Dentre as diretrizes, recomendou-se elevar a vazão limite para usos consuntivos a montante da UHE Batalha para 13,61 m<sup>3</sup>/s em 2017 e aumentá-lo linearmente até o atendimento de uma área irrigada máxima de 200 mil hectares até o fim do período de concessão. Tomando o limite de 0,20 L/s. ha também estabelecido na referida diretriz, essa área máxima corresponderia à vazão de 40,0 m<sup>3</sup>/s em 2040. Na Figura 13, é possível comparar os limites atualmente vigentes para consumo à montante da UHE Batalha e os propostos pela diretriz aprovada pelo comitê de bacia.

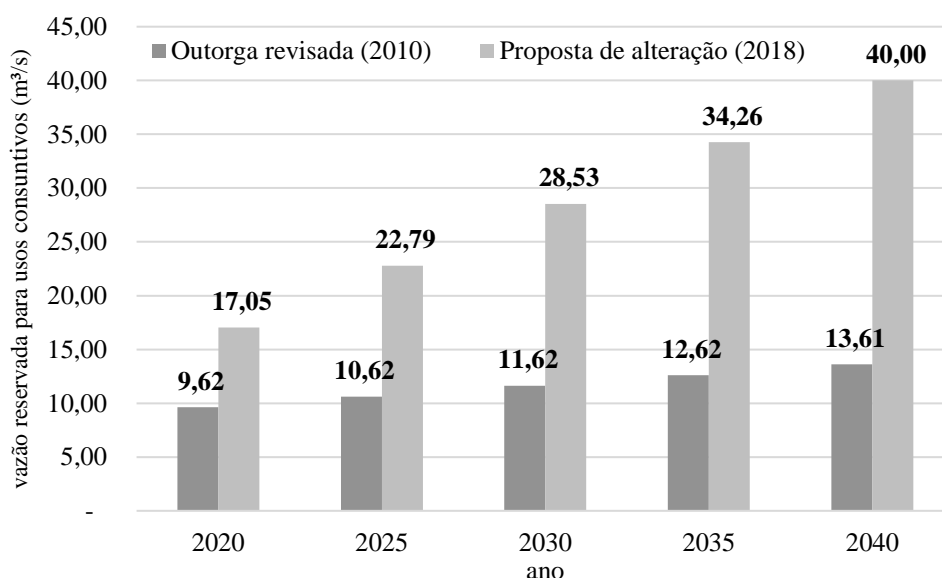


Figura 13: Proposta de aumento das vazões reservadas para usos consuntivos a montante de Batalha.  
Fonte: Elaboração própria com base em ANA (2008a) e CBH-PARANAÍBA (2018).

Até o momento de elaboração do presente trabalho, a recomendação do comitê não resultou em alteração formal da outorga. Cabe, no entanto, algumas observações. Em primeiro lugar, destaca-se que a vazão reservada para usos consuntivos a montante de

Batalha proposta para 2017 corresponde ao limite anteriormente previsto para o ano de 2040. Tal vazão reduziria a energia assegurada de Batalha em 10%, o que, vale lembrar, corresponde à máxima redução que a legislação do setor elétrico autoriza até o fim da concessão. Portanto, a redução máxima autorizada seria atingida já em 2017, caso a diretriz tivesse resultado em alteração formal.

Em segundo lugar, o comitê de bacia ao recomendar o aumento do limite para usos consuntivos para 13, 61 m<sup>3</sup>/s baseou-se no cenário mais restritivo apontado no estudo realizado pela ANA (ANA, 2017b), não expressando, portanto, o máximo potencial de expansão das áreas irrigadas. Assim, caso esse limite seja aprovado, se não houver fiscalização dos usos da água, é possível, ou mesmo provável, que o consumo de água supere novamente esse limite, recaindo mais uma vez em uma situação que venha a exigir nova revisão. Em terceiro lugar, ao se impor limites que correspondem ao cenário mais restritivo de crescimento das áreas irrigadas, não se deixa espaço para o crescimento de outros usos consuntivos existentes na região. Vale lembrar que o setor da indústria alimentícia vem se fortalecendo na bacia, atraído pela sua vocação agrícola, e aumentando o consumo de água. Portanto, o conflito pelo uso da água no São Marcos que hoje se restringe a irrigantes *versus* setor elétrico, pode vir a incluir novo setor usuário: a indústria. Ainda, à medida que as áreas irrigadas crescem, é provável que a disputa pela água se intensifique entre os próprios irrigantes. Isto é, o problema que hoje configura uma escassez relativa de água para o setor agrícola, pode vir a se tornar uma situação de escassez hídrica de fato.

A Figura 14 apresenta resumidamente o histórico do conflito pelo uso da água entre irrigantes e a UHE Batalha.

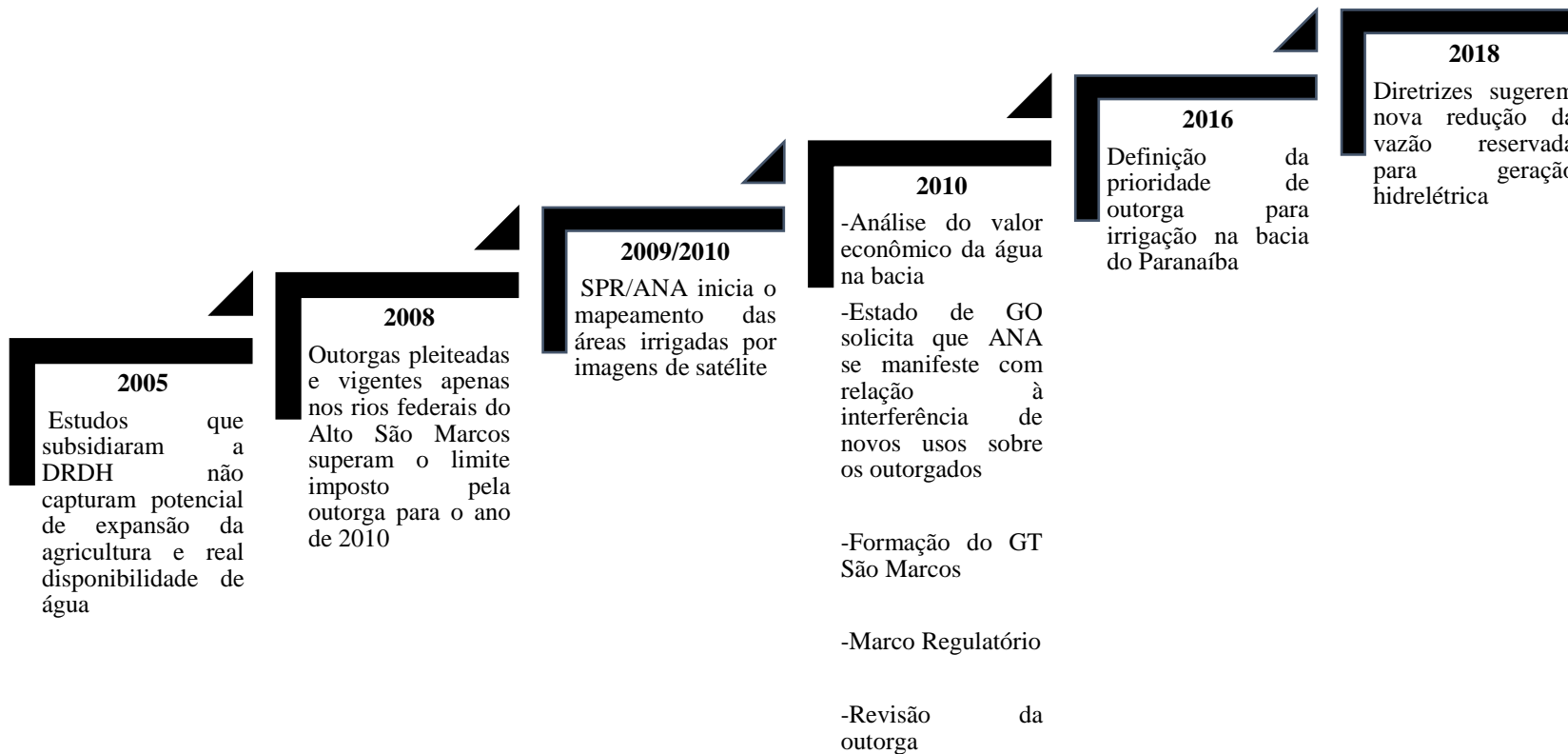


Figura 14: Síntese da evolução do conflito na bacia do rio São Marcos. Fonte: elaboração própria.

Dado esse histórico resta examinar quais foram os impactos em termos de redução do potencial de geração de energia experimentados pela usina.

#### 6.4. Impactos sobre Batalha

Como a outorga concedida à Batalha não define explicitamente a vazão outorgada ao empreendimento, mas sim o direito de explorar toda a vazão afluyente menos a parcela reservada para os usos consuntivos à montante, estimou-se a partir das médias anuais das vazões naturais afluentes à Batalha (ONS,2019; ANA,2020) qual teria sido a vazão disponibilizada (em média) para a usina se os limites tivessem sido respeitados.

Estima-se que, de 2008 a 2019, a média das vazões disponíveis para produção de energia elétrica teria sido igual a 81 m<sup>3</sup>/s. Com a revisão da outorga e a consequente flexibilização dos limites anteriormente definidos, a média das vazões disponíveis para Batalha, desde 2008, passaria a 75 m<sup>3</sup>/s. Como os limites impostos para consumo à montante da usina não foram respeitados, essa vazão disponível para produção de energia não se concretizou.

Conhecendo-se a evolução da área irrigada no Alto São Marcos (Figura 9) e o correspondente aumento do consumo de água, estimou-se qual foi a real média das vazões afluentes à Batalha. A evolução do consumo de água foi calculado a partir da área irrigada mapeada e do consumo médio do irrigante padrão – igual a 0,13 L/s.ha (ANA, 2010 d) (Figura 15)

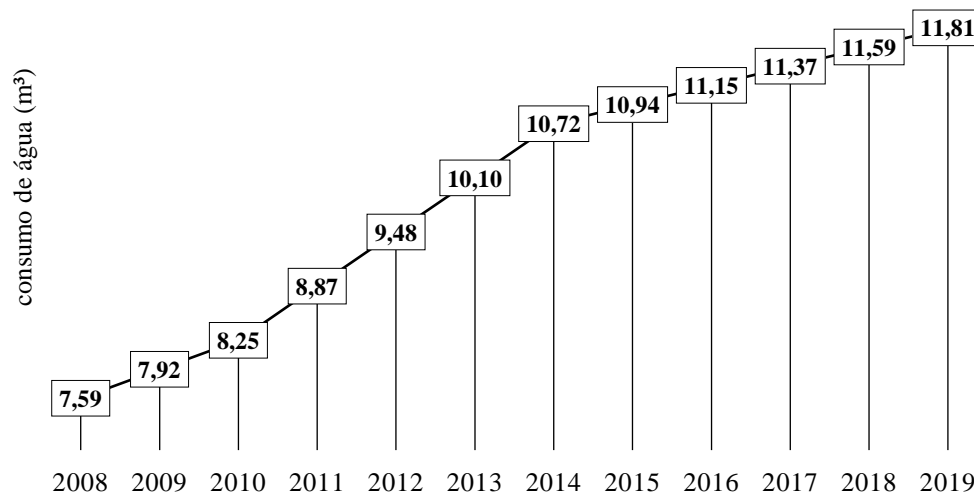


Figura 15: Estimativa da evolução do consumo de água ( em m<sup>3</sup>) no Alto São Marcos<sup>21</sup>. Fonte: elaboração própria.

Estima-se que a média das vazões afluentes à usina tenha sido igual a 73 m<sup>3</sup>/s, demonstrando, assim, a redução de 2 m<sup>3</sup>/s. A Figura 16 resume a variação na afluência à Batalha.

---

<sup>21</sup> Considerou-se que a área irrigada crescerá uniformemente ao longo dos anos mapeados (2005, 2010, 2014 e 2017) e que entre 2017 e 2019, a mesma taxa de crescimento experimentada no período anterior seria mantida.

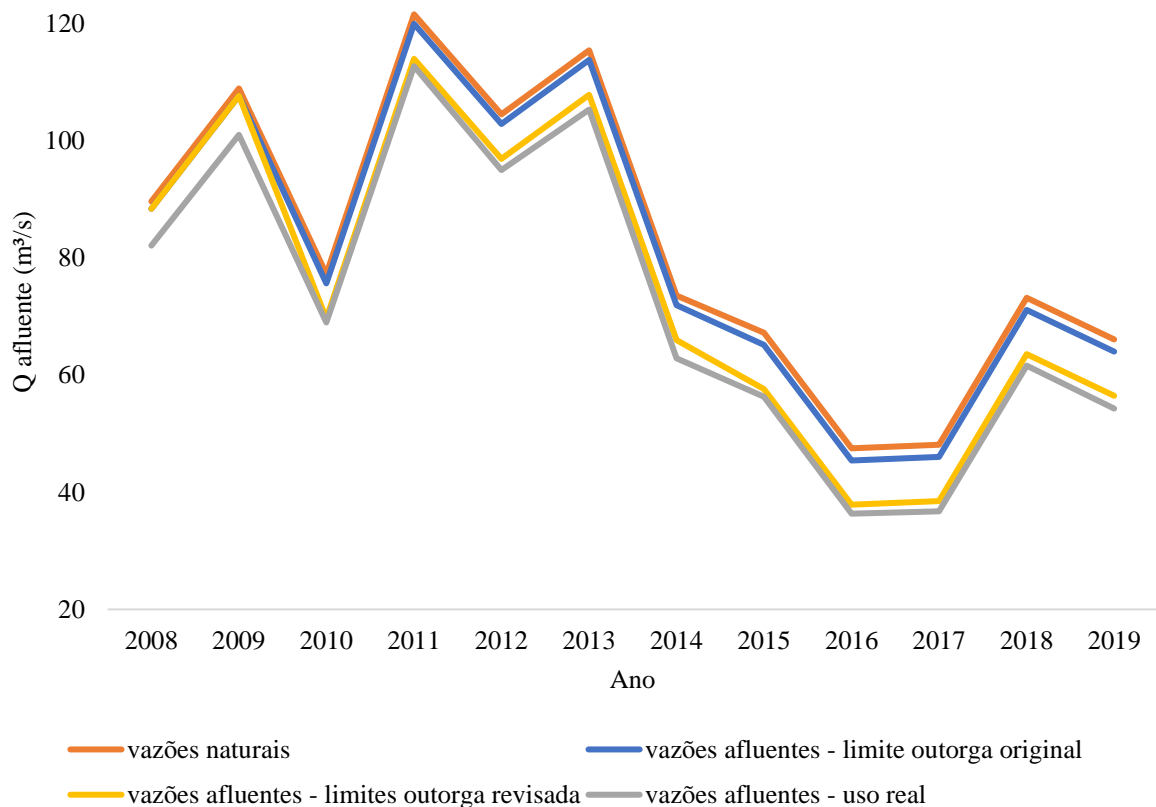


Figura 16: Evolução das vazões afluentes à Batalha. Fonte: Elaboração própria.

A redução da vazão afluente à Batalha, se convertida em termos energéticos corresponde à energia “roubada” da cascata de usinas como um todo. Como não se fez valer a outorga concedida à Batalha, isto acarretou à cascata de usinas a não geração de 10,98 MW médios, dada a redução média de afluência igual a 2 m³/s e a produtividade ao longo da cascata de usinas, capaz de gerar 5,49MW por m³/s turbinado (ANA, 2010a). Isto é, em um ano a cascata teria deixado de gerar 96 mil MWh.

Ainda que existam evidências de que a vazão afluente à usina foi sendo reduzida ao longo dos anos, a garantia física da UHE Batalha nunca foi revisada; nem ao menos quando a outorga foi alterada em 2010. Este fato justifica, em parte, a postura pacífica que Batalha adotou frente à interferência que vem sofrendo no seu direito de acesso à água. Devido às particularidades do setor elétrico brasileiro, a redução da produção de energia em Batalha, sem que a sua energia assegurada seja formalmente alterada, não impacta a remuneração do agente; ainda que possa comprometer a segurança energética do país. Isto porque no Sistema Interligado Nacional (SIN), a quantidade de energia gerada por uma usina não é uma decisão do seu proprietário e sim do Operador Nacional do Sistema (ONS), que define qual será o despacho para o atendimento da carga. Neste arranjo, a usina não recebe efetivamente pelo que produz, mas sim uma porcentagem da produção

coletiva das usinas que participam do Mecanismo de Realocação de Energia (MRE). Essa porcentagem é proporcional à energia assegurada da usina. Dessa forma, caso a garantia física da UHE Batalha não seja revista, o seu proprietário continuará a ser remunerado proporcionalmente àquela energia assegurada inicialmente definida, ainda que essa não corresponda mais à realidade.

