

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**INSTRUMENTOS ECONÔMICOS NA GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE E CONTRIBUIÇÕES
SOBRE MERCADOS DE ÁGUA E COBRANÇA PELO USO
DE RECURSOS HÍDRICOS**

GUSTAVO AOUAR CERQUEIRA

ORIENTADOR: OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E
RECURSOS HÍDRICOS**

PUBLICAÇÃO: MTARH.DM – 223/2019

BRASÍLIA/DF: JULHO – 2019

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**INSTRUMENTOS ECONÔMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS: ANÁLISE E CONTRIBUIÇÕES SOBRE MERCADOS DE
ÁGUA E COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS**

GUSTAVO AOUAR CERQUEIRA

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS
HÍDRICOS.**

APROVADA POR:

**Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto, DSc. (ENC-UnB)
(Orientador)**

**Prof^a. Conceição de Maria Albuquerque Alves, PhD (ENC-UnB)
(Examinadora Interna)**

**Prof. Jorge Madeira Nogueira, PhD (ECO-UnB)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 26 DE JULHO DE 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

CERQUEIRA, GUSTAVO AOUAR

Instrumentos Econômicos na Gestão de Recursos Hídricos: Análise e Contribuições sobre Mercados de Água e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos [Distrito Federal], 2019.

vii, 175p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2019).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Instrumento econômico

2. Cobrança pelo uso de recursos hídricos

3. Mercados de água

4. Escassez hídrica

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CERQUEIRA, G. A. (2019). Instrumentos Econômicos na Gestão de Recursos Hídricos: Análise e Contribuições sobre Mercados de Água e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação MTARH.DM-223/2019, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 175p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Gustavo Aouar Cerqueira

TÍTULO: Instrumentos Econômicos na Gestão de Recursos Hídricos: Análise e Contribuições sobre Mercados de Água e Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos.

GRAU: Mestre ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Gustavo Aouar Cerqueira
SQS 215 Bloco A Apartamento 608 - Asa Sul
70294-010 Brasília – DF – Brasil.
gustavoacerqueira@gmail.com

Sumário

| | |
|---|------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 6 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 7 |
| 3.1 FUNDAMENTOS DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS E DOS MERCADOS DE ÁGUA..... | 7 |
| 3.2 COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL..... | 11 |
| 3.3 MERCADOS DE ÁGUA: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS | 25 |
| 3.3.1 Austrália | 25 |
| 3.3.2 Chile..... | 30 |
| 3.3.3 Estados Unidos | 36 |
| 4. METODOLOGIA..... | 44 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 47 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS USOS DE RECURSOS HÍDRICOS NOS PAÍSES ESTUDADOS..... | 47 |
| 5.1.1 Comparativo Países Estudados..... | 47 |
| 5.1.2 Uso de Recursos Hídricos no Brasil..... | 51 |
| 5.1.3 Valor Gerado pelo Uso de Recursos Hídricos nos Países Estudados | 56 |
| 5.2 DESENVOLVIMENTO DE MODELO PARA TESTAR APTIDÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS AOS MERCADOS DE ÁGUA | 61 |
| 5.3 RESULTADOS DA CONSULTA AOS PROFISSIONAIS | 86 |
| 5.3.1 Entrevistas Presenciais | 86 |
| 5.3.2 Questionários Aplicados..... | 91 |
| 5.4 CONTRIBUIÇÕES AO MODELO DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS | 99 |
| 5.4.1 Recomendações quanto à implementação do instrumento de cobrança | 99 |
| 5.4.2 Recomendações quanto à estrutura e gestão administrativa dos comitês | 101 |
| 5.4.3 Recomendações quanto ao mecanismo de cobrança | 102 |

| | | |
|--------|--|------------|
| 5.4.4 | Recomendações quanto ao preço unitário e valor cobrado | 105 |
| 5.4.5 | Recomendações sobre planejamento e execução financeira dos recursos arrecadados com a cobrança..... | 108 |
| 5.4.6 | Ponderações sobre possível oposição ao aumento do valor cobrado para o uso da água na irrigação | 111 |
| 5.4.7 | Considerações finais..... | 113 |
| 5.5 | PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO DE MERCADOS DE ÁGUA NO BRASIL | 115 |
| 5.5.1. | Histórico | 115 |
| 5.5.2 | Análise do Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017..... | 118 |
| 6. | CONCLUSÃO..... | 126 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 129 |
| | APÊNDICES | 146 |
| A | – Fatores de Aptidão ao Mercado de Águas | 146 |
| B | – Detalhamento Fatores de Aptidão aos Mercados de Água, Situações e Pontuação | 147 |
| C | – Testes de Aptidão ao Mercado de Águas com as Bacias Hidrográficas do Murray-Darling (Austrália), Limarí (Chile) e San Joaquin (Estados Unidos) | 151 |
| D | – Resultados Questionário sobre Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos | 154 |
| E | – Resultados Questionário sobre Modelo para Teste de Aptidão aos Mercados de Água | 162 |
| F | – Modelo Ajustado para Teste de Aptidão aos Mercados de Água..... | 173 |
| G | – Conversão de unidade do valor cobrado pela vazão captada na agricultura do Chile | 175 |

RESUMO

INSTRUMENTOS ECONÔMICOS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: ANÁLISE E CONTRIBUIÇÕES SOBRE MERCADOS DE ÁGUA E COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A política de recursos hídricos entrou na agenda política de forma definitiva a partir de 2014, com as crises hídricas que afetaram o estado de São Paulo, o Distrito Federal e a região Nordeste do Brasil. Os debates sobre aprimoramentos na gestão de recursos hídricos se intensificaram no parlamento, nos governos, na academia e nos setores produtivos, a fim de entender como a política de recursos hídricos poderia entregar melhores resultados na gestão da escassez. Nesse contexto, esta pesquisa objetiva melhor entender o funcionamento dos instrumentos econômicos aplicados à gestão de recursos hídricos; como a água bruta é precificada no Brasil, Austrália, Chile e Estados Unidos; como funciona a cobrança no Brasil e os mercados de água nos países estudados; lançar as bases de um modelo que permita testar aptidão de bacias hidrográficas aos mercados de água; contribuir com recomendações para eventual revisão do modelo brasileiro de cobrança e avaliar a proposta de regulamentação de mercados de água no País. Como metodologia, foi realizada pesquisa bibliográfica extensa, submetidos questionários a profissionais de recursos hídricos, realizadas entrevistas presenciais com especialistas em recursos hídricos, desenvolvidos cálculos e tabelas comparativas. Conclui-se que a cobrança não tem induzido usuários ao uso racional da água e o reinvestimento dos recursos arrecadados tem sido ineficiente. Portanto, é necessária reforma administrativa dos comitês; ajustes nas equações de cobrança; elevação dos preços unitários cobrados, especialmente para irrigação; novos limites máximos para despesas de custeio do comitê, estabelecimento de limites mínimos para investimentos em obras de saneamento e recuperação hidroambiental, entre outras medidas. No tocante à regulamentação dos mercados de água no Brasil, entende-se que a questão envolve prós e contras, contudo uma regulação apropriada pode viabilizá-lo como instrumento de gestão em casos de escassez hídrica e mitigar falhas de mercado.

Palavras-chave: instrumento econômico, cobrança pelo uso de recursos hídricos, mercados de água, escassez hídrica.

ABSTRACT

ECONOMIC INSTRUMENTS FOR WATER MANAGEMENT: ANALYSIS AND CONTRIBUTIONS CONCERNING WATER MARKETS AND CHARGING FOR FRESH WATER USE

The water policy definitely entered the political agenda since 2014, due to water crises that affected the state of São Paulo, the Federal District and the Northeast region of Brazil. Discussions on improvements in water resource management have intensified in parliament, governments, academia and the productive sectors to understand how water policy could deliver better results during droughts. In this context, this research aims to better understand the functioning of the economic tools applied to water management; how fresh water is priced in Brazil, Australia, Chile and the United States; how water use charge in Brazil works and how water markets are developed in these countries; to lay the bases for a model to test the suitability of water markets in some watersheds; contribute with recommendations for eventual revision of the Brazilian water use charge model and evaluate the proposal for regulation of water markets in the country. In order to reach these objectives, this work developed an extensive bibliographic review and submitted questionnaires and interviews to professionals from water resources institutions. Then the author developed some numerical comparison of water charges simulations in different river basins of Brazil. It is concluded that the water use charge hasn't been inducing users to rational water use and the reinvestment of the collected resources has been inefficient. Therefore, it's necessary to have administrative reform in the basin committees; adjustments in the collection equations; higher unit prices charged, especially for irrigation; new caps for committee's administrative costs, set minimum limits for investments in sanitation works and hydro-environmental recovery, among other measures. Concerning the regulation of water markets in Brazil, there are pros and cons in the use of this instrument, but careful regulation can make it a feasible management instrument in cases of water scarcity and mitigate market failures.

Keywords – economic instrument, charging for fresh water use, water markets, water scarcity.

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial para o desenvolvimento da vida humana em condição sadia e digna, para a manutenção dos ecossistemas e para o sustento das nações. Essa substância propicia o equilíbrio climático, a produção de alimentos, a geração de energia limpa, a produção industrial, o transporte e o lazer, ou seja, move a atividade humana no Planeta. Embora o Brasil seja um dos países que possui a maior disponibilidade de água doce do mundo, seus recursos hídricos estão distribuídos de maneira heterogênea no território, espacial e temporalmente (ANA, 2018). Desse modo, é frequente a ocorrência de conflitos pelo uso da água, seja por razões quantitativas (ex. semiárido nordestino), seja na forma qualitativa (ex. rio Tietê).

Por ser um recurso estratégico, a água é definida no Brasil – e na maioria dos países – como bem de domínio público em seu texto constitucional. No âmbito legal, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), acrescenta que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e que em situações de escassez terão prioridade o abastecimento humano e a dessedentação animal (Brasil, 1997). A implementação da PNRH envolve aplicação de instrumentos de planejamento, de comando e controle (outorga, regulação e fiscalização) e econômicos (*e.g.* cobrança pelo uso de recursos hídricos). Todos eles, em alguma medida, apontam no sentido de ajustar o comportamento dos usuários para um uso racional dos recursos hídricos e dentro dos parâmetros legais.

Decorridos mais de 22 anos desde a edição da PNRH, observa-se que alguns instrumentos da Política obtiveram maior sucesso do que outros, seja no cumprimento de sua função legal, seja na busca pela gestão eficiente dos recursos hídricos. Por um lado, planejamento, sistemas de informação, monitoramento, pagamento por serviços ambientais, regulação, outorga e fiscalização dos recursos hídricos têm produzido resultados positivos no conhecimento das bacias hidrográficas, no aprimoramento da governança e transparência hídrica, na gestão participativa e no controle quali-quantitativo dos usos de água. Por outro, o enquadramento dos corpos d'água em classes e a cobrança pelo uso de recursos hídricos encontram dificuldades de implementação e podem não estar cumprindo as funções para as quais foram concebidos.

A PNRH estabelece como objetivos da cobrança: i) reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de 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). No sistema de cobrança brasileiro, o preço público pago pelo consumo de água é definido pelo comitê de bacia hidrográfica e pelos conselhos de recursos hídricos, após trâmites nas agências de bacia e comitês de bacia, o que torna moroso o processo de fixação e revisão do preço e do mecanismo de cobrança.

De acordo com Hartmann (2010), praticamente todos modelos de cobrança propostos ou implementados no Brasil pautam-se pelas necessidades financeiras das respectivas bacias e não pelo o objetivo (indutor) de reduzir-se, por meio do preço, a demanda por água como insumo produtivo ou como corpo receptor para efluentes. O autor aponta também que o valor da cobrança é, em geral, muito baixo para gerar efeito indutivo e que sua aplicação tem sido destinada a arrecadar recursos financeiros em uma ordem de grandeza moderada para, posteriormente, sanear bacias poluídas ou excessivamente utilizadas. Em algumas bacias hidrográficas, a aplicação dos recursos arrecadados parece priorizar contratação de estudos, participação em eventos e custeio de reuniões, em detrimento da execução de obras e serviços de saneamento e recuperação hidroambiental, questão que será explorada nesta pesquisa.

Nessa realidade, a gestão dos recursos hídricos tem se sustentado basicamente em instrumentos de comando e controle (regulação, outorga e fiscalização) e de monitoramento para lidar com conflitos pelo uso de recursos hídricos, na tentativa de salvaguardar abastecimento humano. Em períodos de escassez hídrica, produtores rurais, indústrias, usinas hidrelétricas em geral são afetados uniformemente, independentemente da renda e dos empregos gerados por suas atividades, conforme demonstrado em ANA (2015) e SEAGRI (2017). Os prejuízos decorrentes da seca e da política de racionamento são arcados integralmente pelo setor produtivo, por exemplo, no caso de irrigantes durante a crise hídrica que afetou o Distrito Federal (G1, 2017).

De uma forma geral, quando o acesso à água é gratuito ou subprecificado, os usuários tendem a utilizá-la até o esgotamento ou a imposição de regras de restrição, em um comportamento que ignora seus movimentos de oferta e demanda. Há uma tendência de superexploração e de negligência quanto à manutenção (conserto de vazamentos) e à modernização de

equipamentos (sistemas de irrigação mais eficientes), haja vista que os recursos investidos nessas ações nem sempre se revertem em resultados positivos para a atividade econômica.

Em face da recorrência das crises de falta de água nos grandes centros urbanos e das previsões de mudanças climáticas (com aumento da temperatura e redução das precipitações na maioria dos biomas) no Brasil, torna-se oportuno refletir sobre as estratégias possíveis para a gestão de recursos hídricos, particularmente em situações de escassez, buscando o aprimoramento contínuo da política hídrica brasileira e a garantia de segurança hídrica às gerações atuais e futuras.

Nesse sentido, novas ideias de aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos e promoção do uso racional da água tem sido discutivas no âmbito do Poder Legislativo. Uma delas é o Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017, do Senador Tasso Jereissati, que propõe alteração à Lei nº 9.433, de 1997, para introduzir os mercados de água como instrumento destinado a promover alocação mais eficiente dos recursos hídricos, projeto que será analisado neste trabalho.

Em 2015, a Agência Nacional de Águas (ANA) sugeriu o uso dos mercados de água para os momentos de escassez de água e crise de abastecimento de água (Folha, 2015). Segundo a ANA, as transações só aconteceriam se o comprador dos direitos da água pudesse encontrar um vendedor voluntário, sem aumentar as captações autorizadas. Em qualquer caso, os direitos de uso de água em eventos extremos poderiam ser reduzidos ou suspensos em benefício de usos prioritários como abastecimento humano. Na avaliação da Agência, a implementação do mercado estava planejada para iniciar em 2017.

O Plano Estratégico da Agência Nacional de Águas (ANA) para 2016-2019 (ANA, 2016), no tópico 4.5, afirma que a Agência deve promover condições para que a cobrança pelo uso da água e outros instrumentos econômicos reflitam a situação crítica de uma bacia hidrográfica". A OECD (2015) recomenda que, uma vez que as bacias hidrográficas estejam completamente alocadas, é necessário ter mecanismos que permitam a realocação entre os usuários da água, para deslocar direitos de uso para usuários prioritários e estimular os usuários atuais a serem mais eficientes. Uma das alternativas dadas foi uma solução voluntária baseada no mercado. GVCES (2017) aconselha que os instrumentos econômicos baseados no mercado devem fazer parte das ferramentas de gestão de água da ANA e devem

levar em consideração: a) a teoria econômica; b) as experiências internacionais; e c) atender os usuários de água e as necessidades da população.

A lógica dos mercados de água reside na priorização de usos que gerem maior valor agregado e, preferencialmente, mais empregos, em situações de baixa disponibilidade hídrica. Implantado o mercado de água, os usuários de água de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica podem negociar voluntariamente seus direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com a atratividade dos preços de compra e de venda. Ao se aproximar da estação seca, fruticultores podem comprar direitos de uso de produtores de grãos irrigados, indústrias podem comprar direitos de uso de piscicultores, companhias de abastecimento de água podem comprar direitos de uso de usinas hidrelétricas, em reservatórios de usos múltiplos.