Sabe-se que a usina já teve a sua garantia física reduzida em pelo menos 5%, em função dos limites impostos para o ano de 2015 na ocasião da revisão da outorga; para estimar a real redução decorrente do consumo atual de água a montante de Batalha, calculou-se a redução que esse consumo teria causado na vazão natural afluyente à Batalha no período crítico do sistema brasileiro – de junho de 1949 a novembro de 1956<sup>22</sup>. Simulou-se essa redução considerando: (i) os usos consuntivos conforme mapeamento mais recente (referente a 2017); e (ii) os usos consuntivos estimados para 2019 (conforme tendência observada no período anterior mapeado). Comparou-se então esses dois cenários com um cenário referencial que seria aquele no qual os limites impostos na outorga original teriam sido respeitados. Entende-se que os cálculos energéticos da usina foram feitos considerando que esses limites seriam acatados.

Para fins de simplificação, optou-se por considerar que a energia assegurada da usina reduziria na mesma proporção que a vazão disponível para geração. Estima-se que o nível de consumo à montante de Batalha em 2017 tenha reduzido a energia assegurada da usina em 7,9%, e o consumo relativo a 2019, tenha resultado na redução de 8,3% de sua energia assegurada (Tabela 5).

Tabela 5: Simulação da redução da energia assegurada de Batalha. Fonte: elaboração própria

Ano	Q natural média anual (m <sup>3</sup> /s)	Q consumida = 3,65 <sup>23</sup>	Q consumida= 11,37	Q consumida= 11,81
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
		Q afluyente (m <sup>3</sup> /s)	Q afluyente (m <sup>3</sup> /s)	Q afluyente (m <sup>3</sup> /s)
1949	75,00	71,35	63,63	63,19
1950	100,75	97,10	89,38	88,94
1951	110,42	106,77	99,05	98,61

<sup>22</sup>A escolha do período crítico para estimativa da redução da energia assegurada da UHE Batalha, se justifica pelo fato de que o cálculo da energia assegurada da usina provém do conceito de energia firme que, por sua vez, corresponde à energia média gerada no período crítico do sistema interligado nacional (ONS, 2000).

<sup>23</sup> 3,65 m<sup>3</sup>/s corresponde à média dos limites impostos na outorga original da usina (de 2005 a 2040). Este corresponde, portanto, ao cenário referencial, em que a vazão consumida a montante da usina teria permanecido dentro dos limites médios impostos pela outorga.

Ano	Q natural média anual (m³/s)	Q consumida = 3,65 <sup>23</sup>	Q consumida= 11,37	Q consumida= 11,81
		m³/s	m³/s	m³/s
		Q afluente (m³/s)	Q afluente (m³/s)	Q afluente (m³/s)
1952	140,58	136,93	129,21	128,77
1953	99,58	95,93	88,21	87,77
1954	85,67	82,02	74,30	73,86
1955	96,00	92,35	84,63	84,19
1956	106,82	103,17	95,45	95,01
		Q média = 98,20	Q média = 90,48	Q média = 90,04
		$\Delta$ 7,86%		
		$\Delta$ 8,31%		

Conclui-se que Furnas foi tendo sua vazão afluente reduzida com impactos diretos sobre sua energia assegurada sem nada fazer devido a forma como vinha mantendo sua remuneração dentro do arranjo do setor elétrico. Enquanto isso, a agricultura irrigada foi se expandindo, se transformou em um polo produtor, mas em alguma medida esbarrou na indisponibilidade de água, tendo outorgas indeferidas pela ANA e possivelmente pelos órgãos gestores estaduais. Desde que a bacia do São Marcos foi “fechada”, foram indeferidos, por parte da ANA, pedidos de outorga em corpos de domínio da União que totalizam 17 mil hectares de área irrigada<sup>24</sup>. A indisponibilidade de água para o setor agrícola configura uma situação de escassez relativa de água que, em parte, limita o crescimento da atividade em uma área tida como um dos principais pólos produtores de alimentos do país (ANA, 2014). Limita, em parte, visto que devido à falta de fiscalização, sobretudo nos rios de domínio estadual, alguns irrigantes ainda acabam por acessar o volume de água que desejam sem o respaldo da outorga, ou seja, de maneira ilegal.

Diante de todo o exposto e dado que a própria ANA foi pioneira em discutir sobre como basear as decisões alocativas dessa bacia em critérios econômicos, entende-se que um mercado de água no São Marcos teria permitido que a irrigação continuasse a expandir, mediante compensação financeira à usina, o que garantiria a prosperidade da bacia e ganhos econômicos para o país como um todo. Este entendimento parte da suposição de que, em geral, o setor agrícola valoriza mais a água do que o setor elétrico, conforme apontou ANA (2010a), o que indica que, comparativamente, a agricultura gera mais benefícios com o uso da água. Resta verificar se, de fato a água tem maior valor para o setor agrícola na maior parte do tempo, ou se essa foi uma situação circunstancial à época

---

<sup>24</sup> Informação fornecida pela ANA através de contato com especialista.

do estudo elaborado pela ANA. Ademais, por ser esta uma região dominada pelo agronegócio<sup>25</sup>, entende-se que o mercado de água seria capaz de trazer benefícios econômicos para o país, sem que isso viesse acompanhado por efeitos negativos sob o ponto de vista social. Assim, o grande receio relativo aos mercados no que tange à possível exclusão de usuários de menor poder aquisitivo é minimizado e, por consequência, a resistência social associada ao instrumento.

### 6.5. Valor da água na bacia

A fim de verificar se haveria alternância no valor da água para os setores que disputam pelo seu acesso na bacia do rio São Marcos, conduziu-se análise para estimar quanto, no limite, a agricultura irrigada e o setor elétrico estiveram dispostos a pagar pela água no período de 2010 a 2019. A escolha do ano de início do período avaliado se justifica por ter sido o ano de elaboração do estudo da ANA (ANA, 2010a) sobre o valor econômico da água no São Marcos. Propõe-se então examinar como o valor da água teria evoluído daquele momento em diante na bacia.

#### 6.5.1. Valor da água para a irrigação

O cálculo do valor da água para a irrigação foi realizado ano a ano para cada um dos ciclos produtivos agrícola. Para tanto, definiu-se um calendário de produção idealizado inspirado na distribuição espaço-temporal das culturas irrigadas no São Marcos desenvolvida por Bof (2018) (Tabela 6).

Tabela 6: Distribuição espaço-temporal das culturas irrigadas no São Marcos. Fonte: BOF (2018).

Cultura	Área irrigada (ha/mês)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Soja	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	60%	60%	60%
Milho	25%	35%	35%	10%	10%	10%	10%	0%	0%	25%	25%	25%
Alho	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%
Feijão	10%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	10%	10%	10%
Café	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Batata	0%	0%	0%	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%
Total	100%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%	100%	100%	100%

<sup>25</sup> Segundo informação fornecida por especialista da ANA, a agricultura de subsistência na bacia é predominantemente de sequeiro, não sendo esses produtores usuários dependentes de água para irrigação.

O calendário agrícola idealizado se restringiu à produção de grãos, que são culturas anuais<sup>26</sup> tipicamente produzidas na região e vocacionadas a eventuais transações num mercado de água. Definiu-se três ciclos anuais com duração de quatro meses, tendo sido desconsiderada a pausa que costuma haver entre a colheita de uma safra e a produção da seguinte. Assim, de fevereiro a maio o irrigante produziria milho e feijão; de junho a setembro, plantaria feijão, e de outubro a janeiro, soja, feijão e milho. Abaixo, encontra-se resumido o ciclo agrícola idealizado para a bacia (Tabela 7).

Tabela 7: Ciclo agrícola idealizado para a bacia do São Marcos. Fonte: elaboração própria.

<b>Período</b>	<b>Culturas</b>
Fevereiro/ano x -- maio/ano x	milho e feijão
Junho/ano x -- setembro/ano x	feijão
Outubro/ano x -- janeiro/ano x+1	soja, milho e feijão

Uma vez definido o calendário agrícola, calculou-se, a partir da equação 1, quanto valeria a água para o setor agrícola. Essa mesma equação foi adotada pela ANA na condução dos estudos sobre o valor econômico da água na bacia do São Marcos (ANA, 2010a) e anteriormente havia sido adotada por Kelman e Ramos (2004) para estimar o valor da água para a agricultura do semiárido brasileiro.

$$\text{Valor da água(irrigação)} = \frac{\text{receita líquida irrigação} - \text{receita líquida sequeiro}}{\text{consumo de água}} \quad (1)$$

Para estimar a receita líquida na irrigação, levantou-se: (i) a produtividade por cultura irrigada; (ii) o preço de comercialização dos grãos produzidos e (iii) o custo de produção. Para os meses chuvosos em que a irrigação se mostra complementar à produção de sequeiro, calculou-se também a renda obtida no sequeiro, tendo por base a produtividade nessa modalidade de cultivo. São discriminados a seguir cada um dos fatores necessários ao cálculo do valor da água para a irrigação.

---

<sup>26</sup> São também culturas anuais batata e alho. Tais culturas foram excluídas da análise devido à indisponibilidade de dados históricos completos relativos a custos de produção e produtividade. Quanto ao café, esse foi descartado por ser uma cultura perene, o que impossibilitaria a alternância de seu cultivo em função dos sinais fornecidos pelo mercado.

### Consumo de água

O cálculo da demanda de água para irrigação foi conduzido conforme orienta o manual de outorgas da ANA (ANA, 2013b). Esse cálculo tem início com a estimativa da necessidade líquida de irrigação (NIL) a partir dos dados de precipitação efetiva e evapotranspiração potencial (equação 2).

$$\text{NIL (mm/mês)} = (K_c \times ET_0) - P_{ef} \quad (2)$$

Onde:

NIL = necessidade de irrigação líquida (mm/mês);

$K_c$  = coeficiente de cultura;

$ET_0$  = evapotranspiração de referência (mm/mês);

$P_{ef}$  = precipitação efetiva (mm/mês)

Conceitualmente, evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) é um parâmetro utilizado para definir a água evapotranspirada em uma superfície de solo padronizada (ANA, 2013b). Ao multiplicá-la pelo coeficiente de cultura ( $K_c$ ) – coeficiente de ajuste que incorpora características da cultura – calcula-se a evapotranspiração de uma cultura específica sem restrição hídrica (ANA, 2013b); o coeficiente de cultura varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura (ANA, 2013b).

Os dados relativos à  $ET_0$  foram disponibilizados pela ANA, que concentra dados mensais de  $ET_0$  por município nas suas planilhas de irrigação. Essas planilhas de irrigação são utilizadas para estimar a demanda de água por ponto de captação a ser outorgado aos usuários solicitantes. Selecionou-se os dados referentes ao município de Cristalina (Tabela 8) como representativos da bacia, por ser o município com maior concentração de área irrigada no Alto São Marcos<sup>27</sup>. Os valores de  $K_c$  foram definidos com base em ANA (2013b) e variam de acordo com a fase do ciclo da cultura (Tabela 9).

Tabela 8: Valores de  $ET_0$  relativos ao município de Cristalina. Fonte: informação disponibilizada pela ANA mediante solicitação.

Mês	$ET_0$ (mm/mês)
Jan	132,0
Fev	113,0

<sup>27</sup> Segundo levantamento mais recente da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil, dos 87.485,74 hectares irrigados no Alto São Marcos, 42.955,13 hectares (49%) estão localizados em Cristalina (SNIRH, 2019).

<b>Mês</b>	<b><math>ET_0</math> (mm/mês)</b>
Mar	114,5
Abr	100,0
Mai	87,5
Jun	74,0
Jul	89,0
Ago	109,5
Set	112,0
Out	120,5
Nov	115,5
Dez	114,5

Tabela 9: Valores definidos para  $K_c$ . Fonte: elaboração própria, a partir de dados de ANA (2013b)

<b>Cultura</b>	<b><math>K_c</math></b>		
	<b>inicial</b>	<b>meio</b>	<b>final</b>
Feijão	0,4	1,15	0,35
Milho*	0,3	1,15	0,4
Soja*	0,4	1,15	0,5

\*para o milho, consultou-se o  $K_c$  do grupamento “cereais”; para a soja, considerou-se o  $K_c$  inicial do grupamento “leguminosas”.

Já os dados de precipitação necessários ao cálculo da NIL foram consultados no Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB) (SNIRH, 2020b), sendo esses relativos à estação pluviométrica 01647002 “UHE Batalha Cristalina”. Essa foi a estação selecionada devido à sua localização no município de Cristalina, de modo a manter certa compatibilidade com os dados de evapotranspiração também relativos ao município; e devido à disponibilidade de dados para o período em análise<sup>28</sup>. Como o cálculo da NIL depende da precipitação efetiva, ou seja, da parcela de água que fica armazenada no solo e disponível para os cultivos, essa foi estimada a partir dos dados de precipitação total

---

<sup>28</sup>Diante da indisponibilidade de dados da estação “UHE Batalha Cristalina” relativos aos meses de janeiro, fevereiro e março de 2015, adotou-se para esses meses os dados da estação 1646001 “Unai”.

através das equações 3 e 4, utilizadas em ANA (2013b) para converter a precipitação mensal provável em precipitação efetiva provável.

$$P_{ef} \text{ (mm)} = \frac{P_{total}(125 - 0,2xP_{total})}{125} \quad ; \text{ se } P_{total} < 250 \text{ mm} \quad (3)$$

$$P_{ef} \text{ (mm)} = 125 + 0,1 x P_{total} \quad ; \text{ se } P_{total} > 250 \text{ mm} \quad (4)$$

A partir dos dados mensais de  $ET_0$  e  $P_{ef}$  calculou-se a NIL por mês, de modo que a NIL do ciclo em análise corresponderia à soma das parcelas mensais. Como a NIL não representa a quantidade de água que de fato é demandada pela irrigação, já que não considera as perdas de água no processo, fez-se necessário calcular a necessidade de irrigação bruta (NIB), que incorpora a eficiência do uso da água na irrigação. Para o pivô central, essa eficiência é de 85% (ANA, 2018b).

$$\text{NIB (mm/ciclo)} = 100 x \left(\frac{\text{NIL}}{E_i}\right) \quad (5)$$

Onde:

NIB= necessidade de irrigação bruta (mm/ciclo)

NIL= necessidade de irrigação líquida (mm/ciclo)

$E_i$ = eficiência do uso da água na irrigação (%)

A partir da NIB, calculou-se o volume de captação de água por hectare irrigado e por ciclo, por:

$$\text{Volume captação (m}^3\text{/ciclo. ha)} = 10 x \text{NIB} \quad (6)$$

O volume de água de fato consumido por hectare irrigado e por ciclo, e que compõe o denominador da equação 1, foi então calculado considerando que 15% do que foi captado retorna como fluxo de retorno.

$$\text{Volume consuntivo (m}^3\text{/ciclo. ha)} = 0,15x \text{volume captação} = 10 x \text{NIL} \quad (7)$$

### *Consumo de energia*

Estimou-se o consumo de energia a fim de calcular o gasto com energia, uma das parcelas do custo de produção. A energia gasta em um ciclo produtivo por hectare irrigado foi

calculada a partir da potência necessária para elevar o volume captado a uma determinada altura manométrica (equações 8 e 9).

$$\text{potência (KW/ha)} = \frac{\gamma \times Q_{\text{captação}} \times h}{\eta \times 1000} \quad (8)$$

Onde:

$Q_{\text{captação}}$  = vazão de água captada por ciclo ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$\gamma$  = peso específico da água ( $\frac{\text{N}}{\text{m}^3}$ ); e

$h/\eta$  = altura manométrica bruta (m).

$$\text{consumo de energia (KWh/ ha)} = \text{potência} \times \frac{120 \times 24 \text{ h}}{\text{ciclo}} \quad (9)$$

Considerou-se para este cálculo, uma altura manométrica bruta média de 188 metros, por ter sido esse o valor utilizado por ANA (2010a) no cálculo do valor da água na bacia do rio São Marcos. No referido documento, a Agência pontua que tal valor estaria “condizente com as informações de projeto de pivô constantes em alguns dos pedidos de outorga na bacia do São Marcos”<sup>29</sup> (ANA, 2010a, p.3). À primeira vista supor uma altura geométrica tão elevada pode saltar aos olhos, no entanto, vale notar que o rio São Marcos é, de fato, um rio encaixado em vale o que faz com que a água quando captada tenha que vencer um desnível elevado até o pivô central. Além disso, esse valor corresponde a uma altura manométrica bruta, isto é, que já incorpora a eficiência do conjunto motor-bomba. Deve-se ressaltar que, como o consumo de energia foi calculado com base em uma altura manométrica média, os usuários que na realidade elevam a água a uma altura menor terão receita líquida maior devido ao menor gasto com energia. Isto pode inclusive explicar o fato de poucos dos irrigantes instalados na bacia do São Marcos captarem água diretamente do rio São Marcos, já que como dito, esse processo exigiria que se vencesse uma altura geométrica bastante elevada.

---

<sup>29</sup> Essa informação foi confirmada junto à ANA via comunicação pessoal. A partir de informações constantes em relatórios de fiscalização da Agência referentes à potência das bombas e à vazão medida, é possível confirmar que a altura manométrica adotada como média é condizente com os projetos de irrigação da região.

## Custos de produção

Os custos de produção considerados foram aqueles disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Evolução dos custos de produção em R\$/ha por cultura e por município consultado. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CONAB (2019).