O Brasil possui experiências isoladas com mercados informais de água, entretanto seu funcionamento se dá sem amparo legal, o que limita bastante o grau de organização e a potencialidade dos resultados obtidos.

A distribuição de outorgas no País tem adotado como princípio a “ordem de chegada” dos usuários de água na bacia e, expirado o prazo de outorga, a autoridade de recursos hídricos pode rever quais pedidos serão renovados e quais serão indeferidos com base nas prioridades estabelecidas nos planos de recursos hídricos. Contudo, durante a vigência da outorga, há rigidez na sua transferibilidade, o que impede a fluidez na alocação dos recursos hídricos de modo a priorizar aqueles usos que tratam maiores benefícios socioeconômicos para a bacia hidrográfica.

Tanto a cobrança como o mercado de água norteiam-se pelo Princípio nº 4 da Declaração de Dublin (UN, 1992), que influenciou fortemente a PNRH. De acordo com esse princípio:

A água tem um valor econômico em todos os seus usos concorrentes e deve ser reconhecida como um bem econômico. É vital reconhecer primeiro o direito básico de todos os seres humanos de ter acesso a água potável e saneamento a um preço acessível. O fracasso passado em reconhecer o valor econômico da água levou a usos perdulários e prejudiciais ao meio ambiente do recurso. A gestão da água como um bem econômico é uma maneira importante de alcançar um uso eficiente e equitativo e de incentivar a conservação e a proteção dos recursos hídricos.

Esta pesquisa dedica-se a estudar os fundamentos que regem os instrumentos econômicos da cobrança e do mercado de água, caracterizar os usos de recursos hídricos nos quatro países

estudados, avaliar o valor gerado pela água em cada atividade, conhecer como tem sido aplicada a cobrança no Brasil e o mercado de água na Austrália, Chile e Estados Unidos, estudar as bacias hidrográficas em que os mercados de água são mais ativos, desenvolver um modelo que auxilie na identificação de bacias hidrográficas com aptidão aos mercados de água, realizar entrevistas e submeter questionários a profissionais de recursos hídricos, entender suas opiniões sobre a cobrança e mercado de água e, finalmente, oferecer contribuições para evolução dos instrumentos de cobrança e de mercados de água no Brasil.

Como metodologia, primeiramente foi feita vasta pesquisa bibliográfica sobre os instrumentos econômicos. Em seguida, desenvolvidos cálculos e tabelas comparativas para conhecer o comportamento dos usos de recursos hídricos e dos instrumentos econômicos nos países estudados. Com base nesses elementos, desenvolvido modelo que permite testar bacias hidrográficas propensas ao funcionamento de mercados de água. Posteriormente, elaborados e submetidos questionários a profissionais da área de recursos hídricos e saneamento básico. Entrevistas presenciais foram realizadas com representantes de órgãos gestores de recursos hídricos de âmbito nacional e local. Finalmente, foram discutidos os resultados obtidos com a pesquisa e apresentadas as conclusões.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é analisar a aplicação dos mercados de água e da cobrança pelo uso de recursos hídricos como instrumentos econômicos na gestão de recursos hídricos e oferecer contribuições para o aperfeiçoamento de ambos.

O objetivo geral se desdobra em quatro objetivos específicos: i) comparar a precificação da água bruta pela cobrança no Brasil e pelos mercados de água na Austrália, no Chile e nos Estados Unidos; ii) verificar se a cobrança tem atendido os objetivos estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos; iii) desenvolver bases de um modelo que permita testar aptidão de bacias hidrográficas aos mercados de água; e iv) propor recomendações para o aprimoramento da cobrança e dos mercados de água.

Os resultados da pesquisa poderão dar suporte a gestores de recursos hídricos e a parlamentares em decisões relativas à gestão e regulação dos recursos hídricos, em particular nos temas de cobrança e mercados de água.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 FUNDAMENTOS DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS E DOS MERCADOS DE ÁGUA

A cobrança pelo uso de recursos hídricos e os mercados de água são instrumentos que têm por finalidade explicitar o valor econômico da água, promover seu uso racional e internalizar as externalidades do uso da água no custo das atividades produtivas. Ademais, a cobrança visa arrecadar recursos financeiros para aplicação em benefício da bacia hidrográfica, e os mercados de água, maximizar a eficiência na alocação dos recursos hídricos.

De acordo com ANA (2014), os instrumentos econômicos de gestão de recursos hídricos surgiram para complementar as lacunas dos tradicionais instrumentos de comando e controle. Ambos instrumentos se baseiam nas teorias da Economia Ambiental (*mainstream neoclássico*) e nos princípios ambientais do usuário-pagador, do poluidor-pagador e do protetor-recebedor.

No Brasil, os princípios do usuário-pagador e do poluidor-pagador fundamentam a cobrança pelo uso de recursos hídricos. O princípio do protetor-recebedor é aplicado em programas de pagamentos por serviços ambientais, como o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA). Austrália, Chile e Estados Unidos, alternativamente, optaram pelo modelo dos mercados de água para lidar com a escassez e maximizar a eficiência na alocação desse recurso.

Observando-se situações de escassez hídricas e a aplicação da PNRH, cabe fazer uma reflexão. A gratuidade ou de subprecificação da água, associada a insuficientes políticas de comando e controle, ensejam a multiplicação de usuários de água ineficientes, mesmo em situações de escassez, e no limite ao esgotamento do bem água. Esse cenário, aproxima-se à situação descrita por Hardin (1968) como “tragédia dos comuns”.

Segundo esse autor, os produtores buscarão maximizar benefícios na exploração de um recurso natural (pasto público ou, no caso, a água). Não havendo custo associado ao uso desse recurso, eles tenderão a explorá-lo progressivamente e a compartilhar sua depleção com os demais produtores. Seguindo essa lógica, cada produtor aumentará progressivamente o consumo desse bem, obterá crescentes retornos econômicos até que o recurso subitamente se esgote, causando quebra na produção. Portanto, é importante que se estabeleça um preço

justo conforme a demanda e disponibilidade da água, independentemente do modelo adotado.

Na cobrança, impõe-se um preço aos usuários por determinada vazão, volume de água utilizado ou carga poluidora lançada. As regras da cobrança são bastante variáveis, contudo os valores cobrados costumam se relacionar ao uso praticado (ex: captação, lançamento de efluentes), a características do empreendimento (ex: eficiências nos sistemas de irrigação, eficiência na distribuição de água) e a características dos corpos d'água (maior preço para águas límpidas). A maior parte das bacias hidrográficas brasileiras estruturaram seus mecanismos de cobrança nesses moldes.

A cobrança pelo uso de água, embora seja juridicamente um preço público, funciona como uma espécie de imposto pigouviano, cuja finalidade é corrigir externalidades negativas das atividades econômicas. Segundo Pigou (1920) os custos ambientais decorrentes da atividade econômica devem ser identificados e cobrados dos produtores, caso contrário haverá o compartilhamento desses custos com toda a sociedade e o auferimento do benefício econômico apenas para um pequeno grupo de produtores, em detrimento justiça social e ambiental. Esse princípio é adotado não só na cobrança pelo uso da água, mas também na taxação do carbono pela emissão de gases do efeito estufa.

Pigou (1920) também sustenta que o governo deve prover uma política de subsídios, para incentivar a redução das externalidades, aplicável nos casos em que o benefício social gerado por produção ou prestação de serviço não fosse computado no preço. Por fim, a política de tributação dos produtores de externalidades e de concessão de incentivos resultaria no equilíbrio de mercado e, por conseguinte, no aumento do bem-estar geral.

Sobre o imposto pigouviano, Garcia (2007) observa que:

Como os indivíduos não atribuem um valor ao custo social marginal (as externalidades têm custo zero) um valor correspondente ao seu preço e que deve ser pago por quem dele beneficia, o Estado tem de intervir atribuindo e cobrando-lhes um preço.

Na análise de Peixoto (2013), a teoria de Pigou, a princípio, transmite uma ideia simples, de fácil aplicabilidade: a implantação de impostos incentivaria as empresas poluentes a investir em tecnologias limpas, reduzindo a poluição. Contudo, a autora pondera que, na prática, há

certa dificuldade na valoração das externalidades e na definição do montante de imposto a ser aplicado para atingir o objetivo.

De outra parte, o funcionamento dos mercados de água ocorre de maneira bastante distinta. Primeiro, faz-se a alocação inicial da água entre os usuários da bacia hidrográfica de três maneiras principais: i) manutenção das outorgas existentes; ii) manutenção das outorgas existentes e leilão das outorgas adicionais; ou iii) leilão de todas as outorgas (Lee *et al*, 1998). Em seguida, os usuários de água podem transacionar entre si seus direitos de uso com o objetivo de: expandir ou garantir a estabilidade da produção, remunerar aqueles que deixarem de utilizar a água temporária ou permanentemente e assegurar a manutenção da vazão ecológica nos cursos d'água. Quando em adequado funcionamento, especialmente em períodos de escassez hídrica, os mercados de água tendem a maximizar a eficiência na alocação dos recursos hídricos, pois os produtores que obtiverem maior retorno financeiro por unidade de água consumida (mais eficientes) poderão adquirir as outorgas de usuários menos eficientes. Os fluxos de transações e a atividade do mercado são inversamente proporcionais aos custos de transação.

A lógica de funcionamento dos mercados de água baseia-se no Teorema de Coase (Coase, 1960). De acordo com o autor, a solução de mercado é socialmente ótima se, em uma transação econômica com externalidades, os direitos de propriedade forem bem definidos e se os custos de transação forem nulos ou suficientemente baixos, dispensando-se nesse caso a intervenção do governo na correção da externalidade. Na visão de Coase (1960), caberia ao governo a responsabilidade de garantir adequada definição dos direitos de propriedade e de livre negociação entre os produtores com baixos custos de transação. A intervenção estatal no mercado se justificaria apenas para corrigir custos de transação elevados e outras distorções.

Na hipótese criada por Coase (1960), os animais de um pecuarista invadem uma plantação e dela se alimentam, situação em que o autor compara o valor da unidade de produção marginal de uma cultura agrícola (ex. 1kg de milho) com a de um bovino (ex. 1kg de carne). Considerando que o valor gerado pelo bovino é superior ao da cultura agrícola, explica que, em algumas situações, é mais vantajoso, economicamente, para as duas partes fazer um acordo, manter o gado pastando na plantação e compensar os prejuízos do agricultor lesado. Essa situação depende da quantidade de animais, da área afetada e do valor da cultura agrícola no mercado. Coase (1960) defende que em alguns casos pode ser viável para ambas

partes que, nos anos seguintes, o pecuarista pague para que o agricultor deixe a terra em pousio para que seus animais pastejem. Nesse exemplo, a solução de mercado pode ser a mais eficiente para a resolução do problema.

Coase (1960) entende que a intervenção estatal para correção das externalidades negativas não deve ser a regra na solução dos problemas, pois em alguns casos os ganhos são superiores às perdas. Segundo Coase (1960) deve ser aplicada a solução que cause menos prejuízo às partes afetadas, independentemente de quem a tivesse dado causa, ao invés de penalizar o produtor degradador. Assim, as partes envolvidas deveriam negociar para alcançar um equilíbrio, a maximização dos benefícios, em uma solução que fosse aceita e absorvida pela sociedade. Na prática, a maioria dos modelos de mercados de água no mundo seguem a Teoria de Coase com diferentes gradações de controle estatal e custos de transação.

Na análise de Garcia (2007):

A novidade que a concepção de Coase trouxe reside, pois, em permitir a internalização das externalidades, não por força da intervenção do Estado mas através do funcionamento do mercado, o que, no quadro da questão ambiental, significa que o mercado pode funcionar em benefício do ambiente.

As teorias econômicas de Pigou e de Coase são aplicadas em todo o mundo por intermédio dos instrumentos econômicos das políticas ambiental e de recursos hídricos, com o objetivo de corrigir externalidades negativas e estabelecer um uso racional dos recursos naturais. Nesse sentido, as principais regulações têm como alvo mitigar a poluição do ar, a poluição e o escasseamento da água, a destruição de florestas e a poluição por resíduos sólidos.

Para May *et al* (2010), as soluções ideais de controle ambiental seriam aquelas que de algum modo criassem as condições para o livre funcionamento dos mecanismos de mercado: seja diretamente, eliminando o caráter público desses bens e serviços por meio da definição de direitos de propriedade sobre eles (negociação coaseana); seja indiretamente, por meio da valoração econômica da degradação desses bens e da imposição desses valores pelo Estado por meio de taxas (taxação pigouviana).

Tanto a cobrança quanto os mercados de água encontram eco na Declaração de Dublin, marco histórico mundial que reconheceu a água como bem de valor econômico (UN, 1992) inspirou a legislação brasileira de recursos hídricos e tantas outras pelo mundo que incorporaram seus princípios.

3.2 COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A cobrança pelo uso da água no Brasil foi instituída pela Lei nº 9.433, de 1997, com o objetivo de: i) reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de 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. Submetem-se à cobrança todos os usos sujeitos a outorga (Brasil, 1997). A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 48, de 2005, acrescenta-lhe mais dois objetivos: i) estimular o investimento em despoluição, reúso, proteção e conservação, bem como a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, de acordo com o enquadramento dos corpos de águas em classes de usos preponderantes; e ii) induzir e estimular a conservação, o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase para as áreas inundáveis e de recarga dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos aos usuários.

O modelo de gestão da cobrança no Brasil foi inspirado na legislação francesa de águas. Comparando-se a estrutura administrativa na gestão de águas da França e do Brasil, identificam-se semelhanças entre: o *Comité National de l'eau* e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; os *Comités de bassin* e os Comitês de Bacia; as *Agences de l'eau* e as Agências de Água. O *Office National de l'eau et des milieux aquatiques*, por sua vez, desempenha algumas funções que são executadas pela Agência Nacional de Águas. Naquele país existe também a cobrança pelo uso de recursos hídricos (*redevances*). (França, 2006).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos tem a natureza jurídica de preço público, não é tributo e segue a lógica: “água que financia água”. Se bem aplicada, é um importante instrumento promotor do uso racional da água. Pela cobrança, o gestor do recurso pode ajustar preços públicos pelo uso da água compatíveis com a disponibilidade hídrica da região, isto é, preços mais altos na escassez e preços mais módicos na abundância do recurso hídrico. Assim, a cobrança exerce papel conscientizador aos usuários, que tenderão a ajustar suas captações às suas reais necessidades. Os empreendimentos que efetuarem lançamentos de efluentes poderão ser induzidos a instalar melhores sistemas de tratamento para evitar pagar altos valores a título de cobrança. A segunda função da cobrança é arrecadar valores para investimento em ações que visem à melhoria da quantidade e qualidade dos recursos

hídricos, como a recuperação de áreas de nascentes ou instalação de sistema de tratamento de efluentes mais eficaz.

A estrutura administrativa de cobrança e a aplicação dos recursos arrecadados é complexa. Ao comitê de bacia hidrográfica compete estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados (art. 37, inciso VI, da Lei nº 9.433, de 1997). A Lei reservou um número maior de competências relativas a cobrança às agências de água, a quem compete (art. 44, incisos III, IV, V e XI da Lei nº 9.433, de 1997): i) efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; ii) acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação; iii) propor ao respectivo ou respectivos comitês de bacia hidrográfica os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos; iv) propor o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança; e v) analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de recursos hídricos (Brasil, 1997). O modelo de agências de água não obteve muita adesão no País, e essas competências em geral são exercidas por entidades delegatárias, denominadas agências de bacia.

À Agência Nacional de Águas cabe: i) implementar, em articulação com os comitês, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União; e ii) arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União (Brasil, 2000).

A palavra final sobre a instituição e revisão dos valores a serem cobrados em corpos d'água de domínio da União cabe ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), cuja composição engloba representantes do poder público, dos conselhos estaduais de recursos hídricos, dos usuários de água e das organizações civis (Brasil 2005; Brasil 1997).