	<b>Feijão – Cristalina/GO<sup>30</sup></b>	<b>Milho (1ª safra) * - Unai/MG</b>	<b>Milho (2ª safra) ** - Rio Verde/GO<sup>31</sup></b>	<b>Soja - Unai/MG</b>
2010	2.373,13	2.270,49	1.169,82	1.696,48
2011	2.411,93	2.488,81	1.654,41	1.916,54
2012	2.565,44	2.769,17	1.479,16	2.100,19
2013	2.899,51	2.823,27	1.525,23	2.053,47
2014	3.074,08	3.601,55	2.313,06	2.436,02
2015	3.584,45	4.105,58	2.462,83	2.664,18
2016	3.778,72	4.181,40	2.712,75	2.711,33
2017	3.688,37	4.398,41	2.864,15	2.924,97
2018	4.651,90	4.547,87	2.911,91	3.002,13
2019	4.925,09	4.428,53	3.128,48	3.104,81

\*ciclo de outubro a janeiro \*\*ciclo de fevereiro a maio

Considerou-se que esses custos corresponderiam à produção no sequeiro, já que a componente “conjunto/equipamento de irrigação” apresentou valor nulo em todas as planilhas de custos consultadas. A fim de estimar os custos de produção na irrigação, fez-se necessário somar aos valores consultados na CONAB, os custos com energia. O custo com energia foi calculado, por sua vez, multiplicando-se a tarifa de energia, disponibilizada em ANEEL (2019), pelo consumo de energia para bombeamento da água. A tarifa de energia média considerada foi aquela praticada em cada um dos anos pela

---

<sup>30</sup> A CONAB disponibiliza informações relativas aos custos de produção do feijão irrigado no município de Unai, no entanto essa informação está disponível apenas a partir de 2013. Por esse motivo, optou-se por manter, assim como para as demais culturas, o uso das informações relativas à produção em sequeiro. Vale também mencionar que o feijão, assim como o milho, tem mais de uma safra anual; no entanto não foi possível segregar os custos de produção em cada uma dessas safras como feito para o milho.

<sup>31</sup> Foram utilizados dados referentes ao município Rio Verde, localizado em Goiás, devido à indisponibilidade de informações específicas dos municípios de Cristalina ou Unai. Quanto a esse último, os dados estão disponíveis a partir do ano de 2014, ou seja, esses não compreendem todo o período de análise.

CELG-D, que corresponde à distribuidora de energia com maior representatividade em termos de economias atendidas na região centro-oeste. Optou-se por considerar os preços praticados nesta região, por esta abrigar o estado de Goiás, que concentra maior área irrigada no Alto São Marcos, além do DF, também inserido parcialmente na bacia. A tarifa de energia foi calculada a partir da média entre as tarifas médias de fornecimento com impostos das categorias “rural” e “rural irrigante”. Isto porque, aos irrigantes é concedido desconto tarifário para utilização de energia em horário especial (das 21:30 as 6:00)<sup>32</sup>. Dessa forma, adotou-se a premissa de que das horas que o produtor irriga, metade estaria dentro do horário especial e a outra metade fora, de modo que na metade do tempo ele pagaria a tarifa referente à categoria rural e na outra à categoria de irrigantes. Entende-se que o produtor irriga por mais de oito horas por dia, tempo pelo qual é concedido o desconto. As tarifas consideradas são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11: Tarifa média de fornecimento com impostos (em R\$/MWh) da CELG-D nas categorias “rural” e “rural irrigante”, bem como a tarifa média considerada para cálculo dos custos com energia. Fonte: elaboração própria a partir de dados da ANEEL (2019).

	<b>Rural</b>	<b>Rural Irrigante</b>	<b>Tarifa média</b>
2010	242,79	141,04	191,92
2011	227,52	205,09	216,31
2012	282,41	202,17	242,29
2013	261,03	198,81	229,92
2014	282,09	219,62	250,86
2015	468,82	376,82	422,82
2016	457,89	335,12	396,51
2017	438,99	373,11	406,05
2018	534,69	536,86	535,78
2019	551,30	423,31	487,31

---

<sup>32</sup> Simulou-se o impacto que a tarifa de energia não subsidiada teria no aumento dos custos de produção e, por consequência, no cálculo do valor da água para irrigação. Para tanto, considerou-se a tarifa média mais elevada praticada pela CELG-D - relativa à categoria residencial - a fim de simular o pior cenário em termos de custos. A elevação dos custos com energia elétrica não foi suficiente para alterar a tendência observada neste trabalho no que se refere ao valor da água para os setores, em cada um dos anos analisados.

### Preço de comercialização

Para cada ciclo produtivo, calculou-se o preço de comercialização do grão produzido como sendo a média de preços do estado de Goiás nos três meses contados a partir da colheita (Tabela 12). Assim, considerou-se a hipótese simplificada de que os produtos seriam vendidos por três meses após o término do cultivo (incluindo o mês de colheita).

Tabela 12: Preço médio de comercialização (em R\$/kg) por ciclo produtivo e por cultura. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Agrolink (2020).

	feijão			milho		soja
	fev-mai	jun-set	out-jan	fev-mai	out-jan	out-jan
2010	2,00	2,28	1,35	0,23	0,43	0,73
2011	1,45	1,60	2,20	0,40	0,39	0,70
2012	2,98	2,59	3,10	0,35	0,47	0,97
2013	3,77	2,60	1,75	0,37	0,37	1,01
2014	1,68	1,31	2,25	0,36	0,39	0,94
2015	2,48	2,40	3,10	0,33	0,54	1,10
2016	5,59	4,57	2,41	0,69	0,51	1,06
2017	2,94	1,85	1,54	0,33	0,45	1,07
2018	1,62	1,61	3,85	0,49	0,51	1,15
2019	3,00	2,80	3,64	0,48	0,75	1,30

### Produtividades na irrigação e no sequeiro

Para estimar o quão maior é a produtividade na irrigação quando comparada à produção de sequeiro em cada um dos ciclos produtivos, utilizou-se a função de produção da *Food and Agriculture Organization of United Nations* (FAO) (SMITH e STEDUTO, 2012). Tal função consiste em uma relação simples que expressa a variação da produtividade de uma cultura em resposta ao déficit hídrico, que, por sua vez, é expresso pela relação entre evapotranspiração atual/verificada ( $ET_a$ ) e evapotranspiração máxima/potencial ( $ET_x$ ) (DOORENBOS *et al.*, 1979). Isso se fundamenta na forma como o déficit hídrico afeta a evapotranspiração da planta: quando a demanda por água de uma cultura é totalmente satisfeita, a  $ET_a$  se iguala à  $ET_x$ ; já quando a água é insuficiente para atender à demanda, a evapotranspiração é inferior à potencial  $ET_a < ET_x$  (DOORENBOS *et al.*, 1979).

Considera-se haver uma relação linear entre: (i) a razão da produtividade em situação de déficit hídrico pela produtividade potencial e (ii) o déficit hídrico, caracterizado pela razão  $ET_a/ET_x$ . A maneira como o déficit hídrico afeta a produtividade de cada cultura varia com o tipo de cultura e a fase de desenvolvimento da planta, o que é traduzido em um coeficiente  $K_y$ , conforme mostra a equação 10. Esse coeficiente relaciona o quanto a produtividade decresce com relação à evapotranspiração.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_x}\right) \quad (10)$$

Onde:

$Y_a$  = produtividade atual (no sequeiro);

$Y_x$  = produtividade potencial (na irrigação);

$ET_a$  = evapotranspiração atual;

$ET_x$  = evapotranspiração potencial (evapotranspiração da cultura); e

$K_y$  = coeficiente de resposta ao estresse hídrico (por cultura)

Aplicou-se a equação 10 para calcular a produtividade na irrigação ( $Y_x$ ) a partir de dados de produtividade no sequeiro ( $Y_a$ ). O objetivo de se calcular a diferença entre essas produtividades é o de refletir o quanto elas diferem entre si a depender das condições climáticas. Optou-se por conduzir esse cálculo, período a período, e não simplesmente utilizar dados referenciais de produtividade média na irrigação e no sequeiro, por entender que utilizar valores médios comprometeria os resultados, ao não capturar adequadamente as variações de produtividade no sequeiro de acordo com os níveis de precipitação. Isto porque, em meses chuvosos, a elevada precipitação permite ao produtor manter níveis elevados de produtividade no sequeiro, que em alguns casos se aproxima da produtividade alcançada através da irrigação.

Os dados de produtividade utilizados neste cálculo foram aqueles disponibilizados pela CONAB (CONAB, 2020). Como essa produtividade é estimada ano a ano pela razão entre a produção total e a área plantada, tal valor considera tanto as áreas irrigadas quanto aquelas com produção de sequeiro. Portanto, essa produtividade corresponde a uma produtividade média, não sendo possível fazer distinção entre produtividade na irrigação e no sequeiro. Apesar disso, dada a ausência de dados mais detalhados, considerou-se para fins de cálculo que as produtividades disponibilizadas pela CONAB corresponderiam à produtividade no sequeiro, isto é,  $Y_a$ . O efeito de tal simplificação é que se acaba por superestimar a produtividade no sequeiro, e indiretamente, por conta da relação linear considerada, também a produtividade na irrigação. Na Tabela 13 são

apresentadas as produtividades consultadas na CONAB<sup>33</sup>. Os dados relativos à 1ª safra referem-se ao ciclo de outubro a janeiro e à 2ª safra ao ciclo de fevereiro a maio.

Tabela 13: Produtividades consideradas de sequeiro ( $Y_a$ )(kg/ha). Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CONAB (2020).

	Milho		Feijão		Soja
	1ª safra	2ªsafra	1ªsafra	2ª safra	
2010	8.179	6.800	3.077	2167*	3.200
2011	8.853	5.778	2.900	2.000	3.200
2012	9.429	9.444	1.077	1944*	3.400
2013	9.641	9.000	2.667	2.000	3.000
2014	7.259	9.105	2.000	2.000	2.625
2015	6.704	4.289	1.500	2.000	3.100
2016	7.690	7.079	1.917	2.000	3.457
2017	8.036	4.778	2.250	2.000	3.514
2018	9.000	7.316	2.400	2.000	3.315
2019	9.217	6.895	2.364	1.676**	3.473

\*Diante da ausência de dados relativos ao DF foram utilizados dados do estado de GO.

\*\*Dado também referente ao estado de GO, pois o dado relativo ao DF se mostrou muito destoante das produtividades verificadas nos anos anteriores, o que possivelmente indica alguma inconsistência.

Com relação às demais variáveis da equação 10, considerou-se que a  $ET_a$  – evapotranspiração em situação de estresse hídrico – seria igual à precipitação efetiva<sup>34</sup>, o que significa dizer que toda a água que infiltra no solo, evapotranspira. Contrapôs-se mês a mês as  $ET_a$  e  $ET_x$ <sup>35</sup>, isto é, a evapotranspiração verificada e aquela que ocorre quando não há restrição hídrica. Ambas variáveis foram agregadas por ciclo produtivo (4 meses) para fins de cálculo, conforme indica a equação 11. Desconsiderou-se neste

<sup>33</sup> Foram consultadas na CONAB, as produtividades relativas ao Distrito Federal por ser uma unidade territorial menor, o que provavelmente faz com que os seus dados não incorporem grandes variações devido a condições climáticas diversas ao longo do território, como poderia ocorrer com os dados de Goiás ou de Minas Gerais, por exemplo.

<sup>34</sup> O valor de  $ET_a$  é limitado por  $ET_x$  por ser esta a evapotranspiração potencial. Assim, definiu-se que  $ET_a$  seria igual ao menor valor entre precipitação efetiva e a evapotranspiração potencial/de cultura. Portanto, em alguns meses do ciclo não se verificou situação de déficit hídrico sendo  $ET_a = ET_x$ .

<sup>35</sup> Calculada a partir da  $ET_0$  e  $k_c$  constantes nas tabelas Tabela 8 e Tabela 9.

cálculo, os efeitos da umidade que poderia estar armazenada no solo em decorrência das chuvas ocorridas no período anterior. Ou seja, é possível que o déficit hídrico ( $ET_a/ET_x$ ) tenha sido superestimado, o que pode ter conduzido a diferenças mais elevadas entre produtividades na irrigação e no sequeiro.

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^4 ET_a}{\sum_{i=1}^4 ET_x}\right) \quad (11)$$

A última incógnita para se calcular a produtividade irrigada a partir da equação da FAO é o  $K_y$ . Segundo Smith e Steduto (2012),  $K_y$  vale 1,25 para o milho, 1,15 para o feijão e 0,85 para soja, quando se considera todo o período de crescimento da cultura. A partir dessa informação, das informações relativas à evapotranspiração e à produtividade no sequeiro, calculou-se a produtividade na irrigação nos ciclos produtivos de outubro a janeiro e de fevereiro a maio. Esse cálculo se restringiu a esses dois ciclos produtivos, já que são os períodos em que pode haver alguma produção no sequeiro.

Fez-se necessário ajustar os valores encontrados para  $Y_x$ , limitando-os a um teto de produtividade, uma vez que os déficits hídricos possivelmente superestimados, resultado de se ter desconsiderado a umidade do solo, conduziram em alguns casos a produtividades muito elevadas. Buscou-se de alguma forma neutralizar os efeitos da simplificação anteriormente adotada através da imposição dos seguintes limites: no caso do milho e do feijão considerou-se a produtividade irrigada adotada como referência em ANA (2010a) – 10.250 kg/hectare e 3.000kg/hectare, respectivamente. Já para a soja adotou-se o valor de 4.800 kg/hectare<sup>36</sup> por considerar que a produtividade adotada como referência em ANA (2010a) estaria abaixo das produtividades irrigadas atualmente alcançadas na região.

São apresentados na Tabela 14 as diferenças encontradas entre as produtividades na irrigação e no sequeiro por cultura para cada ciclo produtivo. Pontua-se que os níveis de precipitação verificados nos ciclos produtivos de outubro a janeiro se mostraram, em muitos dos anos, suficientes para suprir a evapotranspiração, indicando não ter havido

---

<sup>36</sup> Disponível em: < <http://www.emater.df.gov.br/plantio-da-soja-triplica-em-35-anos-e-hoje-e-principal-safra-ao-redor-do-df/>>. Acesso em: 15/03/2020.

necessidade de irrigação nesses períodos<sup>37</sup>. Como nesses casos não parece ter havido estresse hídrico, então não se calculou a diferença entre as produtividades na irrigação e no sequeiro; por esse motivo, alguns dos anos constam sem preenchimento na Tabela 14.

Tabela 14: Diferença entre as produtividades na irrigação e no sequeiro(kg/ha)<sup>38</sup>. Fonte: elaboração própria.

	outubro-janeiro			fevereiro-maio	
	feijão	milho	soja	feijão	milho
2010	-	-	-	833	3.450
2011	100	1.397	320	909	3.311
2012	232	821	482	622	806
2013	-	-	25	554	1.250
2014	221	524	197	295	1.145
2015	628	3.236	807	17	119
2016	-	-	-	1.000	3.171
2017	-	-	-	1.000	5.468
2018	-	172	144	653	2.934
2019	-	-	-	84	388

Conforme mencionado, a referida metodologia foi aplicada para o cálculo da produtividade irrigada nos ciclos produtivos em que há possibilidade de produção no sequeiro. Para o ciclo produtivo que se desenvolve no período seco (de junho a setembro), em que, de acordo com o calendário idealizado, há apenas a produção de feijão, consultou-se diretamente na CONAB os dados relativos à produtividade da 3ª safra de feijão no estado de Goiás (Tabela 15).

<sup>37</sup> Isto é resultado de uma análise simplificada, na qual foram confrontados dados mensais de precipitação e evapotranspiração. Desse modo, fez-se uma análise agregada de todo o mês, o que não foi capaz de capturar uma eventual necessidade de irrigação em algum período do mês.

<sup>38</sup> A variação da produtividade no sequeiro a cada ciclo é facilmente explicada pelas condições climáticas. Já a variação da produtividade irrigada pode ser justificada no caso do milho pelo fato de as práticas de cultivo mudarem de uma safra para outra, já que o produtor em alguns casos está mais preocupado em realizar a rotação de culturas do que em garantir uma alta produtividade. Outro fator que poderia explicar a variação de produtividade irrigada do milho por ciclo seria a predominância do tipo de milho produzido (doce, seco...). A depender de qual tipo de milho fosse mais representativa em termos de quantidade produzida, a produtividade do milho seria maior ou menor. No caso do feijão, que é uma cultura muito sujeita a pragas, isso poderia explicar eventuais discrepâncias na produtividade irrigada.

Tabela 15: Produtividade do feijão de 3ª safra (irrigado), média do estado de Goiás, em kg/ha. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CONAB (2020)

2010	2.944
2011	2.805
2012	2.732
2013	2.917
2014	3.000
2015	2.825
2016	2.850
2017	2.900
2018	2.855
2019	2.891

Ainda que a produtividade disponibilizada pela CONAB corresponda à uma produtividade média, considerou-se que esses valores seriam relativos à irrigação visto que, segundo ANA (2018b), a 3ª safra do feijão é em grande parte irrigada, por coincidir com o período seco, tendo colheitas feitas até outubro. Associado a isso, como já mencionado, o valor de referência adotado pela ANA para a produtividade do feijão irrigado foi de 3.000 kg/ha, valor bem próximo aos verificados na Tabela 15.