O valor total cobrado no Brasil em 2018 foi de R\$ 484,7 milhões, tendo sido arrecadados cerca de 95% do valor cobrado (ANA, 2019). Embora alto o percentual, há bastante inadimplência, sobretudo na cobrança de valores mais baixos, razão pela qual o percentual de arrecadação não é tão impactado. Nesse levantamento, a cobrança em bacias hidrográficas de domínio da União foi de R\$ 74,3 milhões e a realizada em bacias estaduais somou R\$ 410,4 milhões, correspondendo a 15% e 85%, respectivamente, do total cobrado no País

(ANA, 2019). A participação percentual, no âmbito da União, dos setores usuários no valor total cobrado e na vazão captada pode ser vista nos gráficos 3.1 e 3.2.

Gráfico 3.1. Participação de Setores Usuários no Valor Total Cobrado em Corpos Hídricos da União, 2018. Fonte: ANA (2019), elaboração própria.

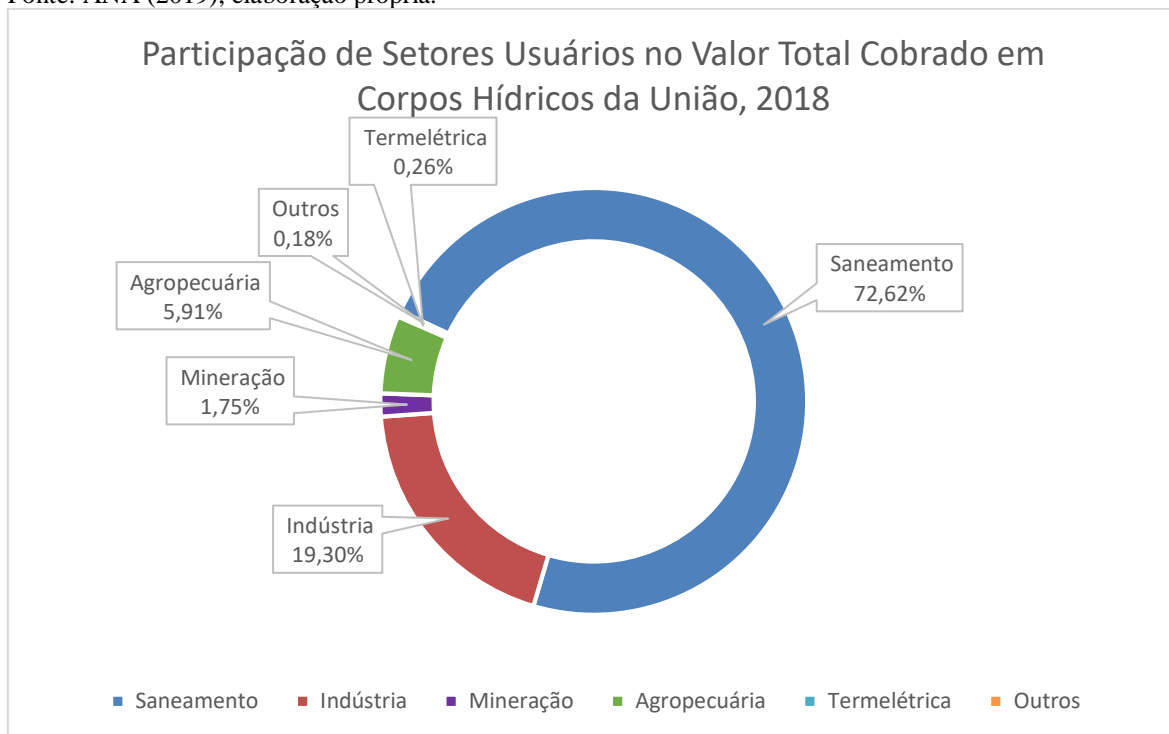
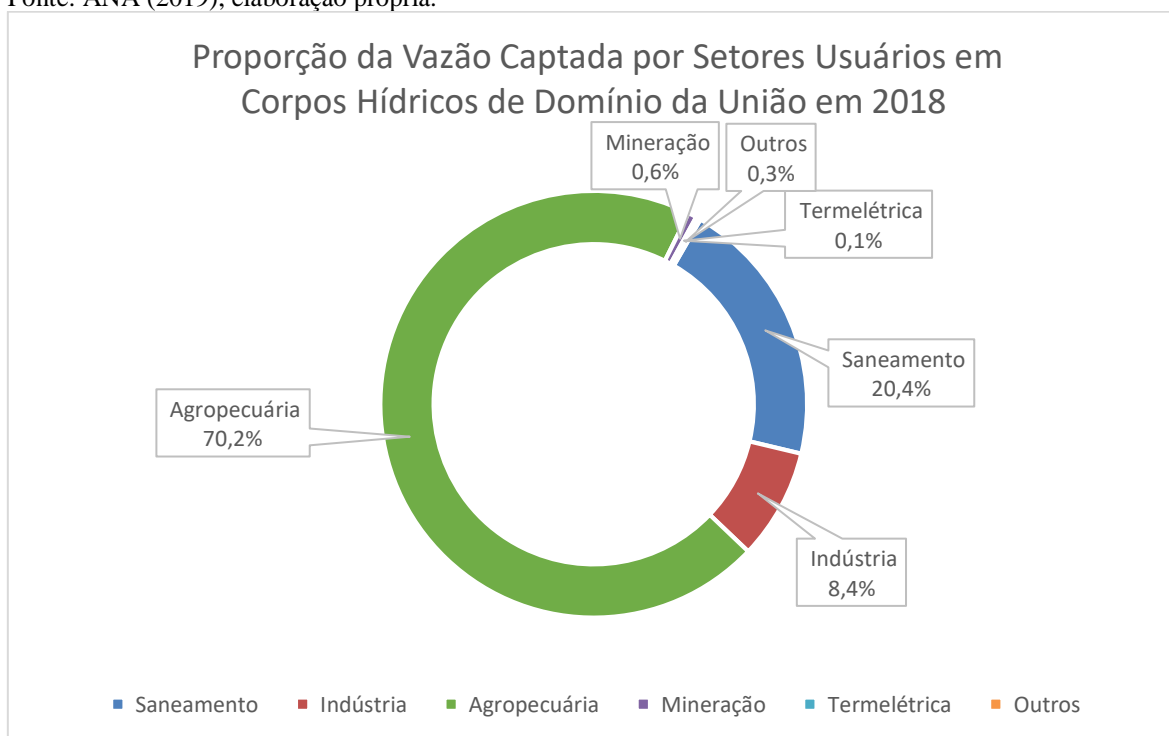


Gráfico 3.2. Participação de Setores Usuários na Vazão Total Captada em Corpos Hídricos da União, 2018. Fonte: ANA (2019), elaboração própria.



As bacias hidrográficas interestaduais com maiores valores de arrecadação da União são São Francisco (SF), Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), Paraíba do Sul (PS) e Doce, com os respectivos valores cobrados em 2018 (ANA,2019): R\$ 24,97 milhões, 19,86 milhões, R\$ 12,29 milhões e R\$ 10,08 milhões. A proporção dos valores cobrados por setor no valor total cobrado e das captações por setores usuários na vazão total captada, em 2018, é apresentada nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1. Participação da cobrança por setor usuário no valor total cobrado em 2018. Fonte: ANA (2019).

| Finalidade | Cobrança União | Cobrança São Francisco | Cobrança Paraíba do Sul | Cobrança PCJ | Cobrança Doce |
|--------------|----------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------|
| Saneamento | 72,62% | 80,03% | 69,50% | 86,11% | 33,65% |
| Indústria | 19,30% | 1,23% | 29,13% | 13,66% | 64,45% |
| Agropecuária | 1,75% | 14,96% | 0,64% | 0,09% | 1,26% |
| Mineração | 5,91% | 3,07% | 0,24% | 0,04% | 0,29% |
| Termelétrica | 0,26% | 0,56% | 0,40% | 0,00% | 0,00% |
| Outros | 0,18% | 0,15% | 0,09% | 0,10% | 0,35% |
| Total | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

Tabela 3.2. Participação da vazão captada por setor sobre o total captado em 2018. Fonte: ANA (2019).

| Finalidade | Cobrança União | Cobrança São Francisco | Cobrança Paraíba do Sul | Cobrança PCJ | Cobrança Doce |
|--------------|----------------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------|
| Saneamento | 20,39% | 8,72% | 50,90% | 63,53% | 32,58% |
| Indústria | 8,39% | 0,33% | 44,09% | 35,54% | 43,07% |
| Agropecuária | 70,22% | 90,31% | 3,38% | 0,17% | 21,72% |
| Mineração | 0,64% | 0,52% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Termelétrica | 0,09% | 0,07% | 0,53% | 0,00% | 0,00% |
| Outros | 0,27% | 0,05% | 1,10% | 0,76% | 2,62% |
| Total | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

Com base nos dados, nota-se que há um desequilíbrio no valor cobrado dos diferentes setores usuários, com peso maior para o Saneamento e Indústria, que contribuem com 91,92% do total, sustentando o sistema de cobrança no âmbito da União. Quando comparados valor cobrado e valor captado nos Gráficos 3.1 e 3.2, vê-se que o Saneamento capta 20,4% das águas e responde por 72,62% do valor cobrado e a Agropecuária

(principalmente irrigação) capta 70,2% das águas e contribui com 5,91% do valor cobrado, no âmbito da União.

Deve-se ressaltar que a cobrança nos setores do Saneamento e da Indústria é diferenciada, pois incide sobre a captação de água e sobre o lançamento de efluentes dessas atividades. No entanto, de todo modo, há amplo espaço para que o setor Agropecuário aumente sua contribuição para a cobrança em razão dos vultosos volumes de água captados para irrigação.

Esse padrão de captação e cobrança se repete no âmbito do sistema de cobrança de cada bacia hidrográfica. Na Tabela 3.3 são mostrados os valores médios cobrados pela unidade de vazão captada, em reais por litro por segundo por ano, no âmbito da União e das quatro bacias, em 2018. Os valores foram calculados mediante a razão entre o valor cobrado (R\$) e a vazão captada (convertida para L/s) em cada caso com base em ANA (2019).

Tabela 3.3. Valores médios cobrados pela unidade de vazão captada (em R\$/L.s-1.ano-1) em 2018. Adaptado de ANA (2019)

| Região | Agropecuária | Saneamento | Indústria |
|----------------|--------------|------------|-----------|
| União | 23 | 957 | 618 |
| São Francisco | 22 | 1209 | 494 |
| Paraíba do Sul | 39 | 737 | 357 |
| PCJ | 284 | 1566 | 444 |
| Doce | 25 | 1949 | 2824 |

Novamente vê-se que os valores cobrados na Agropecuária são bastante inferiores aos valores cobrados no Saneamento e na Indústria, embora a Agropecuária capte 70,2% das águas no País. Essa conjuntura gera um desbalanço entre campo e cidades na cobrança pelo uso da água, pois os valores cobrados do Saneamento são repassados à população urbana via tarifa dos serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário. E mais, em situações de escassez hídrica, os usuários das cidades ainda se submetem a tarifas contingenciais e multas pelos aumentos de consumo. Enquanto isso, no campo, os irrigantes estão sujeitos a valores irrisórios da cobrança e, em situações de escassez, a racionamento juntamente com os demais setores usuários, com reduções de vazão que em regra não chegam a 50% da vazão outorgada.

Na visão de Hartmann (2010), a cobrança, por um lado, simboliza a organização e engajamento dos usuários em torno do cuidado com a bacia hidrográfica. Por outro, porém, demonstra bem-sucedidos esforços dos diferentes atores a fim de imporem seus interesses

peçoais e financeiros imediatos. Consequentemente, a cobrança impõe ônus financeiro moderado para indústria e benefícios que ensejam baixos valores cobrados na agricultura. O autor conclui que muitas das propostas de cobrança existentes ignoram de modo amplo, desde o início, o possível efeito indutor de comportamento da cobrança.

De outra parte, deve-se considerar que a Agropecuária muitas vezes trabalha com margens de lucro inferiores às dos demais setores, além de estar exposta a riscos climáticos, cambiais, mercadológicos, financeiros, fiscalizatórios, sanitários, incêndios florestais e invasão de posseiros. A atividade agrícola não só no Brasil, mas principalmente em países desenvolvidos, tem acesso a políticas estatais de subsídio e fomento, como crédito rural a baixas taxas, políticas de preço mínimo, baixas alíquotas para tributação da renda e da propriedade rural, entre outras. Portanto, deve-se ter cautela para evitar que a elevação dos valores da cobrança pelo uso da água na irrigação inviabilize a atividade ou prejudique sua competitividade.

A bacia do São Francisco é uma referência bastante apropriada para avaliar o sistema de cobrança por reunir usos múltiplos de recursos hídricos (irrigação, geração hidrelétrica, abastecimento humano, indústria, transposição de águas) ultimamente em conflito devido às recentes reduções de vazão observadas na bacia como um todo. Além disso, segue o padrão de uso dominante no País em que a Agropecuária é o principal usuário e apresenta disparidade acentuada entre a quantidade de água captada (90,31% do total) e o valor cobrado (14,96% do total).

Uma forma prática de avaliar a força do sistema de cobrança no incentivo do uso racional da água é testar a metodologia e as equações de cobrança para usos hipotéticos e descobrir qual a participação do valor da cobrança pelo uso da água nos custos totais de produção. Tomando-se como referência a bacia do São Francisco serão desenvolvidos cálculos do valor cobrado para produção de 1 hectare de milho e feijão cultivados em sistema de plantio direto sob irrigação de pivô central, conforme metodologia definida em CBHSF1 (2017). O foco em cultura de grãos (milho, feijão, arroz) é importante, pois são essas culturas que geram menores valores por volume de água consumido, vide Tabela 5.12, e uma elevação nos valores cobrados as impactariam mais intensamente. Outras culturas, como frutas e hortaliças, podem ter consumo de água equivalente e custos de produção por hectare até dez vezes superior (Kelman et al., 2005; CODEVASF, 1989) e gerar valores até 74 vezes superiores (relação tomate e arroz) com a mesma quantidade de água consumida.

Para o setor de irrigação, a cobrança pelo uso da água é calculada pelo volume de água consumido por ano, na forma demonstrada pelas Equações 3.1 e 3.2 (CBHSF1, 2017).

$$\text{Valor cobrado (R\$/m}^3) = Q_{\text{consumo}} \times \text{PPU}_{\text{consumo}} \times K_{\text{consumo}} \quad \text{Equação 3.1}$$

Q_{consumo} = volume anual de água consumido, em m^3 ;

$\text{PPU}_{\text{consumo}}$ = Preço Público Unitário para o consumo de água = R\$ 0,024 na bacia do São Francisco;

K_{consumo} = coeficiente que representa percentual da água que não retorna para o corpo hídrico = 0,85 para irrigação por pivô central.

$$Q_{\text{consumo}} = Q_{\text{captada}} \times K_{\text{consumo irrigação}} \times K_{\text{consumo}} \quad \text{Equação 3.2}$$

$Q_{\text{captada}} = 6.057 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para milho. CODEVASF *et al* (1989).

$Q_{\text{captada}} = 4.573 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para feijão. CODEVASF *et al* (1989).

$K_{\text{consumo irrigação}} = K_{\text{manejo solo}} \times K_{\text{manejo irrigação}} = 0,8 \times 1 = 0,8$

$K_{\text{manejo solo}} = 0,8$ para plantio em sistema de plantio direto

$K_{\text{manejo irrigação}} = 1$ não utiliza nenhuma técnica de manejo de irrigação

$K_{\text{consumo}} = K_{\text{cap}} = K_{\text{classe}} \times K_{\text{eficiência}} \times K_{\text{rural}} = 1 \times 0,12 \times 1 = 0,12$

$K_{\text{classe}} = 1$, para classe 2 do corpo hídrico;

$K_{\text{rural}} = 1$, para setores que não sejam aquicultura e dessedentação animal.