#### 6.5.2. Valor da água para a produção de energia

O valor da água para a geração de energia foi calculado a partir da equação 12.

$$Valor\ da\ água(energia) = CMO \left( \frac{R\$}{MWh} \right) \times produtividade \left( \frac{MWh}{m^3} \right) \quad (12)$$

O custo marginal de operação (CMO) é, por definição, o custo por unidade de energia produzida para atender a um acréscimo de carga no setor <sup>39</sup> e, por esse motivo, é capaz de refletir o valor da água para o setor elétrico. Isto porque, se o volume de água acumulado

---

<sup>39</sup> Disponível em:<

[https://www.aneel.gov.br/busca?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=%2Fweb%2Fguest%2Fbusca&\\_101\\_assetEntryId=15047495&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=656835&\\_101\\_urlTitle=custo-marginal-de-operacao-cmo&inheritRedirect=true](https://www.aneel.gov.br/busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2Fweb%2Fguest%2Fbusca&_101_assetEntryId=15047495&_101_type=content&_101_groupId=656835&_101_urlTitle=custo-marginal-de-operacao-cmo&inheritRedirect=true)>. Acesso em: 12/11/2019.

nos reservatórios for baixo, o custo de se gerar energia aumenta devido ao acionamento de fontes mais caras de geração, como as usinas térmicas e, de maneira contrária, esse custo tende a diminuir à medida que os níveis de água nos reservatórios aumentam<sup>40</sup> Assim, o valor da água no reservatório, sob o ponto de vista do setor elétrico, representa quanto os custos térmico e de racionamento diminuiriam caso estivesse disponível uma unidade adicional de volume no reservatório (KELMAN e KELMAN, 2001).

O valor da água para a produção de energia foi então calculado, a partir da média dos CMOs verificados no subsistema Sudeste/Centro-oeste em cada um dos períodos definidos para o cálculo do valor da água para a irrigação, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16: Média dos CMOs (em R\$/MWh) em cada um dos períodos analisados. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ONS (2020).

	<b>fev-mai</b>	<b>jun-set</b>	<b>out-jan</b>
2010	19,30	98,90	92,13
2011	20,14	22,96	36,82
2012	137,96	127,00	328,68
2013	272,60	182,76	310,39
2014	1.191,74	609,70	860,01
2015	1.081,75	240,51	126,54
2016	29,78	78,41	160,13
2017	274,79	366,76	462,27
2018	204,13	578,56	170,10
2019	244,66	168,46	280,60

Para calcular o valor da água em R\$ por m<sup>3</sup>, faz-se necessário multiplicar o CMO, que para todos os efeitos já sinaliza para o seu valor – porém que é expresso em R\$/MWh – pela produtibilidade da cascata de usinas. Isto é, pela capacidade de geração por m<sup>3</sup>/s de

---

<sup>40</sup> É possível que o ONS em algumas situações opte por, mesmo havendo água acumulada no reservatório, acionar fontes térmicas de geração de energia a fim de reservar aquele volume de água. Isto porque, o planejamento hidrotérmico estabelece um balanço entre o benefício imediato – em termos de economia de uso de combustíveis nas térmicas – de usar o estoque de energia hidrelétrica e o benefício de utilizá-lo no futuro (KELMAN, 1999).

toda a cascata de usinas, estimada em 5,49 MW/m<sup>3</sup>/s (ou 1,52 KWh/m<sup>3</sup>) (Tabela 17). Considera-se o conjunto de usinas a jusante de Batalha, visto que o m<sup>3</sup>/s turbinado nesta usina segue por uma cascata de outras usinas que também gerarão energia a partir desta vazão. Isto se deve ao fato de que usinas localizadas a jusante de reservatórios turbinam além da parcela referente à vazão natural afluente à planta, ou seja, da vazão que chegaria sem os efeitos de regularização, uma parcela que é garantida pela existência do reservatório de montante (KELMAN, 1999). Por esse motivo, o cálculo do valor da água para o setor elétrico extrapola a abrangência da bacia do rio São Marcos.

Tabela 17: Produtibilidade (em MW/m<sup>3</sup>/s) de Batalha e das usinas que formam a cascata a jusante dela. Fonte: ANA, 2010a

<b>UHE</b>	<b>Produtibilidade</b>
Batalha	0,35
Serra do Facão	0,64
Emborcação	1,10
Itumbiara	0,68
Cach Dourada	0,28
São Simão	0,62
Ilha Solteira	0,39
Jupia	0,20
P. Primavera	0,17
Itaipu	1,06
Total	5,49

### 6.5.3. Água na irrigação X na geração hidrelétrica

Para o ciclo produtivo de fevereiro a maio, comparou-se o valor da água para a produção irrigada de milho e de feijão e o valor da água para a produção de energia. Observou-se que nos anos de 2014 e 2015, a geração de energia teria valorizado mais a água do que teria a produção irrigada de feijão e de milho, conforme apresentado nas Tabela 18 e Figura 17. Nos demais anos, a água teria tido maior valor para agricultura irrigada.

Tabela 18: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de fevereiro a maio (R\$/m<sup>3</sup>). Fonte: elaboração própria.

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
irrigação	feijão	1,15	1,38	2,58	3,29	1,23	1,53	4,33	1,94	1,21	1,59
	milho	0,46	1,30	0,27	0,58	0,88	0,32	1,49	1,09	1,63	1,10
energia		0,03	0,03	0,21	0,41	1,81	1,65	0,05	0,42	0,31	0,37

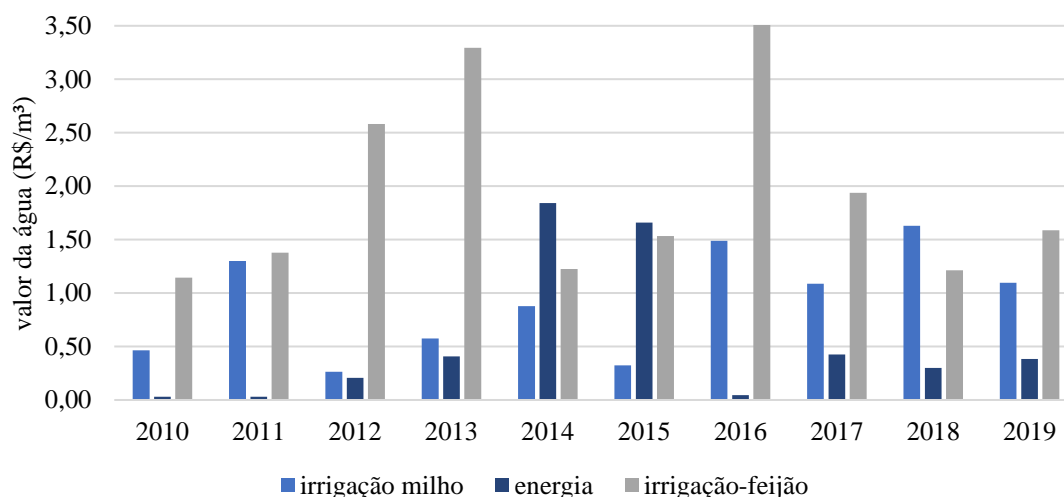


Figura 17: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de fevereiro a maio. Fonte: elaboração própria.

Analisando-se o ciclo de junho a setembro, é possível observar quando se compara o valor da água para produção de feijão e para geração de energia, que o setor elétrico valorizou mais a água do que o agrícola o fez em três anos - 2014, 2017 e 2018, como mostrado nas Tabela 19 e Figura 18. Novamente, nos demais anos, a água pareceu ter maior valor para a irrigação.

Tabela 19: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de junho a setembro. Fonte: elaboração própria.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Irrigação	1,50	0,57	1,73	1,58	0,15	0,92	3,49	0,34	-0,35	0,81
Energia	0,15	0,03	0,19	0,28	0,93	0,37	0,12	0,56	0,88	0,26

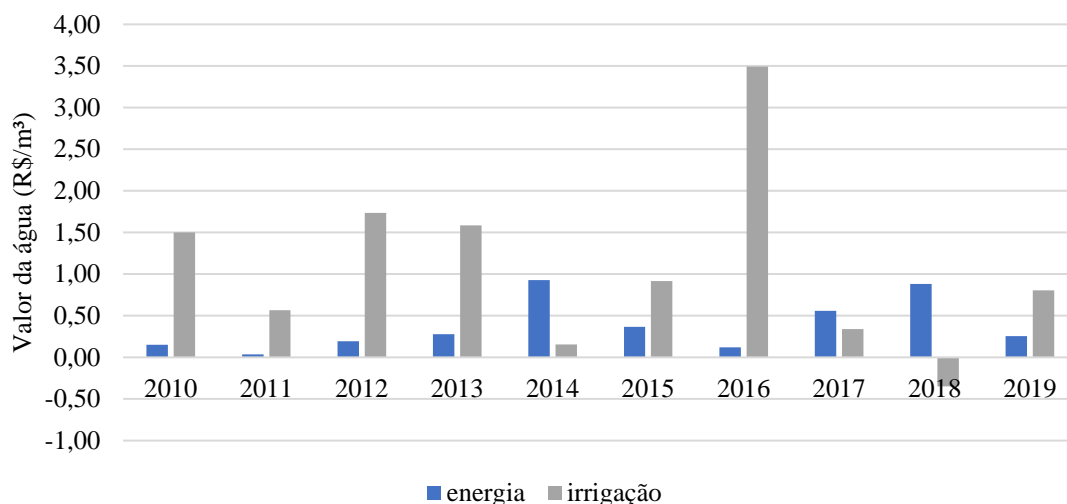


Figura 18: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de junho a setembro. Fonte: elaboração própria.

Já para o ciclo produtivo de outubro a janeiro, comparou-se o valor da água na produção das três culturas (soja, milho e feijão) e na produção de energia. Novamente, no ano de 2014, o uso da água na geração de energia na cascata de usina teria tido maior valor do que produzir soja e milho (Tabela 20 e Figura 19). Nos demais anos, a água teria tido maior valor para agricultura irrigada.

Tabela 20: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia ano a ano no período de outubro a janeiro. Fonte: elaboração própria

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
irrigação	feijão	-	0,41	1,15	-	1,45	1,86	-	-	-	-
	milho	-	1,23	0,55	-	0,91	1,63	-	-	1,33	-
	soja	-	0,42	0,70	0,54	0,45	0,71	-	-	0,57	-
energia		0,14	0,06	0,50	0,47	1,31	0,19	0,24	0,70	0,26	0,43

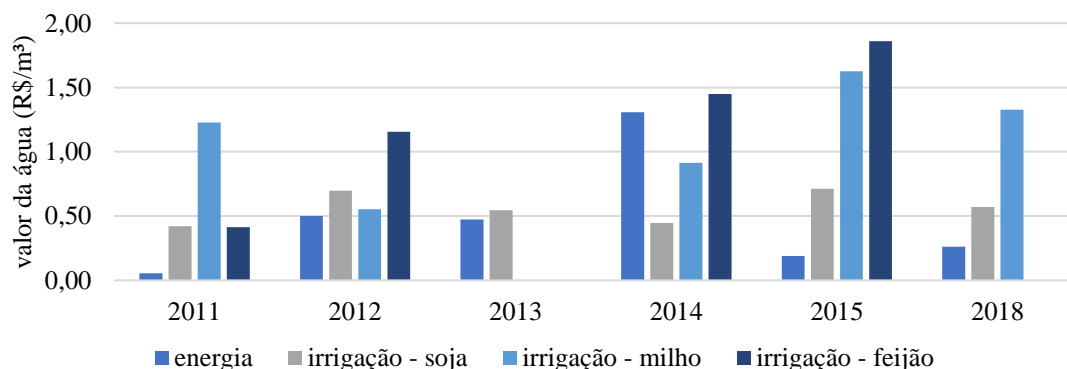


Figura 19: Comparação do valor da água para a irrigação e para a geração de energia nos anos em que houve necessidade de irrigação durante o ciclo de produtivo de outubro a janeiro. Fonte: elaboração própria.

A análise aqui apresentada confirma que, na maior parte do tempo, a água tem maior valor para a produção irrigada na bacia do São Marcos. Destaca-se o trecho “na maior parte do

tempo”, pois o valor atribuído a água pelos diferentes usuários de água é dinâmico; a depender do mercado de *commodities* agrícolas e da variação da oferta de água, por exemplo, o setor com maior disposição a pagar pelo volume de água, isto é, aquele que enxerga maior valor a partir da utilização da água pode variar. Tal variação foi evidenciada no ano de 2014, quando, como resultado do período de forte estiagem e da elevação do custo das térmicas, subitamente a água passou a agregar maior valor quando direcionada para produção de energia elétrica. Nesse período, o setor elétrico estaria valorizando a água acima do que normalmente o faz, uma vez que, a disponibilidade de água implicaria na redução dos custos de geração e no aumento da segurança energética do país.

A partir dos resultados encontrados é interessante notar dois pontos. O primeiro deles é que a alternância no valor da água entre setores se verifica mesmo que se tenha de alguma forma superestimado a produtividade na irrigação a partir da metodologia adotada nos cálculos para os períodos mais úmidos – aqueles que permitem alguma produção no sequeiro (outubro a janeiro e fevereiro a maio). O segundo é que a mesma tendência observada nesses períodos é observada no período seco, isto é, a água tendo maior valor para a irrigação na maior parte do tempo, porém em alguns anos pontuais o setor elétrico passando a valorizá-la mais. Esta observação é relevante visto que a produtividade para o período seco em específico (junho a setembro) foi contrariamente aos outros períodos, possivelmente subestimada, o que demonstra que ainda assim o setor agrícola valoriza mais a água em boa parte do tempo.

Uma vez verificada a alternância no valor da água, o mercado de água permitiria acomodá-la, realocando a água conforme a disposição a pagar de cada usuário de água, ou seja, de acordo com a sinalização do próprio mercado. Assim, ainda que na maior parte do tempo a usina cedesse temporariamente os seus direitos para viabilizar a expansão da agricultura irrigada, em alguns períodos o direito de acesso à água retornaria integralmente à Batalha, podendo a usina inclusive acessar direitos adicionais (dos irrigantes).

#### 6.5.4. Cobrança na bacia

Apesar de a água ter alto valor para a irrigação, pouco se paga por ela, já que a cobrança pelo uso do recurso hídrico, especialmente para o setor agrícola, não reflete adequadamente tal valor. Na bacia do São Marcos, apenas os usuários que captam água

dos rios de domínio federal vêm sendo cobrados pelo uso da água através dos mecanismos e valores estabelecidos pelo CBH Paranaíba<sup>41</sup> (CBH-PARANAÍBA, 2016b); por esse motivo, a maior parte dos usuários localizados na bacia não pagam pelo uso da água. Para o exercício de 2018, aplicou-se um PPU igual a R\$ 0,0152 por m<sup>3</sup> para o cálculo do valor a ser pago pela captação de água nos rios de domínio da União da bacia do rio Paranaíba; para o exercício do ano seguinte, o PPU aumentou para R\$ 0,0212 por m<sup>3</sup>. Para usos agropecuários é aplicada à fórmula de cobrança um coeficiente redutor K, que assume o valor de 0,10, ou de 0,07 nos casos em que a captação é feita em reservatório privado ou que tenha sido construído com recursos do próprio usuário.

No exercício de 2018, foram cobrados dos usuários outorgados<sup>42</sup> pela ANA na bacia do São Marcos R\$ 15.023,64 pelo uso da água, tendo sido arrecadado R\$ 13.168,50 (ANA, 2018c), o que indica ter havido uma inadimplência de 12,3%. Quando se compara para o mesmo período o quanto foi cobrado do setor elétrico pelo uso da água, através da compensação financeira pelo uso do recurso hídrico (CFURH), nota-se que o setor pagou muito mais pelo recurso, apesar de valorizá-lo menos do que o setor agrícola. No exercício de 2018, a arrecadação da CFURH referente à Batalha foi de R\$ 103.740,00; se toda cascata de usinas for considerada, a arrecadação soma R\$ 25,7 milhões<sup>43</sup>.

## 6.6. Resultados e discussões

Visando verificar os ganhos econômicos que as transações de direitos de uso teriam proporcionado para o país, caso tivessem sido promovidas na bacia desde 2014 – ano em que a usina entrou em operação – foram definidos três cenários. Para cada um deles, calculou-se o benefício econômico com o uso da água durante o período de 2014 a 2019; os ganhos econômicos foram obtidos comparando-se os benefícios gerados nos diferentes cenários.

---

<sup>41</sup> Apenas um dentre os comitês estaduais de rios afluentes ao Paranaíba – o comitê do rio Araguari (CBH-PARANAÍBA, 2019) – cobra pelo uso do recurso hídrico.

<sup>42</sup> Cobrança associada às outorgas vigentes na bacia do São Marcos para captação nos rios de domínio federal, quais sejam, resoluções números: 1468/2017 ; 402/2015 ; 1492/2017 ; 304/ 2018; 2210/2017; 452/2015; 816/2017; 212/2016; 781/2016; 1156/2017; 1044/2018; 263/2016; 318/2017; 1673/2018; 1996/2018; 65/2018; 647/2016.

<sup>43</sup> Disponível em:<

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjQ1M2Q1ZjltYzUzNC00NjA4LTk5MWUyYWUwZDI3NDVI MDgwIiwidCI6ImUwYml0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTkyN2ZjZDFiYWY4OCJ9>>. Acesso em: 15/04/2020.

Entende-se que esses ganhos econômicos decorreriam: (i) da expansão da agricultura irrigada a montante de Batalha, uma vez que essa atividade não teria mais seu crescimento restringido pela disponibilidade de água, já que seria possível acessar, via mercado e até certo limite, o volume de água que o irrigante necessita para suprir sua demanda; e (ii) da realocação da água entre setores usuários (agricultura e elétrico) a depender da alternância do valor da água, que conforme constatado no item anterior eventualmente se verificou na bacia.

Ressalta-se que os ganhos econômicos aqui estimados partem do pressuposto de que as transações de água teriam ocorrido desde 2014, o que conseqüentemente teria feito com que a agricultura irrigada crescesse a um ritmo distinto do que o verificado, e com que o estágio atual do conflito pelo uso da água na região não se concretizasse. Isto porque a expansão da agricultura estaria se dando através da compra temporária de parte do direito de Batalha e, portanto, mediante compensação financeira, e não ilegalmente como de fato se observou.

#### 6.6.1. Benefício econômico com o uso da água

Os cenários definidos para esta análise foram os seguintes:

- (i) Cenário-base: definiu-se como cenário-base aquele que corresponde aos usos de fato verificados no Alto São Marcos desde 2014, ano em que a usina entrou em operação.

Para este cenário, o volume de água consumido na irrigação em cada ciclo produtivo foi estimado a partir dos dados de evolução do consumo de água na bacia (Figura 15). Para distribuir esse consumo de água entre os três ciclos produtivos que se desenvolvem ao longo do ano, realizou-se uma ponderação com base na NIL média verificada em cada ciclo produtivo, (subitem 6.5.1). Essa ponderação fez-se necessária, uma vez que durante ciclos produtivos chuvosos, a necessidade de irrigação é bem inferior do que nos demais, e por consequência, será o consumo de água. Na Tabela 21 é apresentada, ano a ano, a distribuição do consumo de água entre os ciclos produtivos.

Tabela 21: Distribuição do consumo de água entre os ciclos produtivos. Fonte: elaboração própria.

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev - maio	11%	1%	33%	32%	21%	4%
jun - set	81%	74%	67%	68%	77%	96%
out - jan	8%	25%	0%	0%	2%	0%

Assim como feito para o cálculo do valor da água, as simulações aqui feitas consideraram apenas a produção irrigada de grãos. Primeiro devido à limitação de dados, conforme já explicado; segundo porque, em um mercado, essas culturas estariam mais aptas a participar de transações por serem culturas temporárias (de ciclo anual). Portanto, visando segregar o volume consumido na irrigação por ciclo produtivo entre os diversos grãos produzidos naquele período, adotou-se mais uma vez a distribuição espacial desenvolvida por Bof (2018) (Tabela 6). Desse modo, se de outubro a janeiro, 60% da área irrigada produzia soja, então 60% do volume consumido no ciclo de outubro a janeiro foi destinado à produção dessa cultura em específico.

Com relação à vazão que foi direcionada para a produção de energia em Batalha, utilizou-se dados de vazão turbinada relativos à usina, conforme disponibilizado por ANA (2020). Esses dados são disponibilizados em base diária e foram agregados de acordo com os períodos analisados e convertidos em volume.

Assim, os volumes consumidos por ciclo produtivo agrícola e por grão produzido ano a ano são apresentados na Tabela 22 e os volumes turbinadas em Batalha nos períodos correspondentes constam na Tabela 23.

Tabela 22: Volume consumido(m<sup>3</sup>) por cultura e por ciclo produtivo ano a ano. Fonte: elaboração própria.

<b>ciclo produtivo</b>	<b>cultura</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	feijão	20.750.191	2.370.541	64.720.169	62.900.801	42.500.472	9.137.891
	milho	8.488.714	969.767	26.476.433	25.732.146	17.386.557	3.738.228
jun-set	feijão	150.435.844	140.026.629	128.756.199	134.364.145	153.819.936	195.704.212
out-jan	feijão	2.675.123	8.598.294	0	0	860.566	0
	milho	6.687.808	21.495.736	0	0	2.151.416	0
	soja	16.050.739	51.589.767	0	0	5.163.399	0

Tabela 23: Volume turbinado(m<sup>3</sup>) por período equivalente aos ciclos produtivos analisados ano a ano. Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANA (2020).

<b>período equivalente ao ciclo agrícola</b>	<b>2014*</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	834.883.200	365.126.400	334.972.800	489.628.800	811.209.600
jun-set	-	772.588.800	454.204.800	395.020.800	829.526.400	813.628.800
out-jan	275.875.200	561.600.000	360.979.200	661.910.400	783.907.200	548.035.200

\*os dados iniciam a partir de outubro de 2014

O benefício econômico gerado por cada um dos setores usuários de água foi calculado multiplicando-se o volume consumido/turbinado por eles pelo valor da água para o respectivo setor (Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20). Os resultados obtidos para a agricultura irrigada (apenas para a produção de grãos) e para a produção de energia são apresentados nas Tabela 24 e Tabela 25 respectivamente. Como a base de dados referente à vazão turbinada em Batalha inicia em outubro de 2014, para este ano, calculou-se o benefício econômico apenas para o ciclo produtivo de outubro a janeiro.

Tabela 24: Benefício econômico gerado através do uso da água na irrigação considerando o cenário-base. Fonte: elaboração própria.

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	3.948.625	319.679.586	149.954.008	79.847.858	18.609.651
jun-set	-	128.515.334	449.957.967	45.888.676	-53.702.242	157.545.367
out-jan	17.156.864	87.729.174	0	0	5.791.974	0
total	17.156.864	220.193.134	769.637.553	195.842.683	31.937.591	176.155.018

Tabela 25: Benefício econômico gerado na produção de energia elétrica através do volume turbinado considerando o cenário-base. Fonte: elaboração própria.

<b>período equivalente ao ciclo agrícola</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	1.373.639.363	34.994.755	140.000.298	152.015.538	301.867.454
jun-set	-	282.624.106	54.171.277	220.356.822	729.957.695	208.473.308
out-jan	360.860.318	108.084.362	87.917.992	465.384.352	202.807.101	233.890.781
total	360.860.318	1.764.347.832	177.084.024	825.741.472	1.084.780.335	744.231.542

O cenário-base aponta que o benefício econômico total gerado para o país como um todo a partir da utilização da água na bacia ao longo dos anos analisados soma 6,37 bilhões de reais (Tabela 26).

Tabela 26: Benefício econômico total gerado pelo uso da água na irrigação e na produção de energia no Alto São Marcos no cenário-base. Fonte: elaboração própria.

<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>total</b>
378.017.182	1.984.540.966	946.721.577	1.021.584.155	1.116.717.926	920.386.560	6.367.968.367

- (ii) Cenário-outorga: este cenário corresponde aos usos da água na bacia em atendimento ao disposto na outorga de Batalha revisada em 2010.

Pretende-se com este cenário estimar qual teria sido o benefício econômico total gerado pelo uso de água na bacia se os limites impostos aos usos consuntivos à montante da usina tivessem sido respeitados. Portanto, supôs-se que o volume consumido na irrigação por ciclo produtivo teria sido aquele correspondente à vazão definida como limite na revisão da outorga de Batalha. Novamente, considerou-se apenas a parcela da vazão que teria sido consumida para a produção de grãos, e que o consumo se distribuiria proporcionalmente à necessidade de irrigação entre os ciclos produtivos. Já o volume destinado para a produção de energia foi estimado como sendo aquele que de fato foi turbinado (Tabela 23) somado à diferença entre o volume consumido na irrigação para produção de grãos no cenário-base e aquele consumido no cenário-outorga, isto é, a diferença entre o que foi usado na agricultura irrigada para a produzir grãos a mais do que o permitido pela outorga. Dessa forma, supôs-se que se no cenário-base a vazão turbinada em Batalha foi menor, foi porque a vazão total a que a usina teria direito não se encontrava disponível, já que parcela dela havia sido utilizada/”roubada” pela irrigação. Assim, uma vez disponibilizada essa parcela, ela seria turbinada e não armazenada, por exemplo. Partiu-se dessa suposição devido à impossibilidade de se prever qual teria sido a decisão operativa do ONS em um cenário em que os usos consuntivos teriam permanecido dentro dos limites definidos na outorga de Batalha.

Os volumes que teriam sido consumidos por ciclo produtivo agrícola e por tipo de grão produzido ano a ano são apresentados na Tabela 27 e os volumes turbinados em Batalha nos períodos correspondentes, na Tabela 28.

Tabela 27: Volume consumido(m<sup>3</sup>) por cultura e por ciclo produtivo ano a ano. Fonte: elaboração própria.

<b>ciclo produtivo</b>	<b>cultura</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	feijão	14.694.527	1.870.631	50.071.639	47.729.441	31.641.871	6.677.391
	milho	6.011.397	765.258	20.483.852	19.525.681	12.944.402	2.731.660
jun-set	feijão	106.533.170	110.497.219	99.613.985	101.956.183	114.519.918	143.008.233
out-jan	feijão	1.894.425	6.785.050	0	0	640.697	0
	milho	4.736.061	16.962.624	0	0	1.601.743	0
	soja	11.366.547	40.710.298	0	0	3.844.183	0

Tabela 28: Volume turbinado(m<sup>3</sup>) por período equivalente aos ciclos produtivos analisados ano a ano. Fonte: elaboração própria.

<b>período equivalente ao ciclo agrícola</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	835.587.618	385.767.510	356.350.625	504.929.556	814.676.667
jun-set	-	802.118.210	483.347.014	427.428.762	868.826.418	866.324.779
out-jan	283.291.837	578.825.826	360.979.200	661.910.400	785.995.958	548.035.200

Os benefícios econômicos que teriam sido gerados pela agricultura irrigada e pelo setor elétrico são apresentados nas Tabela 29 e Tabela 30 respectivamente.

Tabela 29: Benefício econômico gerado através do uso da água na irrigação considerando o cenário-outorga. Fonte: Elaboração própria.

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	3.115.923	247.324.460	113.785.848	59.447.237	13.598.753
jun-set	-	101.413.475	348.116.102	34.820.556	-39.981.660	115.124.168
out-jan	12.149.864	69.228.474	0	0	4.312.162	0
total	12.149.864	173.757.872	595.440.562	148.606.404	23.777.739	128.722.921

Tabela 30: Benefício econômico gerado na produção de energia elétrica através do volume turbinado considerando o cenário-outorga. Fonte: elaboração própria.

<b>período equivalente ao ciclo agrícola</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	1.374.798.348	17.473.512	148.935.059	156.765.979	303.157.619
jun-set	-	293.426.389	57.646.958	238.435.150	764.540.502	221.975.417
out-jan	370.561.698	111.399.609	87.917.992	465.384.352	203.347.490	233.890.781
total	370.561.698	1.779.624.346	163.038.462	852.754.561	1.124.653.971	759.023.818

O cenário-outorga aponta que o benefício total gerado pelos usos da água na bacia ao longo dos anos analisados somaria 6,13 bilhões de reais (Tabela 31).

Tabela 31: Benefício econômico total gerado pelo uso da água na irrigação e na produção de energia no Alto São Marcos no cenário-outorga. Fonte: elaboração própria.

<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>total</b>
382.711.562	1.953.382.218	758.479.024	1.001.360.965	1.148.431.710	887.746.739	6.132.112.217

- (iii) Cenário-mercado: neste cenário, simulou-se uma situação na qual a expansão da área irrigada teria sido possível por meio da compra dos direitos de uso no mercado e na qual eventualmente, esses direitos teriam retornado para o setor elétrico nas vezes em que o valor da água para este setor tivesse superado a disposição a pagar dos irrigantes pelo direito de acessar a água.

Das já mencionadas outorgas solicitadas à ANA e indeferidas pela mesma, 35 delas foram requeridas desde 2014. Caso concedidas, essas outorgas teriam resultado no aumento de 11.872 hectares de área irrigada<sup>44</sup> no Alto São Marcos. Isto levanta a hipótese de que na bacia há uma demanda reprimida por água para irrigação. É possível que tal demanda reprimida seja ainda maior, pois era de conhecimento de muitos dos usuários o fato de a ANA não mais estar emitindo outorgas na bacia, de modo que parte deles nem chegavam a solicitar outorga junto à Agência. Como esses dados se referem apenas às outorgas solicitadas junto à ANA, entende-se que a demanda reprimida seja ainda maior do que a associada a essa área irrigada não instalada; vale lembrar que segundo ANA (2010e) apenas 14% da área irrigada da bacia capta água em rios de domínio federal. É razoável então supor que essas outorgas indeferidas pela ANA correspondam a apenas 14% de uma amostra de outorgas não emitidas pelos órgãos gestores estaduais, o que apontaria para uma demanda reprimida na bacia do Alto São Marcos equivalente a 84.798 hectares de área irrigada.

Há de se pontuar que parte dos usuários cujas outorgas foram indeferidas se instalaram de maneira ilegal<sup>45</sup>. Considerando-se que em 2014 havia 82.445 hectares de área irrigada no Alto São Marcos (SNIRH, 2019) e que em 2019 esse número teria aumentado para 90.846 hectares<sup>46</sup> e, mais ainda, que durante todo esse período o consumo de água e a área irrigada equivalente estiveram acima dos limites definidos na outorga, então os 8.401 hectares instalados nesse período correspondem supostamente a áreas irrigadas sem a devida outorga. Portanto, se há uma demanda reprimida de 84.798 hectares de área irrigada e 8.401 hectares se instalaram de forma ilegal no mesmo período, então há na bacia um potencial de expansão correspondente a 76.397 hectares. Isto equivale a dizer que aproximadamente 10% da área irrigada cuja outorga foi negada em cada um dos anos analisados se instalou ilegalmente, sendo os outros 90% a área que poderia ter se instalado na região (potencial de expansão). A Tabela 32 mostra como esse potencial de expansão teria se distribuído ano a ano e qual teria sido o impacto no aumento do consumo na agricultura com relação ao cenário-base.

---

<sup>44</sup> Informação disponibilizada pela ANA via comunicação pessoal.

<sup>45</sup> Uma das condicionantes para que os irrigantes tenham acesso a financiamento é ter a outorga de direito de uso do recurso hídrico. Uma suposição é que esses irrigantes conseguem acesso ao recurso financeiro apenas com a comprovação de que solicitaram a outorga.

<sup>46</sup> Supondo que a mesma taxa de crescimento observada entre 2014 e 2017 teria se mantido entre 2017 e 2019.

Tabela 32: Aumento do consumo em função da expansão da área irrigada. Fonte: Elaboração própria.

	<b>área indeferida (ha) (domínio federal)</b>	<b>área indeferida total (ha)(total)</b>	<b>potencial expansão (ha)</b>	<b>cenário-base + potencial de expansão(ha)</b>	<b>consumo(m³/s)</b>
2014	2.775	19.821	17.858	100.303	13,04
2015	176	1.257	1.133	103.116	13,41
2016	1.156	8.258	7.440	112.236	14,59
2017	3.669	26.210	23.613	137.529	17,88
2018	4.095	29.251	26.353	165.563	21,52
2019*	-	-	-	167.243	21,74

\*Não se obteve acesso às outorgas indeferidas em 2019

Entende-se que haveria disponibilidade de água na bacia para atender ao aumento do consumo de água na irrigação, visto que a média das vazões naturais afluentes à Batalha no período analisado foi igual a 61 m³/s (ANA, 2020) e que o produtor poderia recorrer à reservação para atendimento da sua demanda em meses de vazão reduzida (junho a setembro/outubro).

Para estimar o volume de água que seria consumido na irrigação por ciclo produtivo e por grão cultivado ano a ano em um cenário de expansão da agricultura (Tabela 33), recorreu-se novamente à distribuição das culturas desenvolvida por Bof (2018) e à ponderação adotada para o consumo de água entre os ciclos produtivos (Tabela 21). Para manter a consistência com os demais cenários, considerou-se, para este cálculo, o aumento do consumo de água proporcionado somente pela expansão da área irrigada dedicada ao cultivo de grãos.

Para estimar o volume direcionado para produção de energia, considerou-se o volume turbinado em Batalha no cenário-outorga subtraído da diferença entre o volume consumido na produção de grãos nos cenários de expansão e outorga, em outras palavras, a diferença entre o que seria consumido caso a área irrigada fosse ainda maior e o que poderia ter sido consumido dentro dos limites da outorga para a produção de grãos (Tabela 34).

Tabela 33. Volume consumido(m<sup>3</sup>) por cultura e por ciclo produtivo ano a ano. Fonte: elaboração própria.