$K_{\text{eficiência}} = K_{\text{sistema}} \times K_{\text{manejo solo}} = 0,15 \times 0,8 = 0,12$

$K_{\text{sistema}} = \text{manejo da irrigação} = 0,15$ para aspersão por pivô central

$K_{\text{manejo solo}} = \text{manejo do solo} = 0,8$ para sistema de plantio direto

Então,

$$Q_{\text{consumo}} = Q_{\text{captada}} \times K_{\text{consumo irrigação}} \times K_{\text{consumo}} \quad \text{Equação 3.2}$$

$Q_{\text{consumo feijão}} = 4.573 (\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) \times 0,8 \times 0,12 = 439 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para feijão

$Q_{\text{consumo milho}} = 6.057 (\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) \times 0,8 \times 0,12 = 581 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para milho

Logo,

$$\text{Valor cobrado (R\$/m}^3) = Q_{\text{consumo}} \times \text{PPU}_{\text{consumo}} \times K_{\text{consumo}} \quad \text{Equação 3.1}$$

$$\text{Valor cobrado milho} = 3.109 \times 0,024 \times 0,15 = \text{R\$ 1,58/ha ou US\$ 0,000077/m}^3$$

$$\text{Valor cobrado feijão} = 4.119 \times 0,024 \times 0,15 = \text{R\$ 2,09/ha ou US\$ 0,00013/m}^3$$

Obtidos os valores cobrados para cultivo irrigado de milho e feijão de R\$ 1,58 e R\$ 2,09 por hectare na bacia do São Francisco, faz-se necessário levantar os custos de produção por hectare para as culturas agrícolas e verificação o peso da cobrança sobre os custos em termos percentuais, conforme demonstrado na Tabela 3.4. O valor em US\$/m³ foi obtido pela razão entre o valor cobrado por hectare e a demanda hídrica por hectare apresentada em Q_{captada}.

Tabela 3.4 Participação da cobrança nos custos totais de produção de culturas agrícolas irrigadas via pivô central. Elaboração própria. Fontes: IFAG (2019); CBHSF1 (2017).

| Produto | Custo de Produção (R\$/ha) | Valor cobrado (R\$/ha) | Valor cobrado (US\$/m ³) ¹ | Cobrança/Custos totais (%) |
|---------|----------------------------|------------------------|---|----------------------------|
| Milho | 5635 | 1,59 | 0,000077 | 0,024 |
| Feijão | 5512 | 2,09 | 0,000130 | 0,038 |

Considerando dados da Tabela 3.4 e a hipótese de irrigante que tenha plantado 100 hectares de feijão irrigado no ano de 2019, seus custos totais de produção segundo IFAG (2019) seriam de R\$ 6.462,98, com uma produtividade esperada de 52 sacas/hectare, cotação da saca do feijão em cerca de R\$ 140,00 e demanda hídrica de 4.573 m³/ha. Nesse exemplo, nos 100 hectares, o valor da cobrança seria de R\$ 209,00, com captação de pelo menos 457.300 m³ de água bruta. Os custos totais de produção (incluídos encargos) seriam de R\$ 646.298,00, a receita bruta esperada de R\$ 728.000,00 e lucro líquido de R\$ 81.702,00. Caso valor da cobrança correspondesse a 1% dos custos de produção, o valor cobrado seria de R\$ 6.462,98 e ainda restariam de lucro líquido R\$ 75.239,02. Assim, a atividade permaneceria

¹ Cotação (média jul/2014 a jul/2019): US\$ 1 = R\$ 3,39, Investing (2019).

viável financeiramente, na hipótese, e o valor cobrado passaria a ter peso muito mais representativo na atividade produtiva.

Se esses cálculos fossem efetuados para atividades com maior valor agregado, por exemplo, fruticultura ou horticultura, o impacto da cobrança seria ainda menor. Interessante observar que na estimativa de custos de produção, elaborada por IFAG (2019), o valor referente à cobrança pelo uso da água sequer faz parte dos cálculos, provavelmente por se situar em região em que não foi implementada a cobrança. O valor cobrado pelo uso da água por hectare (R\$ 209,00) corresponde a menos da metade da despesa estimada com energia elétrica (R\$ 460,80) para movimentação do pivô central durante todo o ciclo do feijão.

A participação da cobrança nos custos totais de produção é fundamental para avaliar em que medida a cobrança contribui para o reconhecimento da água como bem econômico, indicar seu valor real e incentivar a racionalização do uso da água. Paralelamente a esses objetivos, a pesquisa deve também se debruçar sobre o papel da cobrança para o levantamento de valores e realização de investimentos em benefício da bacia hidrográfica, objetivo estabelecido no art. 19, inciso III, da Lei nº 9.433, de 1997 (PNRH).

O foco do trabalho nesta parte será avaliar qual a proporção dos recursos está sendo reinvestida na bacia hidrográfica na forma de obras e serviços de saneamento (estações de tratamento de efluentes, infraestrutura para gestão de resíduos sólidos) e de recuperação hidroambiental (reflorestamento, recuperação de áreas degradadas), intervenções concretas, visíveis e que causam impacto positivo em termos de melhoria de indicadores ambientais e de recursos hídricos, além de propiciar melhoria na qualidade de vida e nas condições de trabalho para usuários da bacia. A formação de conhecimento sobre a bacia hidrográfica também possui importância e deve ser contemplada com recursos da cobrança, por meio da contratação de estudos e consultorias, mas não poderia ser como regra a finalidade principal da aplicação dos recursos da cobrança.

Para essa avaliação, tomam-se como base duas bacias hidrográficas importantes do ponto de vista de arrecadação e com perfis de uso bastante diferentes: Bacia do São Francisco, com uso Agropecuário predominante, e Bacia do Paraíba do Sul, onde preponderam os usos Saneamento e Indústria.

No campo do planejamento, a bacia do São Francisco se pauta pelo Plano de Aplicação Plurianual (PAP) 2018-2020, que organiza as despesas e investimentos a serem feitos com

recursos da cobrança no período de três anos, segregando-as em três grupos de ações: i) ações de gestão; ii) ações de planejamento; e iii) ações estruturais, na forma da Tabela 3.5.

Tabela 3.5. Distribuição dos recursos por grupos de ações segundo PAP 2018-2020 da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Fonte: CBHSF2 (2017). Elaboração própria.

| ANO | 2018 | 2019 | 2020 | TOTAL | % |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------|
| Ações de Gestão (R\$) | 19.133.800 | 20.783.800 | 16.183.800 | 56.101.400 | 38 |
| Ações de Planejamento (R\$) | 12.150.000 | 6.250.000 | 5.300.000 | 23.700.000 | 16 |
| Ações Estruturais (R\$) | 20.100.000 | 26.000.000 | 21.500.000 | 67.600.000 | 46 |
| TOTAL (R\$) | 51.383.800 | 53.003.800 | 42.983.800 | 147.401.400 | 100 |

Percebe-se que no campo do planejamento há predominância de investimentos em obras e serviços de saneamento e de recuperação hidroambiental (Ações Estruturais). O detalhamento das Ações Estruturais planejadas consta na Tabela 3.6.

Tabela 3.6. Ações Estruturais previstas no PAP 2018-2020 da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Fonte: CBHSF2 (2017)

| Ações Estruturais (R\$) | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Implantação de sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, tratamento de resíduos sólidos e de drenagem urbana em pequenos núcleos comunitários | 2.000.000 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| Implantação de alternativas para convivência com o semiárido (energia alternativa, coleta de água de chuva, segurança hídrica – conceito ONU) | 1.500.000 | 2.000.000 | 1.500.000 |
| Obras e serviços de Proteção, Recuperação e Conservação Ambiental | 11.600.000 | 18.000.000 | 15.000.000 |
| Serviços e obras emergenciais, especiais, excepcionais | 5.000.000 | 4.000.000 | 3.000.000 |
| TOTAL | 20.100.000 | 26.000.000 | 21.500.000 |

Em 2018, foram cobrados em corpos hídricos de domínio da União no São Francisco cerca de R\$ 25 milhões e efetivamente arrecadados R\$ 23 milhões. Do total arrecadado, as despesas de custeio não podem ultrapassar 7,5% (R\$ 1,7 milhão) por força do § 1º do art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997. De acordo com CBHSF (2018), as despesas de custeio em 2018

foram de R\$ 3,68 milhões, valor acima do limite. Restaram então R\$ 21,32 milhões para serem investidos na bacia, dos quais R\$ 18,54 milhões foram efetivamente desembolsados e R\$ 2,78 milhões foram adicionados às reservas financeiras do comitê.

Os valores efetivamente aplicados em obras e serviços de saneamento e de recuperação hidroambiental, excluindo-se estudos e elaboração de planos, somaram R\$ 3,26 milhões, conforme demonstrado na Tabela 3.7, e correspondem a 14,1% do total arrecadado (R\$ 23 milhões) em 2018. Portanto, o CBHSF planejou aplicar em média 46% dos recursos arrecadados em Ações Estruturais e aplicou apenas 14,1% do total arrecadado em obras e serviços de saneamento e de recuperação ambiental. Dos 31,9% faltantes, parte foi aplicada em planos de saneamento básico e estudos, e outra parte não foi executada e passou a constituir fundo de reserva, o qual alcançou ao final de 2018 mais de R\$ 75 milhões

Tabela 3.7. Valores investidos em obras e serviços de engenharia, excluídos estudos e planos, no exercício financeiro de 2018. Fonte: AGB PEIXE VIVO (2019).

| OBRAS E SERVIÇOS DE SANEAMENTO E DE RECUPERAÇÃO HIDROAMBINETAL | Valor (em R\$) |
|---|-----------------------|
| Execução de serviços de recuperação hidroambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Branco, município de Barreiras/BA. | 110.758,51 |
| Execução de serviços de recuperação hidro na Bacia Hidrográfica do Riacho Tinguis, município de Macaúbas/BA. | 91.507,16 |
| Execução de serviços de recuperação hidroambiental na Bacia do Rio Curitiba, Canindé de SF, Sergipe. | 383.906,96 |
| Execução de serviços de recuperação hidroambiental na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Pedro, São Sebastião do Oeste/MG | 519.905,94 |
| Execução de serviços recuperação hidroambiental do Rio Piauí, município de Coruripe e adjacências, baixo SF, AL. | 832.296,29 |
| Execução de serviços de recuperação hidroambiental na Bacia do Córrego Confusão São Gotarde, Minas Gerais. | 105.047,92 |
| Contratação de serviços pessoa jurídica para execução das obras e serviços de Estrada Vicinal de acesso ao povoado de Resina, município de Brejo Grande - SE, Baixo São Francisco | 583.898,36 |

| | |
|---|----------------------|
| Contratação de pessoa jurídica para execução de serviços de recuperação hidroambiental na bacia hidrográfica do Rio Caatinga, município de Jacobina, estado da Bahia. Pagto residual | 45.987,07 |
| Execução de serviços de recuperação hidroambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Preto, município de Mirangaba, estado da Bahia. Pagto residual | 35.719,07 |
| Contratação de pessoa jurídica para execução das obras e serviços de construção civil para adequação de um viveiro de mudas nativas no município de Patos de Minas/MG. | 142.498,60 |
| Contratação de pessoa jurídica para elaboração de projeto executivo de engenharia para implantação de estrada vicinal rural não pavimentada no povoado de Resina, Brejo Grande/SE. | 1.801,24 |
| Contratação de consultor para elaboração de projetos executivos de engenharia para implantação de sistema de irrigação em viveiro de mudas florestais em Patos de Minas/MG. | 4.226,76 |
| Contratação de consultor para elaboração de projetos executivos de engenharia para realização de construções e reformas de infraestruturas de viveiro de mudas florestais em Patos de Minas/MG. (Valor residual) | 6.600,18 |
| Contratação de empresa especializada para realização de sondagens e elaboração de laudos geotécnicos no município de Lapão, Bahia, Médio São Francisco. | 311.910,21 |
| Contratação de empresa de engenharia para elaboração de estudo de concepção, projeto básico e projeto executivo de um sistema de abastecimento de água da aldeia Tuxá, Rodelas/BA. | 89.037,50 |
| TOTAL INVESTIDO EM OBRAS E SERVIÇOS DE SANEAMENTO E RECUPERAÇÃO HIDROAMBIENTAL (A) | 3.265.101,77 |
| TOTAL ARRECADADO NA BACIA - 2018 (B) | 23.080.728,00 |
| PROPORÇÃO A/B | 14,1% |

A realidade da cobrança no Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) guarda algumas semelhanças com a do São Francisco. A execução do Plano

de Aplicação Plurianual 2017-2020, elaborado pelo comitê, planeja investimentos em oito componentes, conforme Tabela 3.8.

Tabela 3.8 Plano de Aplicação Plurianual 2017-2020 para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Valores atualizados até 12/07/2019. Fonte: CEIVAP1 (2019) adaptado.

| COMPONENTE | PLANEJADO 2017-2020 (\$) | % DO TOTAL | CONTRATADO ATÉ JUL/19 (\$) | CONTRATADO (%) |
|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1. Gerenciamento de Recursos Hídricos | 20.189.129 | 10,89 | 9.679.055 | 47,9% |
| 2. Recuperação da Qualidade Ambiental | 71.849.304 | 38,77 | 24.356.709 | 33,9% |
| 3. Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos | 31.211.827 | 16,84 | 10.617.331 | 34,0% |
| 4. Atendimento a Deliberação CEIVAP | 23.743.590 | 12,81 | 4.833.962 | 20,3% |
| 5. Atendimento ao Contrato de Gestão ANA | 25.994.856 | 14,00 | 12.595.564 | 48,4% |
| 6. Custeio ANA e Transposição Guandu | 9.418.822 | 5,08 | 9.418.822 | 100,0% |
| 7. Instalações da Sede do CEIVAP/AGEVAP | 400.000 | 0,22 | 0 | 0% |
| 8. Recurso para Acompanhamento (CAIXA) | 2.555.316 | 1,38 | 2.555.316 | 100% |
| TOTAL | 185.312.845 | 100,00 | 74.056.761 | 40% |

Com base na Tabela 3.8, verifica-se que apenas 40% dos valores previstos no PAP 2017-2020 foram contratados, embora ainda falte cerca de um ano e meio até o término de sua vigência. Considerando que os componentes 2 e 3 reúnem a maior parte das obras e serviços de saneamento e de recuperação hidroambiental, verifica-se que os valores contratados para essas ações (R\$ 34,97 milhões, em 2,5 anos) correspondem a 47,2% do total contratado, proporção um pouco abaixo do planejado que era de 55,61%. Em comparação com a bacia

do São Francisco, a proporção é muito superior ao valor de 14,1% observado na Tabela 3.7, o que pode significar uma eficiência administrativa do CEIVAP superior à do CBHSF para execução de obras e serviços de saneamento e de recuperação hidroambiental.

A Figura 3.1 ilustra a distribuição dos projetos ao longo da bacia do Paraíba do Sul para variados componentes. Cabe destacar que os componentes 2 e 3 apresentaram maior número de projetos e maior abrangência ao longo da bacia.