<b>ciclo produtivo</b>	<b>cultura</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	feijão	25.244.702	0	84.655.673	98.881.150	78.914.601	16.822.373
	milho	10.327.378	0	34.631.866	40.451.380	32.283.246	6.881.880
jun-set	feijão	183.020.392	171.635.968	168.416.475	0	0	360.281.083
out-jan	feijão	3.254.557	10.539.257	0	0	1.597.894	0
	milho	0	26.348.142	0	0	3.994.736	0
	soja	0	63.235.540	0	0	9.587.365	0

Observa-se que em alguns ciclos produtivos dos anos 2014,2015,2017 e 2018, o volume consumido na agricultura irrigada para a produção de certas culturas teria se tornado nulo<sup>47</sup>. Isto se deve ao fato de que nessas ocasiões o setor elétrico teria tido maior disposição a pagar pela água (ver item 6.5.3), de modo que em um cenário de mercado<sup>48</sup>, a água teria sido realocada em benefício deste setor, tendo cessado a produção dessas culturas para que se disponibilizasse água para a geração hidrelétrica.

O volume turbinado em Batalha neste cenário é apresentado na Tabela 34.

Tabela 34: Volume turbinado(m<sup>3</sup>) por período equivalente aos ciclos produtivos analisados ano a ano. Fonte: elaboração própria.

<b>período equivalente ao ciclo agrícola</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	838.223.508	337.035.463	284.273.217	438.317.983	800.381.466
jun-set	-	740.979.462	414.544.524	529.384.945	983.346.336	649.051.929
out-jan	298.034.313	543.160.859	360.979.200	661.910.400	776.902.586	548.035.200

Os benefícios econômicos que teriam sido gerados pela produção irrigada de grãos em expansão e pelo setor elétrico são apresentados nas Tabela 35 e Tabela 36 respectivamente.

<sup>47</sup> Foi desconsiderada a realocação que por ventura teria acontecido nos ciclos de fevereiro a maio e de junho a setembro de 2014, por ter sido período anterior aos dados disponibilizados com relação à operação da usina.

<sup>48</sup> O setor elétrico e os irrigantes negociariam o direito de uso da água a um preço que seria limitado aos valores da água para eles; a usina estaria disposta a pagar até o quanto a água vale para ela e os irrigantes aceitariam receber pelo menos o valor da água para eles.

Tabela 35: Benefício econômico gerado através do uso da água na irrigação considerando o cenário-mercado. Fonte: elaboração própria.

<b>ciclo produtivo</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	0	418.149.256	235.730.301	148.260.985	34.259.381
jun-set	-	157.526.136	588.556.784	0	0	290.032.672
out-jan	4.712.666	107.532.987	0	0	10.754.500	0
total	4.712.666	265.059.123	1.006.706.040	235.730.301	159.015.485	324.292.053

Tabela 36: Benefício econômico gerado na produção de energia elétrica através do volume turbinado considerando o cenário-mercado. Fonte: elaboração própria.

<b>período equivalente ao ciclo agrícola</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
fev-maio	-	1.379.135.197	15.266.172	118.810.647	136.085.018	297.838.087
jun-set	-	271.060.955	49.441.147	295.309.979	865.314.504	166.304.343
out-jan	389.845.687	104.535.604	87.917.992	465.384.352	200.994.915	233.890.781
total	389.845.687	1.754.731.755	152.625.311	879.504.977	1.202.394.438	698.033.210

O cenário-mercado aponta que se a agricultura irrigada tivesse conseguido se expandir, através do mercado, além do crescimento verificado e se tivesse ocorrido realocação da água em resposta à alternância do valor da água entre setores, o benefício total proporcionado para o país ao longo dos anos analisados somaria 7,07 bilhões de reais (Tabela 37).

Tabela 37: Benefício econômico total gerado pelo uso da água na irrigação e na produção de energia no Alto São Marcos no cenário-mercado. Fonte: elaboração própria.

<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>total</b>
394.558.354	2.019.790.878	1.159.331.351	1.115.235.279	1.361.409.923	1.022.325.263	7.072.651.048

## 6.6.2. Ganhos de mercado

Abaixo é possível comparar ano a ano o benefício econômico total gerado pelos usos da água na bacia em cada um dos cenários (Tabela 38 e Tabela 39).

Tabela 38: Comparativo entre os cenários analisados. Fonte: elaboração própria.

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>total</b>
cenário-outorga	382.711.562	1.953.382.218	758.479.024	1.001.360.965	1.148.431.710	887.746.739	6.132.112.217
cenário-base	378.017.182	1.984.540.966	946.721.577	1.021.584.155	1.116.717.926	920.386.560	6.367.968.367
cenário-mercado	394.558.354	2.019.790.878	1.159.331.351	1.115.235.279	1.361.409.923	1.022.325.263	7.073.884.277

Tabela 39: Ganhos relativos na comparação entre o cenário de mercado e os demais. Fonte: elaboração própria.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
cenários mercado>>>base	4%	2%	22%	9%	22%	11%
cenários mercado>>>outorga	3%	3%	53%	11%	19%	15%

Nota-se ter havido ganhos econômicos em quase todos os anos quando se compara o cenário-base com o cenário-outorga, à exceção dos anos de 2014 e 2018. Nesses anos, o setor elétrico teria atribuído maior valor a água e, por esse motivo, em um cenário no qual Batalha tivesse o seu direito de acesso respeitado, o benefício econômico com o uso da água teria sido maior do que em um cenário no qual menor vazão tivesse sido disponibilizada para geração de energia. Nos demais anos, como era de se esperar, o avanço da agricultura resultou em ganhos econômicos, já que na maior parte do tempo o valor da água para a agricultura irrigada é maior do que para a geração de energia. Dessa forma, quando se aloca mais água para o setor capaz de gerar maior valor, aumenta-se a renda gerada.

Quando se compara os cenários-mercado e base, percebe-se ganhos em todos os anos, sem exceções. Destaca-se que nos anos de 2016 e 2018, os ganhos econômicos foram comparativamente maiores. Em 2016, isso pode ser justificado pela alta nos preços dos grãos; já em 2018, os ganhos se devem, de um lado ao aumento acentuado do consumo de água na irrigação – resultado do atendimento da grande demanda reprimida naquele ano – e à realocação de água durante o período seco em resposta ao valor da água para a produção de energia.

Ao se comparar os cenários mais extremos, ou seja, o de máxima expansão da área irrigada (cenário – mercado) e o de atendimento aos limites impostos na outorga (cenário-outorga), observam-se ganhos relativos ainda maiores, que teriam atingido 53% em 2016 e 19% em 2018. Ainda assim, há quem defenda que se “faça valer” a outorga de Batalha, mesmo que isso implique na alocação ineficiente do recurso sob o argumento de que o desrespeito ao que foi previamente acordado implica em insegurança jurídica. De fato, a garantia da segurança jurídica é imprescindível para a redução da percepção de risco do investidor; no entanto, há de se pontuar que esse investidor quando dá seu lance no leilão, ele precifica o risco já conhecido de ter a sua garantia física reduzida em até 10%. Nesse caso, Batalha ainda não teve sua garantia física formalmente reduzida, portanto, em nada

teve sua remuneração alterada. No momento em que a garantia física da usina for alterada, ainda assim essa será reduzida no limite permitido pela regulamentação do setor elétrico.

A análise aqui conduzida mostra que através de um mercado de água seria possível à agricultura irrigada expandir, mediante a cessão temporária de parte do direito de uso da usina, e portanto mediante compensação financeira, tendo como resultado a mitigação do risco do investidor e o aumento do benefício econômico com o uso da água na bacia. Na realidade, tendo como resultado o aumento da renda do país como um todo. Isto porque, a expansão da fronteira agrícola, bem como o redirecionamento da água para geração de energia nas ocasiões em que o setor elétrico valoriza a água acima do que normalmente o faz, resulta em benefícios que extrapolam os limites da bacia.

Caso essa realocação via mercado tivesse ocorrido, o uso da água na bacia teria gerado, nos seis anos analisados, valor que superaria em 942 milhões de reais o valor gerado em um cenário no qual a outorga de Batalha tivesse sido respeitada<sup>49</sup>, o que corresponderia a um ganho médio anual de 157 milhões de reais. Este ganho anual corresponde a 9% do valor médio anual da produção agrícola do município de Cristalina (IBGE, 2020) – município com maior concentração de área irrigada da bacia – contabilizado no período entre 2014-2018. Destaca-se que apesar de a metodologia adotada para o cálculo do valor da água ter em certa medida superestimado os benefícios da irrigação, as simulações consideraram apenas os benefícios econômicos gerados na produção irrigada de grãos. Provavelmente, o ganho em se expandir a área irrigada de culturas perenes (como o café) ou mesmo de outras culturas temporárias (como o alho), via mercado, seria ainda maior, visto que tais culturas têm maior valor agregado do que os grãos. A participação de produtores de culturas perenes no mercado, no entanto, é de certa forma limitado, já que eles atuariam apenas como compradores de água. Isto impediria eventuais ganhos provenientes da realocação em benefício do setor elétrico, naquelas ocasiões em que a água tivesse maior valor para o setor. Ademais, os ganhos estimados poderiam ser ainda maiores caso fosse considerado o atendimento de uma demanda reprimida de água para irrigação ainda maior, como se imagina ser.

---

<sup>49</sup> Mesmo em um cenário em que não fossem concedidos subsídios tarifários aos irrigantes, ou seja, em um cenário onde esses pagassem a tarifa média mais alta praticada pela CELG-D, os ganhos econômicos decorrentes do mercado existiriam. Na comparação entre os cenários-mercado e outorga, o ganho estimado foi de 866 milhões de reais no período de 2014-2019.

Entende-se que desde que os custos de transação sejam inferiores aos ganhos advindos do mercado, então a introdução desse instrumento deveria, em teoria, ser cogitada. Nesse caso, acredita-se que os custos de transação seriam bastante inferiores aos potenciais ganhos de renda – da ordem de 150 milhões de reais anuais. Conclui-se, portanto, que o mercado poderia contribuir para o aumento da renda do país e para a manutenção da bacia como polo nacional de irrigação por pivô. Este trabalho se limitou a estimar os potenciais ganhos econômicos de um mercado de água no São Marcos, não contemplando a avaliação do atendimento ou não aos fatores necessários para sua introdução e funcionamento efetivo.

## 7. Considerações finais

O aumento da demanda por água e da incerteza com relação à disponibilidade hídrica vem forçando os sistemas de GRH a buscarem novos instrumentos capazes de conferir adaptabilidade frente aos cenários de escassez. Os IEs têm ganhado espaço no cenário internacional nessa nova abordagem de GRH por se mostrarem capazes de promover a gestão da demanda através dos sinais de preço que fornecem. Entende-se que se o preço da água for abaixo do seu real valor, então ela será desperdiçada; por esse motivo, os IEs atuam no sentido de precificar a água adequadamente, isto é, de incorporar o seu custo de oportunidade.

O uso de IEs no Brasil é ainda limitado. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, ainda que em teoria seja um IE, da forma como vem sendo aplicada no país, constitui instrumento arrecadatório. Os valores cobrados não refletem o custo de oportunidade da água e, por consequência, não induzem ao uso eficiente do recurso. O fato de a cobrança não cumprir com o primeiro de seus objetivos acaba por corroborar com a ineficiência também existente no processo alocativo. A outorga, instrumento através do qual se dá a alocação de água, também não costuma considerar critérios de eficiência econômica quando da distribuição dos direitos de uso da água. Como a PNRH não contempla mecanismos que permitem realocar a água entre os usuários, os usos ficam confinados à alocação inicial, que muitas vezes está associada à usos ineficientes. Em situações de escassez, essa realocação pode ocorrer com base em uma alocação negociada, mas que não necessariamente resulta naquela capaz de minimizar as perdas econômicas decorrentes da reduzida oferta.

Identifica-se neste trabalho haver oportunidades para a inserção do mercado de água como instrumento alternativo, que poderia ser acionado em situações de escassez hídrica. Como existe uma identidade formal entre a cobrança – quando essa se comporta como um IE – e o mercado de água, nos locais em que esse for introduzido, as próprias interações de mercado sinalizarão para o valor de escassez de água e serão suficientes para cumprir com os objetivos econômicos da cobrança. Esclarece-se, no entanto, que a introdução dos mercados de água no Brasil não deve ser confundida e nem implicar na suspensão da cobrança para fins arrecadatórios e de sustento do sistema de GRH. É imprescindível que a cobrança seja fortalecida, através da revisão dos valores atualmente praticados e da correta destinação dos recursos arrecadados, visto que a capacitação

institucional dos órgãos gestores, bem como a revitalização das bacias hidrográficas depende em grande medida disto.

Os mercados de água ao direcionar a água para os usuários que dela fazem o “melhor” uso, aumentam o benefício agregado com o uso da água e o bem-estar social. Em uma negociação os agentes encontrarão um preço que faz com que ambos fiquem em situação melhor do que estavam antes de negociar o direito. A possibilidade de transacionar os direitos por si só, somada à sinalização dos preços, confere incentivos para que os usuários utilizem a água de maneira eficiente. Confere também flexibilidade ao usuário para responder a variações no valor da água: se naquela ocasião outro usuário valorizar mais o seu direito do que ele próprio, a transação resultará em benefício mútuo. Associado à flexibilidade conferida pelos mercados, as transações permitem ao usuário gerenciar seu risco de não atendimento da demanda, de modo que usuários avessos ao risco podem garantir acesso ao volume de que necessitam via mercado.

O uso de mercados de água é especialmente vantajoso naquelas bacias onde os recursos já se encontram totalmente alocados, pois através deles passa a ser possível o atendimento de novas demandas. Ademais, a opção por implementar mercados de água exime o regulador de tentar encontrar qual seria o real valor da água. As próprias interações de mercado fazem com que os usuários revelem o quanto valorizam o recurso.

Ainda que o mercado de água seja um instrumento que possa trazer ganhos em situações de escassez hídrica, não se pode dizer que sua operação seja simples e, portanto, que o mercado em todos os casos alcançará os ganhos almejados sem que haja efeitos adversos. A complexidade dos mercados de água é atribuída à natureza da água, que traz dificuldades práticas à definição e garantia dos direitos de uso. Devido às alterações nos locais de uso da água e eventuais alterações nos padrões de uso, as transações podem gerar externalidades negativas, afetando a manutenção de fluxos de retorno para usuários de jusante e das vazões ecológicas ou ainda a atividade econômica dos locais onde há venda permanente da água.

Os custos que envolvem o aparato regulatório e administrativo necessário à operacionalização do mercado, o que inclui o custeio do registro, monitoramento das transações e até a prevenção e mitigação das referidas externalidades, por vezes impedem que os mercados sejam mais ativos e, por conseguinte, que atinjam suas potencialidades. Mas talvez o fator que atue como principal barreira à maior disseminação dos mercados seja a resistência social. Essa é motivada pelas possíveis externalidades negativas

associadas ao instrumento e, sobretudo pelas incertezas que permeiam os efeitos sociais de seu funcionamento. De fato, o objetivo dos mercados de água é alocar eficientemente a água, não garantindo que se terá como resultado uma alocação equitativa. Essa resistência social é especialmente forte no Brasil, onde muitos se utilizam de maneira errônea do argumento de que o mercado estaria privatizando a água, para se opor a ele.

O funcionamento de um mercado de água efetivo no Brasil encontraria também outros obstáculos. O primeiro deles seria a dificuldade de constituir capacidade regulatória dado um cenário no qual muitos dos entes subnacionais enfrentam dificuldades para monitorar os usos da água nas bacias por eles geridas. Os mercados são dependentes de instituições que garantam direitos de uso bem definidos e seguros, bem como assegurem o cumprimento dos contratos e a proteção contra externalidades.

O segundo possível obstáculo seria a baixa integração de informações com relação aos usos da água entre órgãos estaduais e ANA; e a pouca publicidade dada para informações relativas aos usos outorgados por alguns dos órgãos estaduais. As informações sobre usos da água no país são ainda pouco sistematizadas, apesar dos esforços empreendidos pela ANA para superar essa fragilidade. Vale lembrar que o conflito pelo uso da água no São Marcos – estudo de caso deste trabalho – foi em parte provocado pela baixa coordenação das informações sobre os usos da água de domínio federal e estadual – reflexo da complexidade trazida pela dupla dominalidade dos recursos hídricos. Há um longo caminho a ser percorrido no que tange à organização e manutenção de uma base de dados sólida sobre recursos hídricos no país, até que seja possível atender aos requisitos informacionais dos mercados de água. Esses são intensivos em informações relativas às transações já realizadas e demanda dados que irão subsidiar novas transações, como disponibilidade hídrica, usuários dispostos a vender seus direitos ou a comprá-los.

A introdução dos mercados de água tem sido discutida no Congresso através do PL 495/2017, que propõe adicioná-lo aos instrumentos de GRH existentes na PNRH. Como pontos fortes da proposta destacam-se a preocupação revelada com a manutenção das vazões ecológicas nos cursos d'água e a proteção de terceiros, bem como a suspensão das prioridades de uso quando da implantação do mercado, para fins de desburocratização das transações. Já dentre os pontos de discordância, entende-se que a criação dos mercados não deveria ser vinculada necessariamente ao conteúdo mínimo dos planos de recursos hídricos, bem como as transações não deveriam se restringir aos limites da bacia. Tal restrição seria aceita em uma primeira fase de implementação dos mercados.