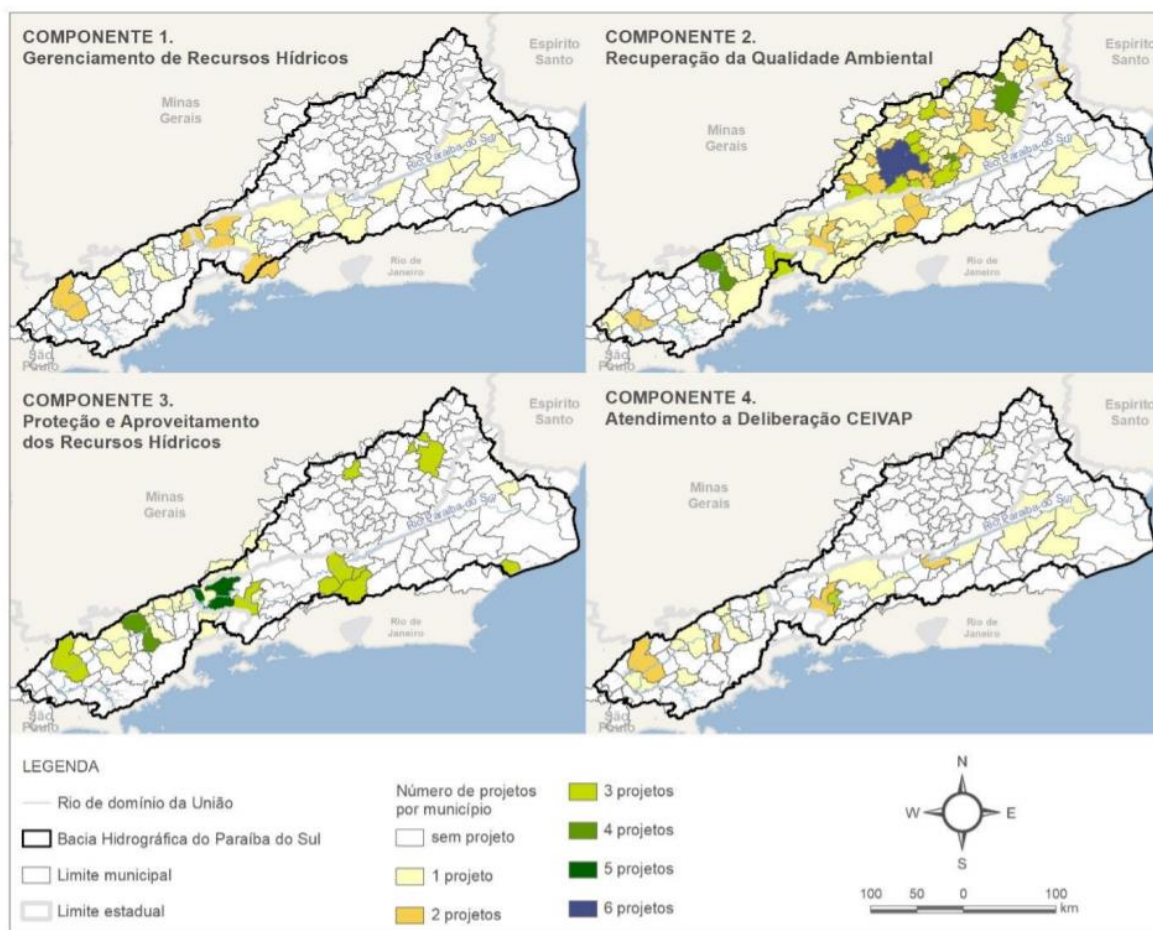


Figura 3.1. Distribuição dos projetos do CEIVAP por município, 2018. Fonte: CEIVAP2 (2019)

Os dados apresentados subsidiarão as Discussões do Capítulo 5 com vistas a identificar gargalos e oportunidades de aperfeiçoamentos no sistema de cobrança realizado no Brasil.

3.3 MERCADOS DE ÁGUA: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

3.3.1 Austrália

A experiência australiana com mercados de água indica ganhos importantes na economia regional, onde a água é comercializada, com um impacto global positivo no Produto Interno Bruto do país. Bonviller *et al*, 2016 estimam ganhos de US\$ 555 milhões, em anos de escassez hídrica, e US\$ 201 milhões em anos de abundância relativa, sugerindo que os mercados de água poderiam amortecer os impactos negativos das secas na economia australiana (Bonviller *et al*, 2016). A Comissão Nacional de Águas (NWC, 2010) estimou em US\$ 2 bilhões de dólares o tamanho do mercado de águas no período 2008-2009.

No mesmo período, de seca extrema, a Comissão calcula que houve um aumento do PIB da região sul da bacia do Murray-Darling em mais de US\$ 259 milhões de dólares, com a seguinte participação por estado: US\$ 190 milhões para Victoria; US\$ 56 milhões para Nova Gales do Sul e US\$ 13 milhões para South Australia. (NWC, 2010). A NWC estimou um benefício econômico de US\$ 154 milhões atribuído à alocação eficiente dos recursos hídricos entre irrigantes.

Mesmo em anos de seca a bacia manteve sua capacidade produtiva. NWC (2011) revela que na agricultura irrigada a água disponível reduziu 53% entre 2005-06 e 2008-09, enquanto as estimativas de valor adicionado pela agricultura caíram somente 29% no mesmo período. De acordo com a instituição, essa queda em menor proporção é indicativa de que a eficiência alocativa amorteceu os impactos econômicos na bacia por meio do deslocamento dos direitos de uso para usos de maior valor, em particular a horticultura especializada.

Grafton *et al* (2011) analisaram os mercados de água na Austrália, na África do Sul, no Chile, na China e no Oeste dos Estados Unidos em termos de Bases Institucionais, Eficiência Econômica e Sustentabilidade Ambiental. Concluíram que a Austrália é o país que possui o melhor funcionamento dos mercados de água, considerando as avaliações nesses três critérios.

A bacia de referência para estudo na Austrália, devido à alta atividade dos mercados de água, é a do rio Murray-Darling, cuja extensão é de mais de 2.500 km. Os mercados de água da

bacia de Murray-Darling são referência nas transações dentro do setor agrícola, que representa 60% dos usos. Os três grandes centros urbanos da região possuem abastecimento urbano adequado e as transações entre usos urbanos e rurais são virtualmente inexistentes. Apesar disso, um mercado de águas ativo existe na realocação da água dentro do setor agrícola, com um fluxo de negociações de culturas de baixo valor agregado para cultura de alto valor agregado, sobre tudo uva e vinho (Chong *et al*, 2016). A Figura 3.2 ilustra a bacia do rio Murray-Darling, com destaque para a região Sul (verde), onde ocorrem cerca de 90% das transações.

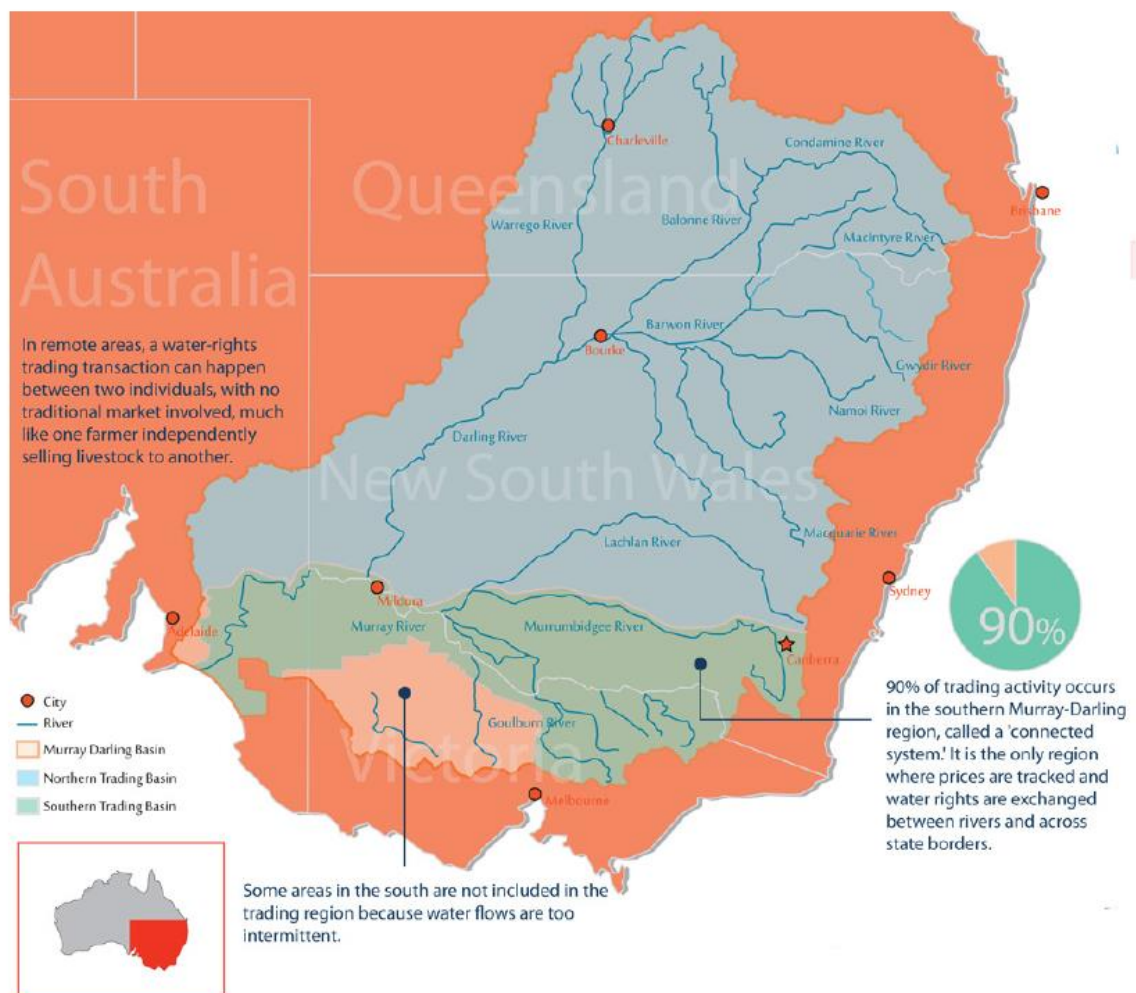
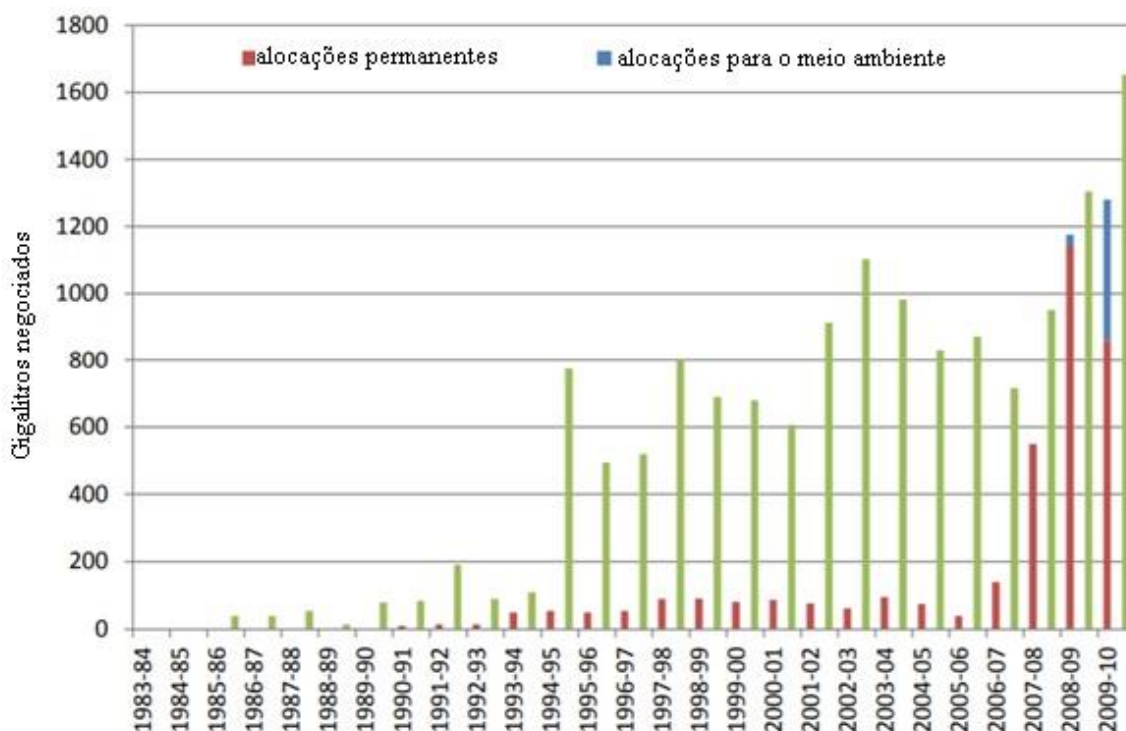


Figura 3.2. Bacia hidrográfica do Murray-Darling na Austrália. Fonte: Maddocks *et al.* (2013)

De acordo com Bjornlund e McKay (1998) quase todas as transferências observadas (cerca de 92%) são resultado de negociação entre irrigantes privados. Segundo os autores, causa provável dessa realidade é a presença relativamente escassa de indústrias e regiões urbanas

na bacia hidrográfica do Murray-Darling. O volume de água transacionado nos mercados australianos ao longo do tempo está demonstrado no Gráfico 3.3.

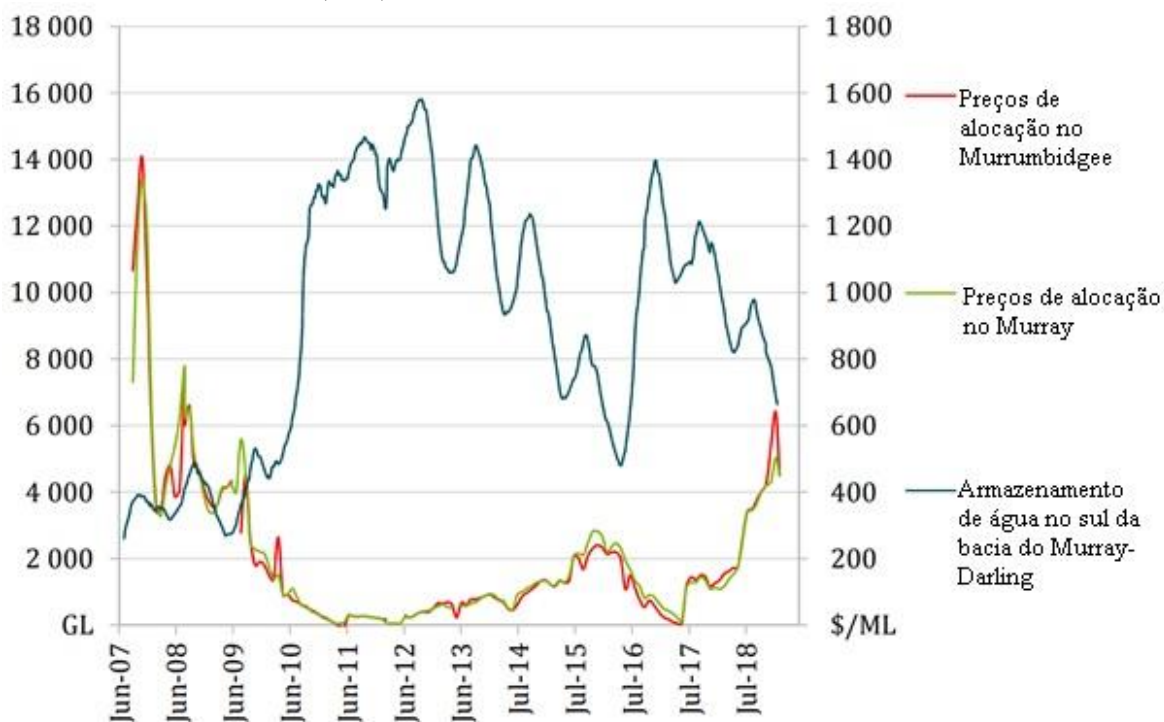
Gráfico 3.3. Comportamento do mercado de água quanto a alocações temporárias (verde) e permanentes (vermelho) na parte sul da bacia de Murray-Darling de 1983 a 2010. Fonte: FARGHER, 2014, traduzido.



Importante destacar o aumento de transações no período 2007-2008, devido a um período de seca prolongada (Seca do Milênio) na bacia do Murray-Darling. Essa condição de alta atividade nos mercados de água continuou sendo observada nos anos seguintes, com alta atividade, entre 2008 e 2010, nas transações permanentes de direito de uso (em vermelho) e de transações com fins ambientais - vazão ecológica (em azul) (Fargher, 2014). Esse movimento pode ser explicado pelo aumento da aversão ao risco dos produtores em face da grande seca ocorrida.