Ademais, entende-se que não deveria ser imposta uma taxa fixa às transações para custeio administrativo; custos adicionais deveriam ser diretamente cobrados do usuário em negociação ou embutidos na cobrança. O PL atribui funções operacionais aos comitês de bacia, o que não condiz com o caráter das atribuições originalmente conferidas a esses órgãos. Ainda que a proposta legislativa ainda possa ser aprimorada, ela tem grande mérito e vai ao encontro do crescente interesse mundial pelo uso dos mercados de água como ferramenta de GRH.

Selecionou-se a bacia do rio São Marcos como estudo de caso para simular o funcionamento de um mercado e verificar quais teriam sido os ganhos econômicos associados. A análise conduzida confirmou a vocação agrícola da região, demonstrando que, na maior parte do tempo, a água tem maior valor para a agricultura irrigada, ainda que ao longo do período de 2010 a 2019 tenha-se verificado alternância no setor que estaria mais disposto a pagar pela água. Tal alternância foi verificada nos anos de 2014, 2015, 2017 e 2018 em alguns ciclos produtivos e para algumas culturas em específico. A metodologia empregada para estimar o valor da água para irrigação acabou por superestimar o cálculo das produtividades da agricultura irrigada. Ainda, foi necessário, em alguns casos, ajustar esses valores, a fim de neutralizar a simplificação feita no que tange aos efeitos da umidade do solo. Recomenda-se que estudos futuros utilizem, a depender da disponibilidade, dados relativos à produtividade no sequeiro, bem como considerem os efeitos da umidade do solo na estimativa do déficit hídrico e, conseqüentemente, no cálculo da diferença entre as produtividades alcançadas na irrigação e na modalidade de sequeiro. Ademais, sugere-se que o valor da água para irrigação no ciclo de outubro a janeiro (período chuvoso) seja refeito, para fins comparativos, a partir de dados reais de consumo de água. Isto porque, a análise feita neste trabalho considerou uma necessidade líquida de irrigação por ciclo produtivo, o que significa que mesmo naqueles ciclos em que esta necessidade foi nula, pode ter havido demanda por irrigação em algum período do ciclo.

Diante da verificada alternância no valor da água na bacia, do valor gerado pela produção agrícola local e da existência de uma demanda reprimida por água para irrigação, considera-se que o mercado de água possibilitaria a expansão da agricultura irrigada e, ao mesmo tempo, a realocação de água em resposta às eventuais alternâncias no valor da água.

Estima-se que de 2014 a 2019, o benefício econômico com o real uso da água na bacia do São Marcos foi de 6,37 bilhões de reais. Se a expansão da agricultura tivesse sido contida e os limites impostos na outorga de Batalha tivessem sido respeitados, o benefício total gerado no mesmo período teria sido pouco inferior, igual a 6,13 bilhões de reais. Já em um cenário no qual a demanda reprimida por água na bacia tivesse sido atendida através do mercado e que tivesse ocorrido a realocação entre setores em resposta à alternância no valor da água, o benefício econômico gerado para o país teria totalizado 7,07 bilhões de reais. Se comparado com o cenário no qual os usos consuntivos seriam reprimidos até os limites definidos na outorga da usina, os ganhos econômicos totalizariam 942 milhões de reais em seis anos, ou 157 milhões anuais. Infere-se que os custos de transação de se implementar um mercado de água na bacia seriam inferiores aos ganhos econômicos potenciais e conclui-se que tal instrumento poderia proporcionar a alocação eficiente da água na bacia e o aumento de renda em escala que extrapolaria os limites da mesma.

O presente trabalho não teve por objetivo propor um arranjo com vistas a solucionar a estágio atual do conflito entre irrigantes e setor elétrico na bacia, mas sim demonstrar a capacidade dos mercados de alocar eficientemente o recurso, e de conseqüentemente proporcionar ganhos de renda. Os resultados encontrados mostram que caso os mercados de água tivessem sido introduzidos juntamente com a operação da usina, teriam sido capazes de compatibilizar a demanda por água da bacia, o que, em teoria, deveria ser suficiente para sanar o conflito existente na região. Assim, caso a transação de água encontrasse amparo legal, essa deveria ser uma solução cogitada para solucionar o atual estágio do conflito. Caberia verificar se as condicionantes para o funcionamento de um mercado de água efetivo seriam atendidas, para que de fato se pudesse pensar nesta solução para a região. Isto porque de nada adiantaria introduzir um mercado sem, por exemplo, a devida capacidade institucional dos órgãos gestores para fiscalizar os usos da água e os contratos; isto faria com que o instrumento não funcionasse adequadamente e não atingisse os resultados esperados.

Como desenvolvimento futuro, sugere-se estudar um arranjo de governança robusta em que se identifique quais seriam as etapas necessárias para a implantação prática de um mercado de água no São Marcos. Isto inclui examinar dois pontos-chaves. O primeiro deles é a questão da irregularidade dos usos na bacia. Como reprimir grandes usuários como são muitos dos irrigantes já instalados na bacia é uma das perguntas que se levanta.

Talvez caiba se pensar em uma solução alternativa, como uma repactuação na bacia, que realoque direitos de uso e reconheça os atuais usos como legítimos. O segundo ponto é estudar de que forma a possibilidade de compra e venda de água pelo setor elétrico seria integrado no sistema interligado, isto é, como a dinâmica do mercado de água seria introduzida nas tomadas de decisões de despacho energético no âmbito do SIN.

Como comentário final, nota-se que muitas das barreiras à inserção dos mercados no Brasil, notadamente a baixa integração de dados e a baixa capacidade institucional, necessitam ser endereçadas antes mesmo de se cogitar a introdução dos mercados. Isto é, essas fragilidades precisam ser superadas para o próprio fortalecimento do sistema de GRH com seus instrumentos atualmente vigentes. Conflitos como o que se desenvolveu no São Marcos poderiam ser evitados caso houvesse maior conhecimento da real disponibilidade de água, dos usos já outorgados pelos diversos órgãos gestores e maior fiscalização dos usos.

## 8. Referências Bibliográficas

ADLER, J. H, 2008. Water marketing as an adaptive response to the threat of climate change. *Hamline L. Rev.*, v. 31, p. 729.

AGROLINK, 2020, Cotações. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/cotacoes/historico/go>>. Acesso em: 15/03/2020.

ANA, 2005, Resolução nº 364, de 29 de agosto de 2005. Disponível em: <[arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2005/364-2005.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2005/364-2005.pdf)>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2008a, Resolução nº 489, de 19 de agosto de 2008. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2008/489-2008.pdf>>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2008b, Nota Técnica nº 215/2008 GEREG/SOF/ANA, de 18 de julho de 2008.

\_\_\_\_, 2010a, Nota Técnica nº 103/GEREG/SOF-ANA, de 30 de agosto de 2010.

\_\_\_\_, 2010b, Resolução nº 562, de 25 de outubro de 2010. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/marcos-regulatorios/562-2010.pdf/view>>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2010c, Resolução nº 564, de 25 de outubro de 2010. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2010/564-2010.pdf>>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2010d, Nota Técnica nº 104 /2010/GEREG/SOF-ANA, de 30 de agosto de 2010.

\_\_\_\_, 2010e, Nota Técnica nº 023/2010/GEREG/SOF-ANA, de 05 de março de 2010.

\_\_\_\_, 2013a, Portaria nº 62, de 26 de março de 2013. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131031 Portaria%20062.2013.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131031_Portaria%20062.2013.pdf)>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2013b, *Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas*. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/manual-de-outorga.pdf>>. Acesso em: 05/10/2018.

\_\_\_\_, 2014, *Subsídios para a discussão da compatibilização da geração de energia hidrelétrica com expansão da agricultura irrigada na bacia do rio São Marcos*. Disponível em: <<https://www.cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWwiYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL1BSSF9QOVJBTkFJQkEvUkVWSVNBT19QUkhfUEFSQU5BSUJBL1Vzb3NNdWx0aXBsb3NkYUFnZW50YUJhY2lhZG9SaW9TYW9NYXJjb3MucGRm>>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2015, *Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba*. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/PRHDaBaciaHidrograficaDoRioParanaiba.pdf>>. Acesso em: 10/10/2020.

\_\_\_\_, 2016a, *Background Report OECD/Brazil Policy dialogue setting and governing economic instruments for water policy*. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/arquivos-cobranca/documentos-relacionados/nota-informativa-no-5-2018-cscob-sas>>. Acesso em: 30/01/2020.

\_\_\_\_, 2016b, Apresentação da ANA intitulada “Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos Priorização de Usos da água” de agosto de 2016. Disponível em: <<https://www.cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWliYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL1BSSF9QOVJBTkFJQkEvUkVWSVNBT19OUkhfUEFSQU5BSUJBL0NvbN1bHRhc19QdWJsaWNhc18xN18xN18yM18yNC4wOC4xNi9BTkEucGRm.>>. Acesso em: 17/10/2018.

\_\_\_\_, 2017a, *Conjuntura Recursos Hídricos Brasil 2017*. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017\\_rel-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf)>. Acesso em: 03/02/2020.

\_\_\_\_, 2017b, Nota Técnica nº 41/2017/SPR, de 13 de junho de 2017. Disponível em: <<http://cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWliYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL0dUX1NBT19NQVJDT1NfMjAxNy80X1JFVU5JQU9fMjcuMDQuMTcvTm90YV9UZWNuaWNhLnBkZg==>>. Acesso em: 18/09/2018.

\_\_\_\_, 2018a, Parecer Técnico PL nº1/2018/SER, de 20 de março de 2018.

\_\_\_\_, 2018b, *Atlas Irrigação Uso da água na agricultura irrigada*. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrigada.pdf>>. Acesso em: 12/11/2019.

\_\_\_\_, 2018c, Arrecadação Por Usuários - Exercício de 2018 referente à Cobrança de 2017. Disponível em: <[https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-saf/coarc/paranaiba-por-usuario\\_2018-12-31.pdf](https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-saf/coarc/paranaiba-por-usuario_2018-12-31.pdf)>. Acesso em: 15/04/2020.

\_\_\_\_, 2019a, *Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017)*. Disponível em: <[https://www.ana.gov.br/noticias/ana-e-embrapa-identificam-forte-tendencia-de-crescimento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais-no-brasil/ana\\_levantamento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais\\_2019.pdf](https://www.ana.gov.br/noticias/ana-e-embrapa-identificam-forte-tendencia-de-crescimento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais-no-brasil/ana_levantamento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais_2019.pdf)>. Acesso em: 24/08/2019.

\_\_\_\_, 2019b, *Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos 2019*. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 03/02/2020.

\_\_\_\_, 2020, Sistema de Acompanhamento de Reservatórios. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin?dropDownListEstados=&dropDownListReservatorios=19143&dataInicial=01%2F10%2F2014&dataFinal=18%2F02%2F2020&button=Buscar>>. Acesso em: 18/02/2020.

ANEEL, 2019, Relatórios ANEEL de consumo e receita de distribuição. Disponível em: <<http://relatorios.aneel.gov.br/layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPRegiaoEmp.xlsx&Source=http%3A%2F%2Frelatorios%2Eaneel%2Egov%2Ebr%2FRelat>>

[oriosSAS%2FForms%2FAllItems%2Easpx&DefaultItemOpen=1:>.](#) Acesso em: 06/09/2019.

BANCO MUNDIAL, 2018, *Diálogos para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil*, Volume III – Tema 2: Órgãos Gestores nos Níveis Federal (ANA) e Estadual. Banco Mundial, Brasília, DF.

BAUER, C. J., 1997, Bringing water markets down to earth: The political economy of water rights in Chile, 1976–1995, *World development*, v. 25, n. 5, p. 639-656.

\_\_\_\_\_, 2012, The experience of water markets and the market model in Chile. In: MAESTU, J. (Ed.), *Water Trading and Global Water Scarcity: International Experiences*, Routledge, p. 150-163.

BENNETT, J., 2015, *Doing Better with Less: Lessons for California From Australia's Water Reforms*. Reason Foundation, Los Angeles, CA.

BJORNLUND, H., 2007, Do markets promote more efficient and higher value water use? Tracing evidence over time in an Australian water market, *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, v. 103, p. 477-487.

BJORNLUND, H., MCKAY, J., 2002, Aspects of water markets for developing countries: experiences from Australia, Chile, and the US, *Environment and Development Economics*, v. 7, n. 4, p. 769-795.

BJORNLUND, H., WHEELER, S., A., ROSSINI, P., 2012, Water markets and their environmental, social and economic impacts in Australia. In: MAESTU, J. (Ed.), *Water Trading and Global Water Scarcity*, chapter 5, Routledge, p. 88-113.

BOF, P.H., 2018, *Uma proposta de instrumento de alocação negociada na bacia do rio São Marcos baseada no valor econômico da água*. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRASIL, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 10/02/2020.

\_\_\_\_\_, 1997. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 13/02/2020.

\_\_\_\_\_, 1999. Projeto de Lei nº 1616, de 1999. Brasília, DF: Poder Executivo. Disponível em: <<http://imagem.camara.gov.br/Imagem/d/pdf/D14OUT1999.pdf#page=130>>. Acesso em: 10/02/2020.

\_\_\_\_\_, 2017. Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg->

[getter/documento?dm=7334551&ts=1571775770362&disposition=inline>](#). Acesso em: 10/02/2020.

BREVIGLIERI, G. V.; DO SOL OSÓRIO, G. I.; PUPPIM DE OLIVEIRA, J. A., 2018, Understanding the emergence of water market institutions: learning from functioning water markets in three countries. *Water Policy*, v. 20, n. 6, p. 1075-1091.

BREWER, J., FLEISHMANN, M. A., GLENNON, R., *et al.*, 2008, Law and the New Institutional Economics: Water Markets and Legal Change in California, 1987-2005, *Wash. UJL & Pol'y*, v. 26, p. 183-213.

BREWER, J., GLENNON, R., KER, A., *et al.*, 2007, Water markets in the west: prices, trading, and contractual forms. *National Bureau of Economic Research*.

BRISCOE, J., ANGUITA, P., PEÑA, H., 1998, Managing water as an economic resource: reflections on the Chilean experience, *Environmental Economics Series*, paper nº 62.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T.; COSTA, A. M., 2002. Alocação e realocação do Direito de Uso da Água: uma proposta de modelo de mercado limitado no espaço. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.7, n.2 abril/junho, p.- 5-16.

CANTIN, B., SHRUBSOLE, D., AÏT-OUYAHIA, M., 2005. Using economic instruments for water demand management: Introduction. *Canadian Water Resources Journal*, v. 30, n. 1, p. 1-10.

CBH-PARANAÍBA, 2015, Relatório do Grupo de Trabalho do rio São Marcos, de 01 de julho de 2015. Disponível em: <<https://www.cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWliYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL1BSSF9QQVJBTKFJQkEvUkVWSVNBT19QUkhfUEFSQU5BSUJBL1JlbGF0b3Jpb19HVf9TYW9fTWfYy29zLnBkZg==>>. Acesso em: 25/09/2018.

\_\_\_\_\_, 2016a, Deliberação nº70/2016, de 15 de dezembro de 2016. Disponível em:<<http://cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWliYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL0RlbGliZXJhY29lcY9EZWxpYmVvYWNhb183MF8yMDE2X0RlZmluZV9QcmIvcmlkYWWRlX09ldG9yZ2FfQmFjaWFfU2FvX01hcmNvcy5wZGY=>>>. Acesso em: 25/09/2018

\_\_\_\_\_, 2016b, Deliberação nº61/2016, de 10 de março de 2016. Disponível em:<[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Cobranca/Deliberacao\\_CBH\\_Paranaiba\\_n\\_61\\_16.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Cobranca/Deliberacao_CBH_Paranaiba_n_61_16.pdf)>. Acesso em: 06/04/2020

\_\_\_\_\_, 2018, Deliberação nº88/2018, de 27 de março de 2018. Disponível em:<<http://cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWliYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL0RlbGliZXJhY29lcY9EZWxpYmVvYWNhb184OF8yMDE4X0RpcmV0cmI6ZXNfcGFyYV9SZWd1bGFjYW9fZGVfVXNvc19CYWNpYV9TTS5wZGY=>>>. Acesso em: 19/09/2018.

\_\_\_\_\_, 2019, Deliberação nº 107/2019, de 10 de setembro de 2019. Disponível em: <http://cbhparanaiba.org.br/download.php?file=aHR0cDovL2NiaHBhcmFuYWliYS5vcmcuYnIvdXBsb2Fkcy9kb2N1bWVudG9zL0RlbGliZXJhY29lc9EZWxpYmVyYW5jZWl1YV9HZXN0YW9fUmVjdXJzb3NfSGlkcmliY3NfQmFjaWFfUGFyYW5haWJhLnBkZg==>. Acesso em: 15/04/2020.

CONAB, 2019, Planilhas de custos de produção – Séries Históricas. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/414-planilhas-de-custos-de-producao-series-historicas>. Acesso em: 03/11/2019.