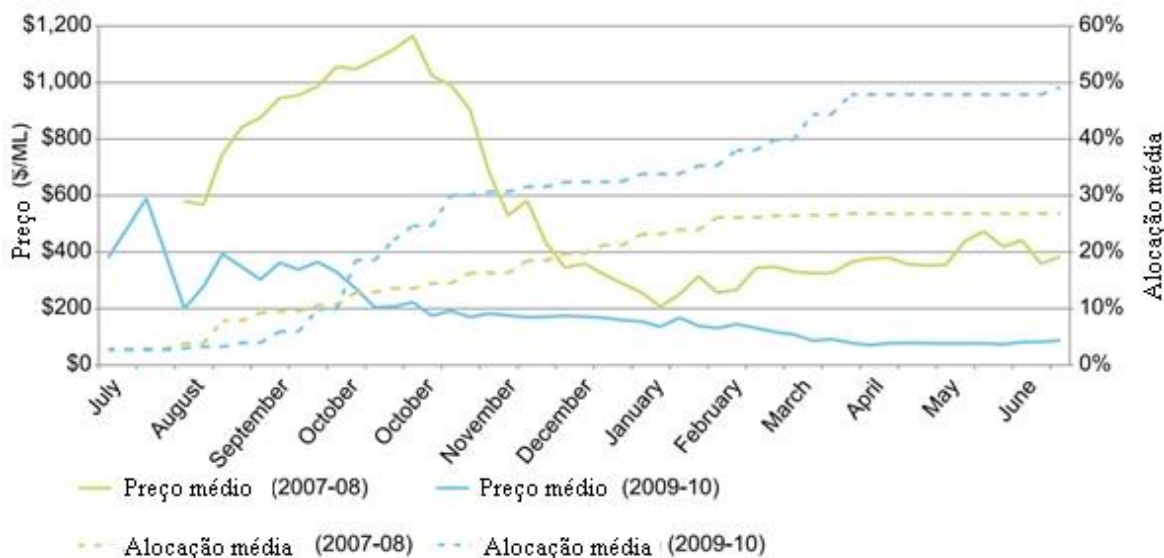
O Gráfico 3.4. ilustra o comportamento dos mercados de água na região do Murray-Darling, porém com enfoque na variação do preço médio da água ao longo dos anos e para a capacidade de reserva de água na bacia.

Gráfico 3.4. Comportamento do mercado de água quanto ao preço da água e volume de água reservado entre 2007-2018. Fonte: ABARES (2019), traduzido.



Com base nas curvas do Gráfico 3.4, verifica-se que entre 2007-2018 o preço máximo alcançado foi próximo a US\$ 0,98/m³ (1400 AUD/ML) e que durante a maior parte do tempo nesse intervalo o preço se situou abaixo de US\$ 0,14/m³ (200 AUD/ML). O Gráfico 3.5 demonstra em detalhe a variação dos preços e o percentual de alocação durante o período de seca mais intensa (2007-2008) e no período em que houve reestabelecimento das reservas de água (2009-2010).

Gráfico 3.5. Comportamento do mercado de água quanto ao preço e percentual de alocações. Fonte: NWC (2011), traduzido.



As curvas do gráfico 3.5 revelam que no período de seca intensa (2007-2008) houve alta do preço² da água e até atingir um máximo de aproximadamente 0,84 US\$/m³ (1200 AUD/ML) seguido de uma baixa até um mínimo de US\$ 0,14 (200AUD/ML). No período de reestabelecimento das reservas hídricas (2009-2010), houve um pico de US\$ 0,42 (600AUD/ML) na estação seca e um mínimo de US\$ 0,06/m³ (80AUD/ML) na chuvosa. Portanto, os preços nos mercados de água australianos apresentam resposta tempestiva às alterações de oferta e demanda de água.

Os Gráficos 3.4 e 3.5 demonstram a forte e inversa relação entre a disponibilidade de água e o preço da água no mercado. Os preços dessas negociações alcançaram seu máximo em 2007-2008 com a preocupação de que as condições de seca de 2006-2007 fossem repetidas. Em contrapartida, 2010-2011 foi caracterizado por preços substancialmente mais baixos devido à melhora nas condições hidrológicas. Os preços caíram firmemente depois dessa temporada, quando a disponibilidade hídrica se tornou regular (Fargher, 2014).

O comportamento da produção de arroz (cultura com alto consumo de água) na bacia de Murray-Darling é um indicador pertinente para avaliar a eficiência alocativa da água nos períodos de escassez hídrica. O Gráfico 3.6. mostra forte relação inversa entre a produção de arroz, a disponibilidade de água e o volume de alocação de águas para esse fim nos períodos e seca de 2002-2003 e 2006-2010.

Gráfico 3.6. Produção de arroz (em toneladas) e alocações de água anuais (em %) na bacia de Murray-Darling. Fonte: Fargher (2014), traduzido.



² 1AUD = US\$ 0,7

Fargher (2014) relata que, embora o preço do arroz tenha subido nas secas, a sua produção não foi encorajada, porque o alto preço da água no mercado manteve inviável a produção dessa cultura. As negociações de direitos de uso de água foram vitais para que os produtores de arroz passassem pela crise de água com garantia de renda e a baixo risco. Durante a seca, prevaleceram culturas com alto valor gerado por volume de água consumido. A redução na produção do arroz foi compensada com a importação de outros mercados produtores, provavelmente países asiáticos vizinhos.

Segundo (NWC, 2010) vontade dos irrigantes de participar dos mercados aumentou sensivelmente após o período das secas. De acordo com pesquisa do *Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences*, mais de 90% dos produtores de cultivos irrigados da bacia de Murray-Darling sentem que a possibilidade de negociar direito de uso de água os ajudaram nos negócios da fazenda.

Isso reflete o crescimento da adesão aos mercados de água, um melhor entendimento sobre o seu funcionamento e a indicação de que os irrigantes desenvolveram estratégias de gestão de envolvem a negociação de água. A grande participação nos mercados de água pode ser atribuída às melhorias promovidas no funcionamento do mercado, as quais reduziram os custos de transação e aumentaram a confiança dos compradores e vendedores nos mecanismos de mercado (Fargher, 2014).

3.3.2 Chile

A experiência com mercados de água no Chile demonstra que esse instrumento seguiu o padrão internacional e se desenvolveu de forma mais ativa em regiões onde há maior competição pela água. Segerfeldt (2005) afirma que a agricultura chilena logrou uma transformação drástica graças aos mercados de água, conseguiu migrar de culturas de baixo valor, isto é, de forragens, cereais e oleaginosas para frutas e vinhos. Sem investimentos significativos em infraestrutura, o Chile, entre 1975 e 1990, aumentou sua produtividade agrícola em 6% ao ano e se tornou o maior exportador de frutas de inverno para o hemisfério Norte.

O autor complementa que o serviço de abastecimento de água potável cresceu mais rápido do que em qualquer outro país: em 1975, 27% dos chilenos radicados em áreas rurais e 63% dos que viviam em cidades tinham acesso a um sistema de abastecimento de água potável.

Em 2005 os números eram de 95% e 99%, respectivamente, os percentuais mais altos de todos os países de renda média.

Jouravlev (2005) destaca que os mercados de água ajudaram a: i) facilitar a alocação de água de usos de menor valor a usos de maior valor, ou seja, da agricultura tradicional ao abastecimento humano, à agricultura voltada à exportação e à mineração; ii) mitigar o impacto das secas ao permitir o deslocamento de direitos de uso de água de cultivos anuais para cultivos permanentes (frutas, principalmente); iii) permitir realocação em bacias hidrográficas onde os recursos hídricos já estavam totalmente alocados, permitindo por exemplo que no norte do Chile empresas de mineração e abastecimento humano acessassem água a preço mais vantajoso nos mercados do que o obtido com expansão de novas captações ou por técnicas de dessalinização.

Hearne e Easter (1997) relatam outros tipos de benefício. Por exemplo, a cidade de La Serena foi capaz de adiar a construção de um reservatório comprando 28% de seus direitos de água dos agricultores vizinhos que tinham excedentes para vender. Da mesma forma, a cidade de Arica, na região desértica do Norte, conseguiu adquirir as águas subterrâneas de agricultores para atender às necessidades dos usos urbanos. Além disso, Thobani (1997) relata que a cidade de Santiago iniciou um processo de modernização das redes urbanas de distribuição de água potável, com reparos e vazamentos, ao notar que não receberia mais direitos sobre a água gratuitamente e que os valores da água no mercado poderiam ser bastante elevados.

O Vale do *Limarí* é a região onde os mercados de água são mais ativos no país. Gómez (2013) relata que, entre 1976 e 2007, o uso da terra agrícola mudou bastante na região, saindo de cultivos de baixo rendimento, como cereais, para os de alto rendimento como frutas, uva e vinho. Os principais produtos de exportação correspondem a uvas frescas, abacates, citros, suco e uva e vinhos, com vendas anuais aproximadas de US\$ 300 milhões. (Corfo, 2005)

A região do *Limarí* é bastante árida com precipitação anual entre 100mm (Norte) e 200mm (Sul) e alto coeficiente de variação (Ferrando, 2003). Normalmente essa zona é afetada por períodos secos de 5 a 6 anos de duração em cada década. A superfície com aptidão agrícola da bacia é de aproximadamente 61.800 hectares, dos quais 44.000 encontra-se sob irrigação, principal atividade econômica desenvolvida (INE, 2007). Culturas agrícolas de alto valor ocupam a seguinte proporção da área cultivada: frutas (32,6%), uva (13,5%), hortaliças

(7,7%), o que corresponde a 53,8% da área total cultivada. A figura 3.3 ilustra o formato da bacia, a localização dos principais reservatórios e a distribuição das áreas cultivadas, e o Gráfico 3.7 detalha a distribuição do uso do solo para cultivos agrícolas.

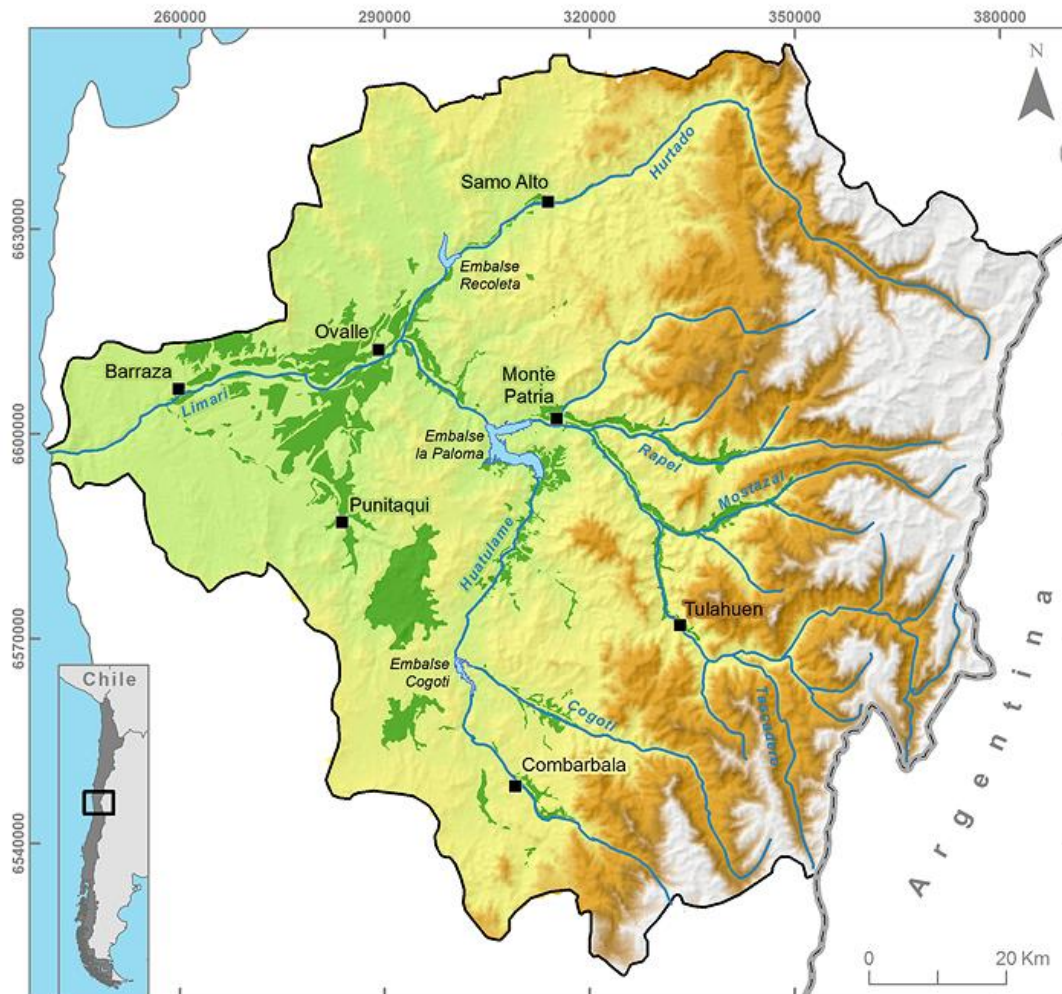
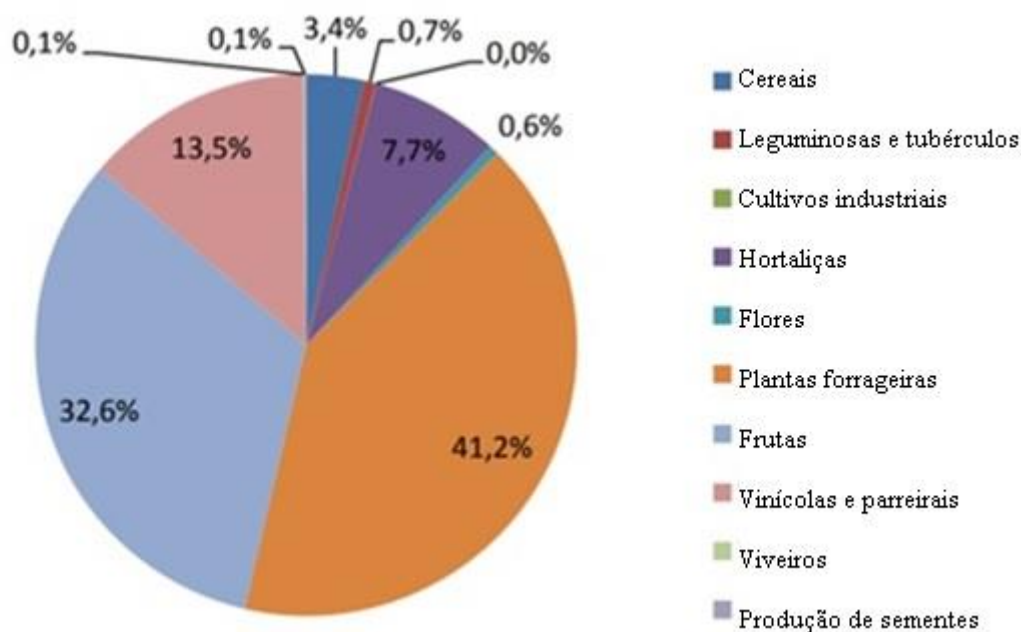


Figura 3.3: Bacia Hidrográfica do rio Limarí no Chile. Em verde, áreas cultivadas . Fonte: ITT (2013).

Gráfico 3.7. Culturas agrícolas por área cultivada na Província de Limarí. Fonte: Gómez (2013), traduzido.



Com relação à atividade dos mercados, Jouravlev (2005) comenta que, embora ela seja intensa nas bacias dos rios Elque e Limarí, ao longo de 10 anos de funcionamento, em termos globais, apenas 5% dos direitos de uso de água foram transacionados entre usuários. As vendas de direitos de uso partiram, na maioria dos casos, de usos sobressalentes ou de usuários que não faziam mais uso do direito para o fim previsto, por exemplo áreas agrícolas que haviam sido incorporadas a áreas urbanas. Na bacia dos rios Murray-Darling, comparativamente, 50% dos direitos de uso foram alocados em um ano de escassez e as transações são feitas via plataforma online sem burocracia.

A baixa atividade do mercado de águas chileno pode indicar maiores custos de transação, necessidade de implementação de plataforma para conectar usuários compradores e vendedores e de melhor dimensionamento do mercado de água. Considerando a baixa interconectividade das bacias hidrográficas chilenas, um usuário de água do Norte não deveria poder comprar direitos de uso de um usuário do Sul, pois os sistemas hidrográficos não se comunicam. Ademais, a atividade dos mercados é naturalmente mais baixa em regiões como no Sul do país, onde há vasta disponibilidade hídrica e baixa densidade populacional.

O perfil de compradores e vendedores de direitos de uso de água superficial no Chile, ao longo do tempo, está demonstrado na Gráficos 3.8 e 3.9.

Gráfico 3.8. Perfil dos compradores de direitos de uso de água superficial no Chile, em termos de número de transações. Fonte: CNR (2013).

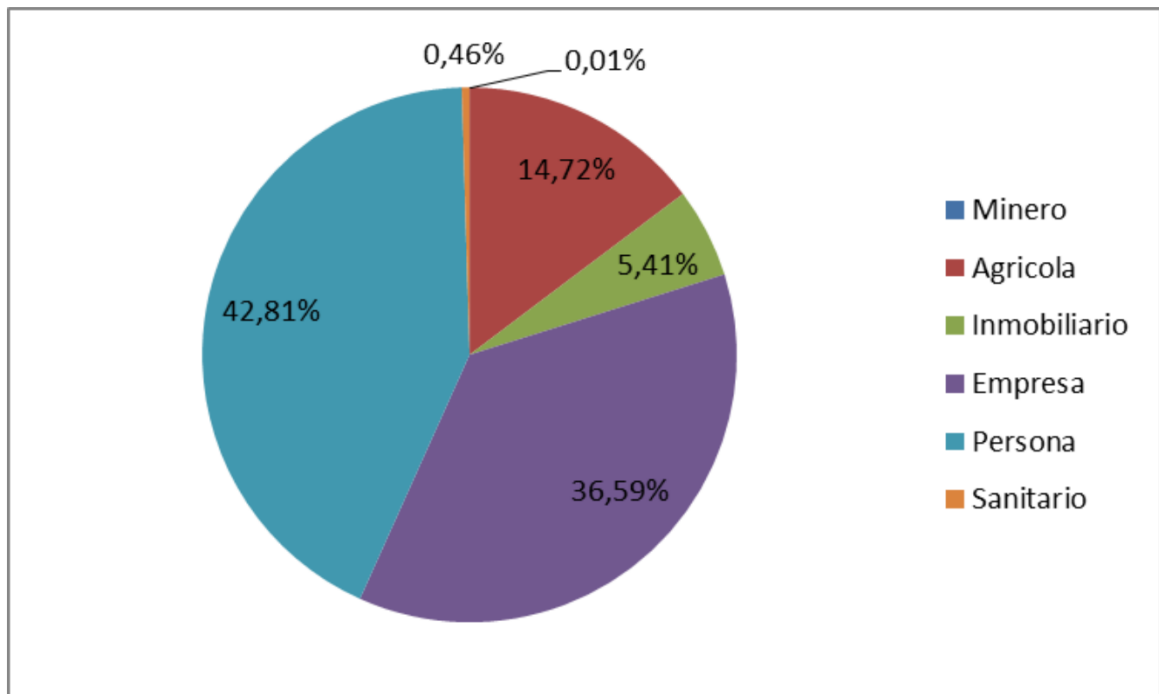
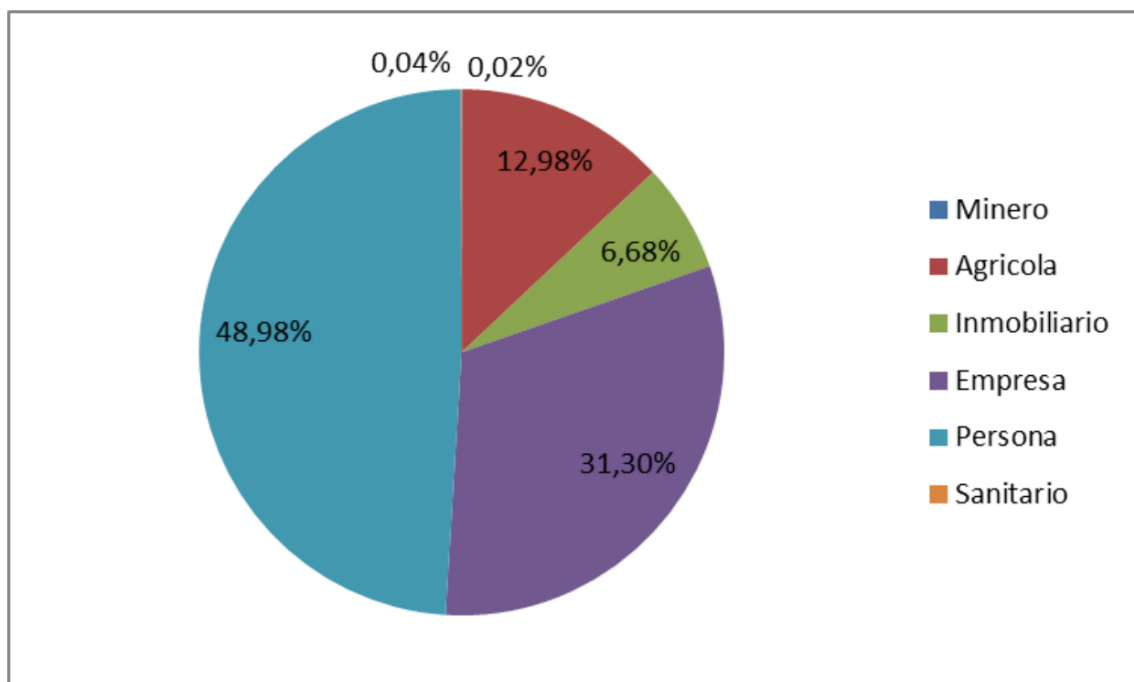


Gráfico 3.9. Perfil dos vendedores de direitos de uso de água superficial no Chile, em termos de número de transações. Fonte: CNR (2013).



Em termos de participação por setor econômico, conclui-se que entre os compradores de direitos de uso predominam Pessoas Físicas (Persona) e Empresas (predominantemente empresas industriais), seguido do setor Agrícola, Imobiliário e Sanitário. Do lado dos vendedores, lideram as Pessoas Físicas, seguidas empresas Empresas, setor Agrícola, Imobiliário e de Saneamento. Com base nesses dados, conclui-se que o setor de saneamento praticamente não participa dos mercados, possivelmente por já ter acesso facilitado à outorga como uso prioritário. O setor Empresa (Indústria) é o maior *player* do mercado. O grupo Persona pode indicar os intermediadores que participam do mercado sem finalidade específica de uso, para garantir sua liquidez.

A respeito do valor das transações, World Bank (2011) acrescenta que há enorme dispersão nos valores negociados, que pode significar assimetria de informações no mercado entre compradores e vendedores, porém foram identificados preços maiores no Norte (mais seco) e preços mais baixos no Sul do país (mais úmido), indicando que o mercado tem refletido os efeitos da escassez hídrica. Os valores médios das transações de compra e venda estão dispostos nas Tabelas 3.9 e 3.10.

Tabela 3.9. Preço médio de compra de direitos de uso de água por setor. Adaptado de CNR (2013)

| SETOR COMPRADOR | PREÇO MÉDIO (US\$/L.s ⁻¹) |
|-----------------|---------------------------------------|
| Mineração | - |
| Agrícola | 9,52 |
| Imobiliário | 6,97 |
| Empresa | 11,20 |
| Pessoa Física | 8,33 |
| Saneamento | 5,49 |
| MÉDIA | 8,30 |

Tabela 3.10. Preço médio de venda de direitos de uso de água superficial por setor. Adaptado de CNR (2013)

| SETOR VENDEDOR | PREÇO MÉDIO (US\$/L.s ⁻¹) |
|----------------|---------------------------------------|
| Mineração | 0,64 |
| Agrícola | 5,56 |

| | |
|---------------|-------|
| Imobiliário | 14,65 |
| Empresa | 10,78 |
| Pessoa Física | 8,27 |
| Saneamento | 0,13 |
| MÉDIA | 6,67 |

Os dados das tabelas revelam que o setor que compra água a valores mais baixos é o Saneamento e o que paga valores mais altos é o Empresa (Indústrias), o que pode significar que há demanda maior por água no setor industrial. Em contrapartida, nas operações de venda, os valores mais baixos praticados são dos setores de Saneamento e Mineração e os mais altos Imobiliário e Empresa, o que leva a concluir que esses dois últimos setores são os que têm menor interesse em vender seus direitos.

Com relação aos setores de Mineração e Saneamento, considerando o baixo número de transações e baixa participação desses no mercado, é temerário tirar conclusões com relação ao preço. Segundo CNR (2013), na Mineração houve 1 venda e nenhuma compra, e no Saneamento 7 compras e 1 venda, no período. De outro lado, o setor mais ativo Pessoa Física (Persona) realizou 1295 transações de compras de direitos de uso e 1345 de vendas; e o setor industrial (Empresa) realizou 1098 compras e 911 vendas de direito de uso.

3.3.3 Estados Unidos

Nos Estados Unidos, os principais mercados de água situam-se na porção Oeste do país, região mais árida, com destaque para os estados: Califórnia, Colorado, Texas e Arizona. Os distritos agrícolas dessa região são grandes consumidores de água para irrigação e produtores de alimentos de importância nacional.

As potencialidades e limitações de um mercado de água na Califórnia são avaliadas por Newlin *et al.* (2002), que associam ao mercado de água um benefício potencial médio de US\$ 700 milhões por ano, podendo alcançar em alguns anos US\$ 1,2 bilhão. A Califórnia produz quase metade do total de hortaliças dos EUA e mais da metade das frutas e castanhas daquele país, segundo Culp *et al.* (2014). O autor explica que o estado, em 2012, produziu quase US\$

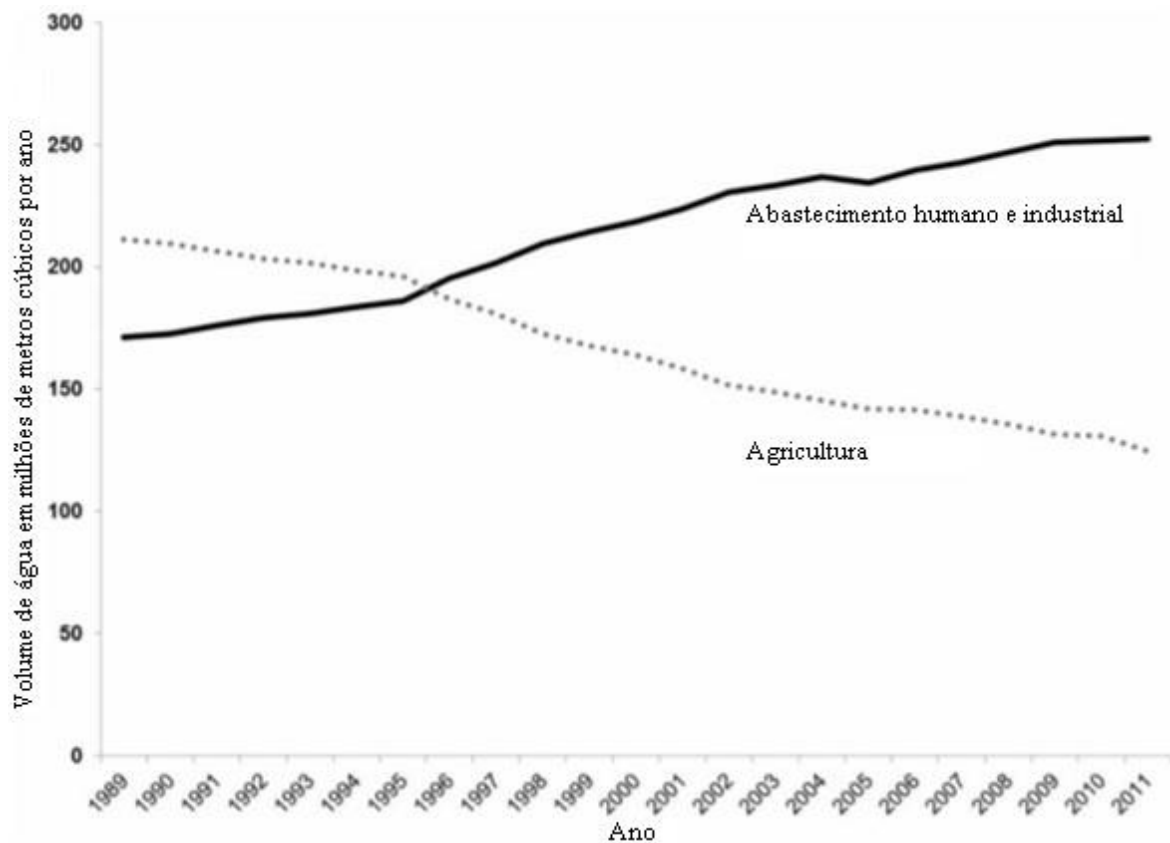
45 bilhões em produtos agrícolas, produção liderada pela região do *Central Valley* e por distritos agrícolas situados no Sul.

No Arizona, o mesmo autor associa a precificação da água e o estabelecimento de mercados com investimentos em eficiência hídrica. Na cidade de Phoenix, por exemplo, utiliza-se hoje menos água do que se utilizava há várias décadas, apesar da duplicação ou triplicação de sua população durante o período. Algumas regiões agrícolas, como a região de Yuma, no Arizona, também aumentaram substancialmente sua produtividade agrícola nas últimas décadas sem aumentar sua demanda de água.

No estado do Colorado, destaca-se o Projeto Colocado-Big Thompson (CB-T, em inglês) que se utiliza dos mercados de água para transferir águas entre bacias hidrográficas da região Leste do estado para a Oeste (mais populosa). O CB-T distribui água para 30 cidades e vilarejos, com águas provenientes de uma área de drenagem de cerca de 240.000 hectares de fazendas na porção Sul. A água no Projeto CB-T é administrada utilizando-se seis grandes reservatórios com a capacidade de armazenamento combinada de mais de 1,2 bilhão de metros cúbicos de água, 56 quilômetros de túneis e 153 km de canais (Brown, 2006). A titularidade das águas pertence ao Distrito de Conservação do Norte do Colorado (NDWCD, em inglês), um distrito de irrigação, que negocia cerca de 30% das águas no mercado para usos agrícola, urbano e misto, segundo Debaere *et al* (2014). Após a implantação do Projeto CB-T e do início da operação dos mercados de água, os autores observam que houve uma migração de usos de água agrícolas para usos urbanos e industriais (que superaram os agrícolas em 1996), conforme apresentado no Gráfico 3.10.