\_\_\_\_\_, 2020, Portal de Informações Agropecuárias- Grãos – Séries Históricas. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>. Acesso em: 04/03/2020.

CULP, P. W., GLENNON, R. J., LIBECAP, G., 2014, *Shopping for water: How the market can mitigate water shortages in the American West*. Island Press.

DA SILVA, U. P. Á., DA COSTA, A. M., LIMA, G. P. B., *et al.*, 2006, A experiência de alocação negociada de água nos vales do Jaguaribe e Banabuiú. *VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, Gravatá/PE.

DE BRITO, P. L.C., DE AZEVEDO, J. P. S., 2020, Charging for Water Use in Brazil: State of the Art and Challenges, *Water Resources Management*, v. 34, n. 3, p. 1213-1229.

DONOHEW, Z., 2009, Property rights and western United States water markets, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, v. 53, n. 1, p. 85-103.

DOORENBOS, J., KASSAM A. H., BENTVELSEN, C., *et al.*, 1979, Yield Response to Water. In: JOHL, S.S.(Ed.), *Irrigation and Agricultural Development: Based on an International Expert Consultation, Baghdad, Iraq, 24 February-1 March 1979*, p. 257-280

EASTER, K. W., 1994, Water markets: opportunities and concerns: seminar report. In: MOIGNE, G. L., EASTER, K. W., OCHS, W.J., GILTNER, S. (Eds), *Water Policy and Water Markets: Selected Papers and Proceedings from the World Bank's Ninth Annual Irrigation and Drainage Seminar held in Annapolis, Maryland, December 8-10, 1992*, The World Bank, Washington, p.113-115.

EASTER, K. W., ROSEGRANT, M. W., DINAR, A., 1998a, The future of water markets: A realistic perspective. In:\_\_\_\_\_, *Markets for Water Potential and Performance*, chapter 17, Springer, Boston, MA, p. 277-283

EASTER, K. W., DINAR, A., ROSEGRANT, M. W., 1998b, Water markets: transaction costs and institutional options. In:\_\_\_\_\_, *Markets for Water Potential and Performance*, chapter 1, Springer, Boston, MA, p. 1-18.

EASTER, K. W., HUANG, Q., 2014a, The New Role for Water Markets in the Twenty-First Century. In: \_\_\_\_\_, *Water Markets for the 21st Century*, chapter 17, Springer, Dordrecht, 331-336.

EASTER, K. W., HUANG, Q., 2014b, Water markets: How do we expand their use?. In: \_\_\_\_\_, *Water markets for the 21st century*, chapter 1, Springer, Dordrecht, p. 1-9.

ENDO, T., KAKINUMA, K., YOSHIKAWA, S., *et al.*, 2018. Are water markets globally applicable?. *Environmental Research Letters*, v. 13, n. 3, 034032.

GARRICK, D. E., HERNÁNDEZ-MORA, N., O'DONNELL, E., 2018, Water markets in federal countries: comparing coordination institutions in Australia, Spain and the Western USA, *Regional environmental change*, v. 18, n. 6, p. 1593-1606.

GOEMANS, C.; PRITCHETT, J., 2014, Western water markets: Effectiveness and efficiency. In: EASTER, K. W.; HUANG, Q (Eds.), *Water markets for the 21st century*, chapter 16, Springer, Dordrecht, p. 305-330.

GRAFTON, R. Q., PETERSON, D., 2007, Water trading and pricing. In: HUSSEY, K.; DOVERS, S. (Eds.), *Managing Water for Australia; The social and institutional challenges*, chapter 6, Collingwood, Australia: CSIRO Publishing. p. 73-84.

GRAFTON, R.Q., LANDRY, C., LIBECAP, G.D., *et al.*, 2010a, Water markets: Australia's Murray-Darling basin and the US Southwest. *National Bureau of Economic Research*.

GRAFTON, R.Q., LANDRY, C., LIBECAP, G.D., *et al.*, 2010b, An integrated assessment of water markets: Australia, Chile, China, South Africa and the USA, *National Bureau of Economic Research*.

GRAFTON, R. Q., LIBECAP, G., MCGLENNON, S., *et al.*, 2011. An integrated assessment of water markets: a cross-country comparison. *Review of Environmental Economics and Policy*, v. 5, n. 2, p. 219-239.

GRAFTON, R. Q., LIBECAP, G.D., EDWARDS E.C., *et al.*, 2012, Comparative assessment of water markets: insights from the Murray–Darling Basin of Australia and the Western USA, *Water Policy*, v. 14, n. 2, p. 175-193.

GRAFTON, R. Q., HORNE, J., WHEELER, S. A., 2015, On the marketisation of water: evidence from the Murray-Darling Basin, Australia, *Water Resources Management*, v. 30, n. 3, p. 913-926.

GRAFTON, R. Q., WILLIAMS, J., PERRY, C. J., *et al.*, 2018, The paradox of irrigation efficiency, *Science*, v. 361, n. 6404, p. 748-750.

GRIMBLE, R. J, 1999. Economic instruments for improving water use efficiency: theory and practice. *Agricultural Water Management*, v. 40, n. 1, p. 77-82.

GVces e ANA, 2018. *Instrumentos Econômicos aplicados à Gestão de Recursos Hídricos: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil*.

Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas e Agência Nacional de Águas. São Paulo e Brasília.

HEARNE, R., DONOSO, G., 2014, Water markets in Chile: are they meeting needs?. In: EASTER, K. W.; HUANG, Q (Eds.), *Water markets for the 21st century*, chapter 6, Springer, Dordrecht. p. 103-126.

HORBULYK, T. M.; ADAMOWICZ, W, L., 1997. *The Role of Economic Instruments to Resolve Water Quantity Problems*. In: Project Report 97-02, Department of Rural Economy, Edmonton, Canada.

HORNE, J., GRAFTON, R. Q., 2019, The Australian water markets story: Incremental transformation. In: LUETJENS, J. C., MINTROM, M., T HART, P. (Eds.). *Successful Public Policy: Lessons from Australia and New Zealand*, chapter 7, ANU Press, p. 165-190.

HOWE, C. W., 1999, Protecting public values in a water market setting: improving water markets to increase economic efficiency and equity, *U. Denv. Water L. Rev.*, v. 3, p. 357-372.

HOWE, C. W., SCHURMEIER, D. R., SHAW JR, W. D., 1986, Innovative approaches to water allocation: the potential for water markets, *Water resources research*, v. 22, n. 4, p. 439-445.

HUFFMAN, J. L., 2004, Water marketing in western prior appropriation states: A model for the East, *Ga. St. UL Rev.*, v. 21, 429-448.

IBGE, 2020, Sistema IBGE de Recuperação Automática – Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 13/01/2020.

JOHANSSON, R. C., TSUR, Y., ROE, T. L., *et al.*, 2002, Pricing irrigation water: a review of theory and practice, *Water policy*, v. 4, n. 2, p. 173-199.

KELMAN, R., 1999, *Esquemas Competitivos em sistemas hidrotérmicos: eficiência econômica e comportamento estratégico*, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

KELMAN, J., 2009, *Desafios do regulador*. Centro de Estudos Econômicos do Setor Energético.

KELMAN, J., 2017, Prefácio. In: PURVIN, G. (Coord.), *Direito Ambiental, Recursos Hídricos e Saneamento / Estudos em comemoração aos 20 anos da Política Nacional de recursos Hídricos e aos 10 anos da Política Nacional de Saneamento*, p.13-18, Ed. Letras Jurídicas, São Paulo.

KELMAN, J., KELMAN, R., 2001, Alocação de água para produção econômica em região semi-árida. In: MAGRINI, A.; SANTOS, M. A. (Orgs.), *Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas*, Capítulo 4, Rio de Janeiro, Brasil, Editora da COPPE/UFRJ e Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais.

KELMAN, J., RAMOS, M., 2004, Custo, valor e preço da água na agricultura. In: THAME, A.C. M. (Orgs.), *A Cobrança pelo uso da água na agricultura*, Capítulo II, Embu, São Paulo:IQUAL Editora.

KEOHANE, M. N. O., OLMSTEAD, S. M., 2016, *Markets and the Environment*. Island Press.

LIBECAP, G. D., 2010, Water rights and markets in the US Semi Arid West: efficiency and equity issues, *ICER Working Paper Series*, Working Paper No. 30/2010.

LIBECAP, G. D., 2018, Policy Note: Water Markets as Adaptation to Climate Change in the Western United States, *Water Economics and Policy*, v. 4, n. 03, 1871003.

LIVINGSTON, M. L., 1998, Institutional requisites for efficient water markets. In: EASTER, K. W.; ROSEGRANT, M. W.; DINAR, A (Eds.), *Markets for Water Potential and Performance*, chapter 2, Springer, Boston, MA, p. 19-33.

MARSTON, L., CAI, X., 2016, An overview of water reallocation and the barriers to its implementation, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, v. 3, n. 5, p. 658-677.

MATTHEWS, O. P., 2004, Fundamental questions about water rights and market reallocation, *Water Resources Research*, v. 40, n. 9.

MCKINNEY, D. C., 2003, *Economic Analysis of Water Resources*. In: Lecture Notes CE 385D: Water Resources Planning and Management.

MME, 2006, Contrato de Concessão nº 002/2006 – MME – UHE Batalha. Disponível em:

<https://www.aneel.gov.br/documents/10184//15031217//Contrato+de+Concess%C3%A3o+n%C2%B0+002-2006-MME-UHE+Batalha.pdf> >. Acesso em: 26/02/2020.

NUSDEO, A. M., 2006, O uso de instrumentos econômicos nas normas de proteção ambiental, *Revista da Faculdade de Direito (USP)*, v. 101, p. 357-379.

OECD, 2015, *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*. OECD Publishing, Paris.

\_\_\_\_\_, 2017, *Water Charges in Brazil The Ways Forward*. OECD Publishing, Paris.

OLIVEIRA, C. M., 2008, *Modelos de alocação e realocação de água: um estudo de caso do Programa “Águas do Vale” nos rios Jaguaribe e Banabuiú*, Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Ambiental) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ONS, 2000, *Submódulo 7.7 - Metodologia de cálculo da energia e da potência asseguradas de usinas despachadas centralizadamente*. Disponível em: <[http://www.ons.org.br/%2FProcedimentosDeRede%2FM%C3%B3dulo%207%2FSubm%C3%B3dulo%207.7%2FSubm%C3%B3dulo%207.7\\_Rev\\_0.3.pdf](http://www.ons.org.br/%2FProcedimentosDeRede%2FM%C3%B3dulo%207%2FSubm%C3%B3dulo%207.7%2FSubm%C3%B3dulo%207.7_Rev_0.3.pdf)>. Acesso em: 13/03/2020.

\_\_\_\_\_, 2019, Portal SINTEGRE. Séries Históricas de vazões naturais.

\_\_\_\_\_, 2020, Resultados da operação – Histórico da Operação – Custo Marginal de Operação (CMO). Disponível em: < <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/cmo.aspx> >. Acesso em: 23/04/2020.

PETTERINI, F. C., 2018, The possibility of a water market in Brazil, *Economía*, v. 19, n. 2, p. 187-200.

ROBERTS, J., MILGROM, P., 1992, *Economics, organization and management*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

ROSEGRANT, M.W., BINSWANGER, H. P., 1994, Markets in tradable water rights: potential for efficiency gains in developing country water resource allocation, *World development*, v. 22, n. 11, p. 1613-1625.

ROSEGRANT, M. W., GAZMURI, S. R., 1995, Reforming water allocation policy through markets in tradable water rights: lessons from Chile, Mexico, and California, *Cuadernos de Economía*, p. 291-315.

SCHOTTER, A., 2008, *Microeconomics: a modern approach*. Cengage Learning.

SCOTT, C. A., VICUÑA, S., BLANCO-GUTIÉRREZ, I., *et al.*, 2014. Irrigation efficiency and water-policy implications for river basin resilience. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 18, n. 4, p. 1339-1348.

SIMPSON, L. D., 1994, Conditions for successful water marketing. In: LE MOIGNE, G.; EASTER, K. W.; OCHS, W. J.; GILTNER, S. (Eds.), *Water Policy and Water Markets: Selected Papers and Proceedings from the World Bank's Ninth Annual Irrigation and Drainage Seminar held in Annapolis, Maryland, December 8-10, 1992*, The World Bank, Washington, p.97-101.

SMITH, M., STEDUTO, P., 2012, Yield response to water: the original FAO water production function, *FAO Irrigation and Drainage Paper*, n. 66, p. 6-13.

SNIRH. 2019, Agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil. Disponível em: <<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=e2d38e3f-5e62-41ad-87ab-990490841073>>. Acesso em: 24/08/2019.

\_\_\_\_\_, 2020a, Cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Disponível em: <<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=e84872e344314a6b822b6ab3d0323937>>. Acesso em: 03/02/2020.

\_\_\_\_\_, 2020b, Hidroweb Séries Históricas de Estações. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 09/03/2020.

SQUILLACE, M., MCLEOD, A., 2016, Marketing conserved water, *Envtl. L.*, v. 46, p. 1-47.

SRH/SEAGRI, 2001. *Plano de Uso Racional da Água para Irrigação nos vales do Jaguaribe e Banabuiú*, Fortaleza.

THOBANI, M., 1997, Formal water markets: why, when, and how to introduce tradable water rights, *The World Bank Research Observer*, v. 12, n. 2, p. 161-179.

THOBANI, M., 1998, Meeting water needs in developing countries: Resolving issues in establishing tradable water rights. In: EASTER, K. W.; ROSEGRANT, M. W.; DINAR, A (Eds.), *Markets for Water Potential and Performance*, chapter 3, Springer, Boston, MA, p. 35-50.

VARIAN, H. R., 2015, *Microeconomia: uma abordagem moderna*. Rio de Janeiro, RJ-9ª edição: Elsevier.

WHEELER, S. A., LOCH, A., CRASE, L., *et al.*, 2017, Developing a water market readiness assessment framework, *Journal of Hydrology*, v. 552, p. 807-820.

WHEELER, S., LOCH, A., ZUO, A., *et al.*, 2014, Reviewing the adoption and impact of water markets in the Murray–Darling Basin, Australia, *Journal of Hydrology*, v. 518, p. 28-41.

YOUNG, M., 2014, Trading into trouble? Lessons from Australia’s mistakes in water policy reform sequencing. In: EASTER, K. W.; HUANG, Q (Eds.), *Water Markets for the 21st Century*, Springer, Dordrecht, p. 203-214.

## ANEXO:

Nas imagens a seguir é apresentada a distribuição espacial dos pivôs centrais na bacia do São Marcos conforme identificado pelo mapeamento das áreas irrigadas conduzido na região. As imagens são referentes aos anos de 2014, 2010, 2005, 2000, 1990 e 1985 e são apresentadas nessa ordem, do ano mais recente para o mais antigo. A distribuição dos pivôs centrais nos anos anteriores a 2010 foi obtida mediante reconstituição das imagens, visto que a ANA iniciou o levantamento de imagens aéreas no período de 2009/2010.



Figura 20: Pivôs centrais mapeados em 2014. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).



Figura 21: Pivôs centrais mapeados em 2010. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).

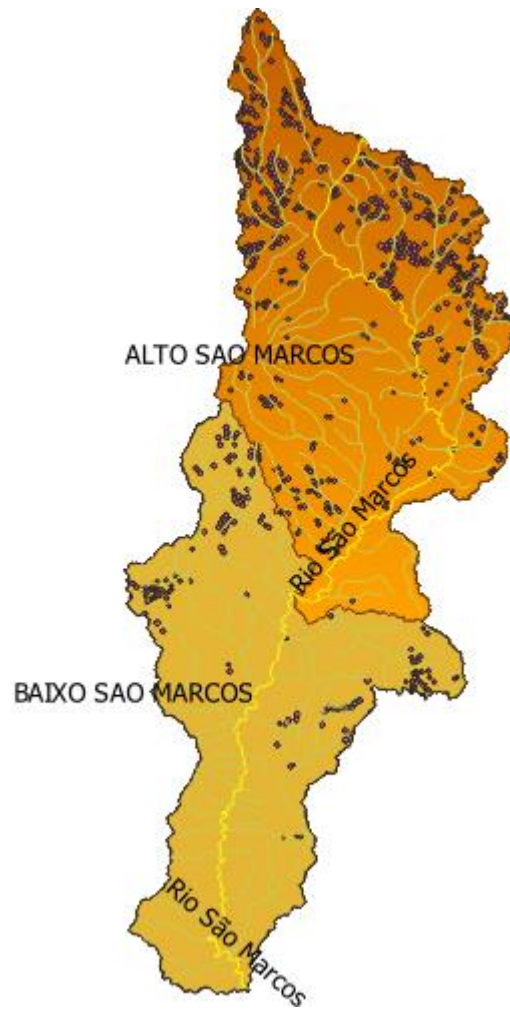


Figura 22: Estimativa da localização dos pivôs em 2005. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).



Figura 23: Estimativa da localização dos pivôs em 2000. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).



Figura 24: Estimativa da localização dos pivôs em 1990. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).



Figura 25: Estimativa da localização dos pivôs em 1985. Fonte: elaboração própria a partir de dados do SNIRH (2019).