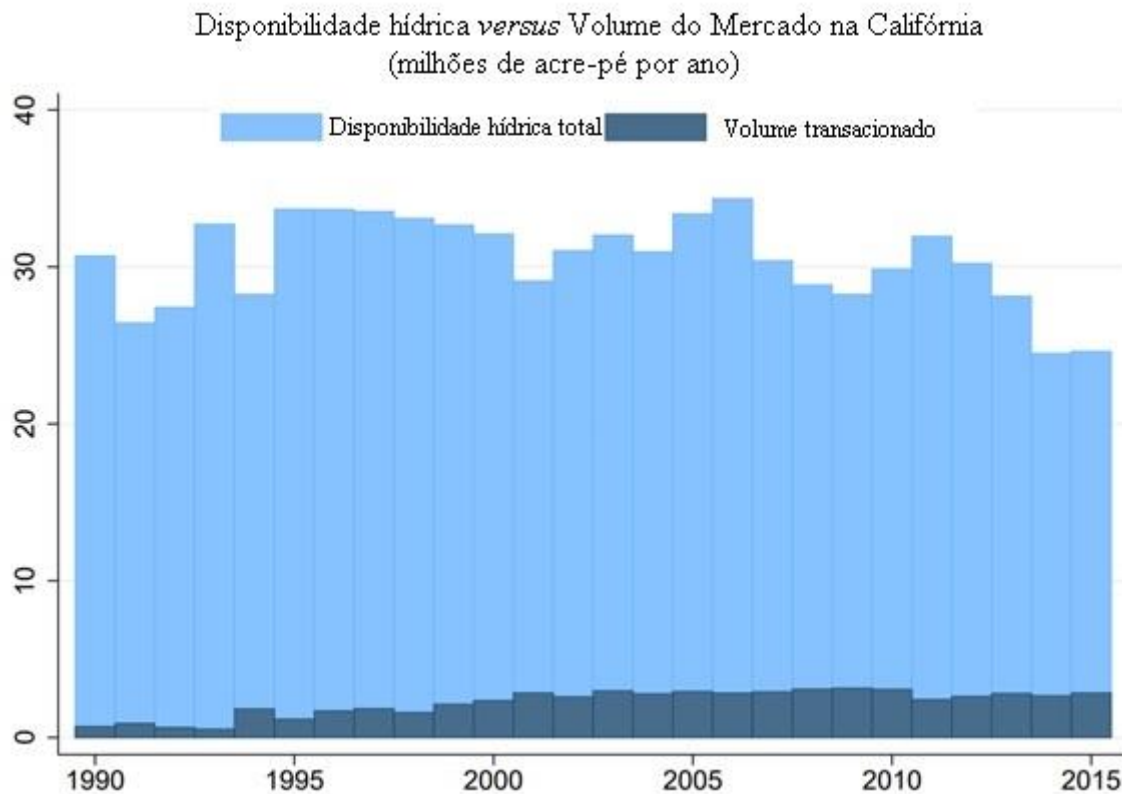
Essa migração dos usos de água e pousio de terras agrícolas teve impacto nos empregos. Segundo Debaere *et al* (2014), em 1978, o *US Census for Agriculture* registrou 22.480 empregados na agricultura nos municípios mais relevantes do Distrito. Esse número caiu para 14.951, em 1992, e para 13.768 em 2007. Em contrapartida, os mesmos autores destacam que, de 1950 a 2012, a população nas redondezas do Distrito NDWCD cresceu de 150.000 para 850.000, com a maior parte desse crescimento decorrente do *boom* populacional urbano. Em outras palavras, uma redução 38,7% nos empregos da área rural (menos de 10.000 em 20 anos) correspondeu a um súbito aumento no abastecimento de água potável e a uma geração de empregos e de valor muito superior (centenas de milhares de vezes) nas cidades e indústrias, apontam os autores.

Gráfico 3.10. Mudança da titularidade dos direitos de uso de água permanente no Distrito de Conservação do Norte do Colorado (NCWCD, em inglês). Fonte: Debaere *et al* (2014), traduzido.



O volume de água alocado via mercados na Califórnia, estado líder em termos de volume e valor total transacionado, ainda é bastante limitado e envolve cerca de 5% do volume de água disponível. Muitas das limitações relatadas relacionam-se a altos custos de transação, entraves burocráticos para viabilizar cada transação e existência de direitos de uso prioritários protegidos, como os de usuários antigos ou beneficiados por grandes projetos de infraestrutura hídrica. Esses fatores engessam o sistema. O Gráfico 3.11. mostra a evolução da disponibilidade hídrica e o volume transacionado no período 1990-2015.

Gráfico 3.11. Disponibilidade hídrica e volume das transações no mercado da Califórnia, entre 1990-2015. Fonte: Hagerty (2019), traduzido.



Ao analisar os compradores e vendedores de direito de uso de água nos mercados, percebe-se que há predominância de vendas de direito de uso de usos agrícolas, ou irrigação, (79%) para usos no abastecimento urbano (63%) e preservação ambiental (25%), conforme demonstrado nos Gráficos 3.12 e 3.13. Brewer *et al.* (2008) acrescentam que as transações ao longo do tempo entre agricultura-agricultura são significativamente menores do que as entre agricultura-abastecimento humano (municipal) nos estados do Oeste americano.

Gráfico 3.12 – Setores vendedores em 2015.

Fonte: WR, 2017.

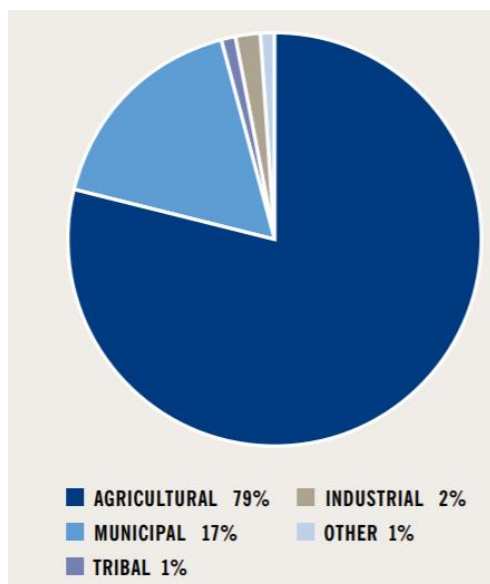
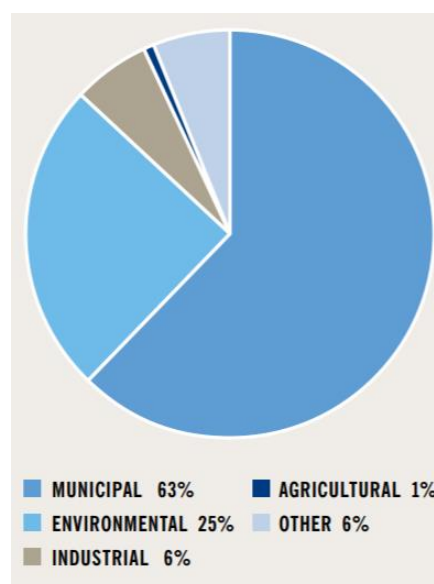


Gráfico 3.13. Setores compradores em 2015.

Fonte: WR, 2017.



O estado líder em transações é a Califórnia, seguida de Arizona e Colorado. Hagerty (2019) comenta que na Califórnia, os preços no mercado de águas podem variar bastante, pois em 2017 usuários comerciais e industriais da cidade de San Diego pagaram US\$ 2,02/m³ enquanto usuários da agropecuária situados a cerca de 200 km do local compraram a US\$ 0,016/m³. Os valores médios da água por m³ nos mercados de água, em 2015, situaram-se entre US\$ 0,11/m³ no Utah e US\$ 0,88/m³ no Colorado. Essa variabilidade de preço pode ter relação com a escassez localizada da água e pelo abastecimento de algumas regiões com águas transpostas de outras bacias hidrográficas.

A Tabela 3.11 relaciona os estados, o volume da água transacionado, o valor total transacionado e o valor médio por m³ de água transacionada em 2017.

Tabela 3.11. Volume de água transacionado e o valor total das transações, ano 2015. Fonte: WR, 2017. (conversão: 1 acre-feet = 1233,48 m³). Elaboração própria.

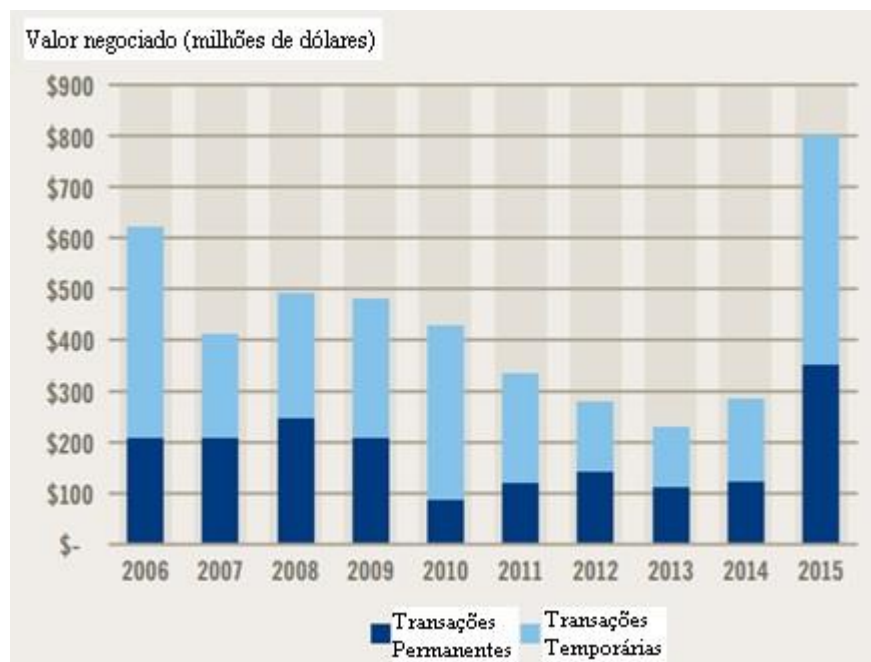
| ESTADOS | Volume de água transacionado (em 10 ⁶ m ³) | Valor transacionado (em 10 ⁶ US\$) | Valor médio do m ³ de água transacionada (em US\$) |
|------------|---|---|---|
| Califórnia | 978 | 560 | 0,57 |
| Arizona | 597 | 69 | 0,12 |
| Colorado | 90 | 79 | 0,88 |
| Texas | 68 | 24 | 0,35 |
| Utah | 52 | 6 | 0,11 |
| Nevada | 35 | 30 | 0,86 |

Para a Califórnia, WestWater Reseach (WR, 2014) calcula que no período da seca de 2007-2009 o preço médio da água foi de US\$ 0,19/m³, com mínimo de US\$ 0,04/m³ e máximo de US\$ 0,41/m³, volume total transacionado de 388 milhões de m³ e valor total transacionado de US\$ 73 milhões. Na seca de 2012-2013, o preço médio da água foi de US\$ 0,13/m³, com mínimo de US\$ 0,04/m³ e máximo de 0,25 US\$/m³, volume total transacionado de 160 milhões de m³ e valor total transacionado de US\$ 21 milhões. Com base nos dados, verifica-se que no período 2007-2009 houve uma atividade maior do mercado e, possivelmente, maior severidade da seca, o que refletiu em níveis de preços mais elevados e maior volume de transações.

Conhecer os preços praticados no mercado de águas durante períodos de escassez também pode contribuir para o estudo comparativo dos valores cobrados no Brasil e demais países, tema que será discutido mais adiante.

A evolução do volume de transações no período de 2006-2015 está apresentada no Gráfico 3.14. No gráfico, as transações de direito de uso nos Estados Unidos são chamadas de Sales, para transações permanentes, e Leases para transações temporárias, geralmente com duração inferior a um ano.

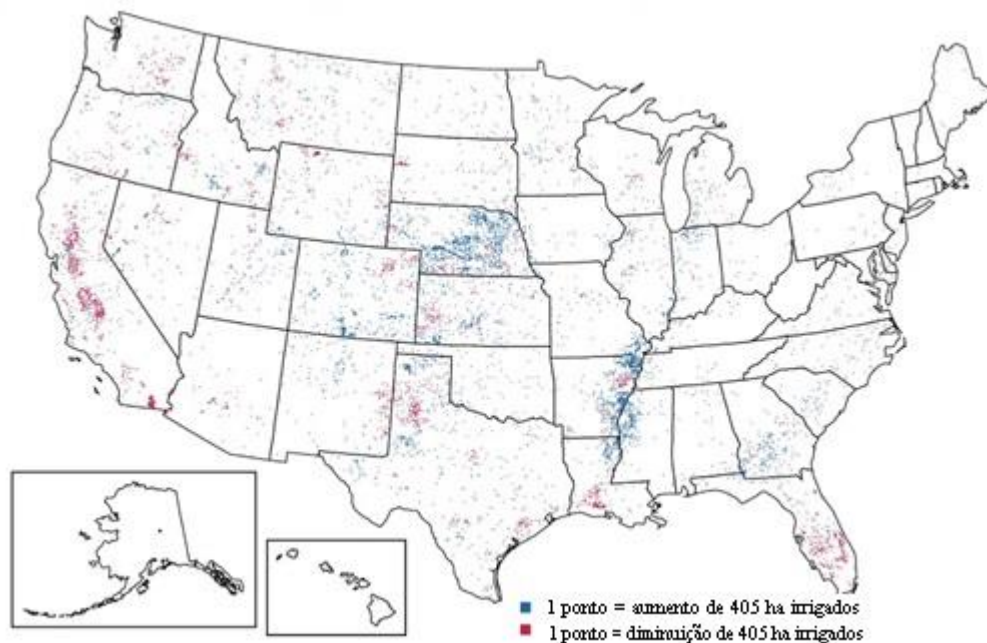
Gráfico 3.14 Valor total transacionado nos Estados Unidos por *leases* e *sales*. Fonte: WR, 2017.



Após anos de operação dos mercados de água nos Estados Unidos e eventos de secas, observa-se uma tendência de migração a agricultura irrigada das regiões com menos

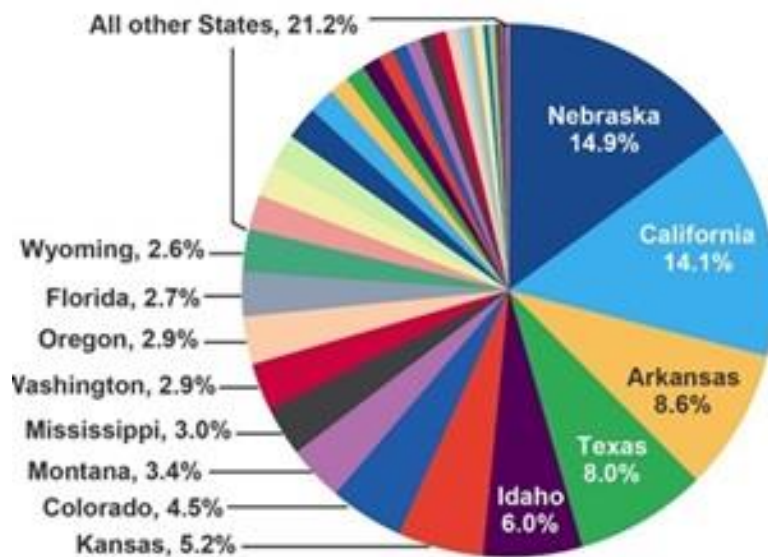
disponibilidade hídrica para regiões com maior disponibilidade hídrica, ou seja, grosso modo na direção Leste. No balanço do período entre 2002 e 2007, houve um aumento de 521.263 hectares irrigados, indica Schaible *et al* (2017). Na Figura 3.4, cada ponto azul representa um acréscimo de 405 hectares irrigados (1.000 acres) e cada ponto vermelho, uma redução na mesma proporção, para o período de 2002 a 2007, com base em dados do censo agropecuário de 2012.

Figura 3.4. Acréscimos e reduções da área irrigada nos Estados Unidos, entre 2002 e 2007. Fonte: Schaible *et al* (2017).



Schaible *et al* (2017) indicam que, de 2007 a 2012, a Califórnia (283.220 ha) foi o estado que liderou as reduções de área irrigada, seguida do Texas (210.797 ha), Colorado (142.015 ha) e Nebraska (106.005). Em contrapartida, aumentaram suas áreas irrigadas: Arkansas (138.778 ha), Mississippi (114.502 ha) e Georgia (Schaible *et al*, 2017). A distribuição de áreas irrigadas por estado no ano de 2012 está exposta no gráfico 3.15.

Gráfico 3.15. Área irrigada por estados (%), em 2012. Fonte: USDA (2012).



4. METODOLOGIA

Neste capítulo será detalhada a metodologia proposta para alcançar o objetivo da pesquisa, que é apresentar análise e contribuições sobre mercados e água e cobrança pelo uso de recursos hídricos.

A figura 4.1 ilustra as etapas da metodologia de pesquisa proposta e as ações previstas em cada uma delas.

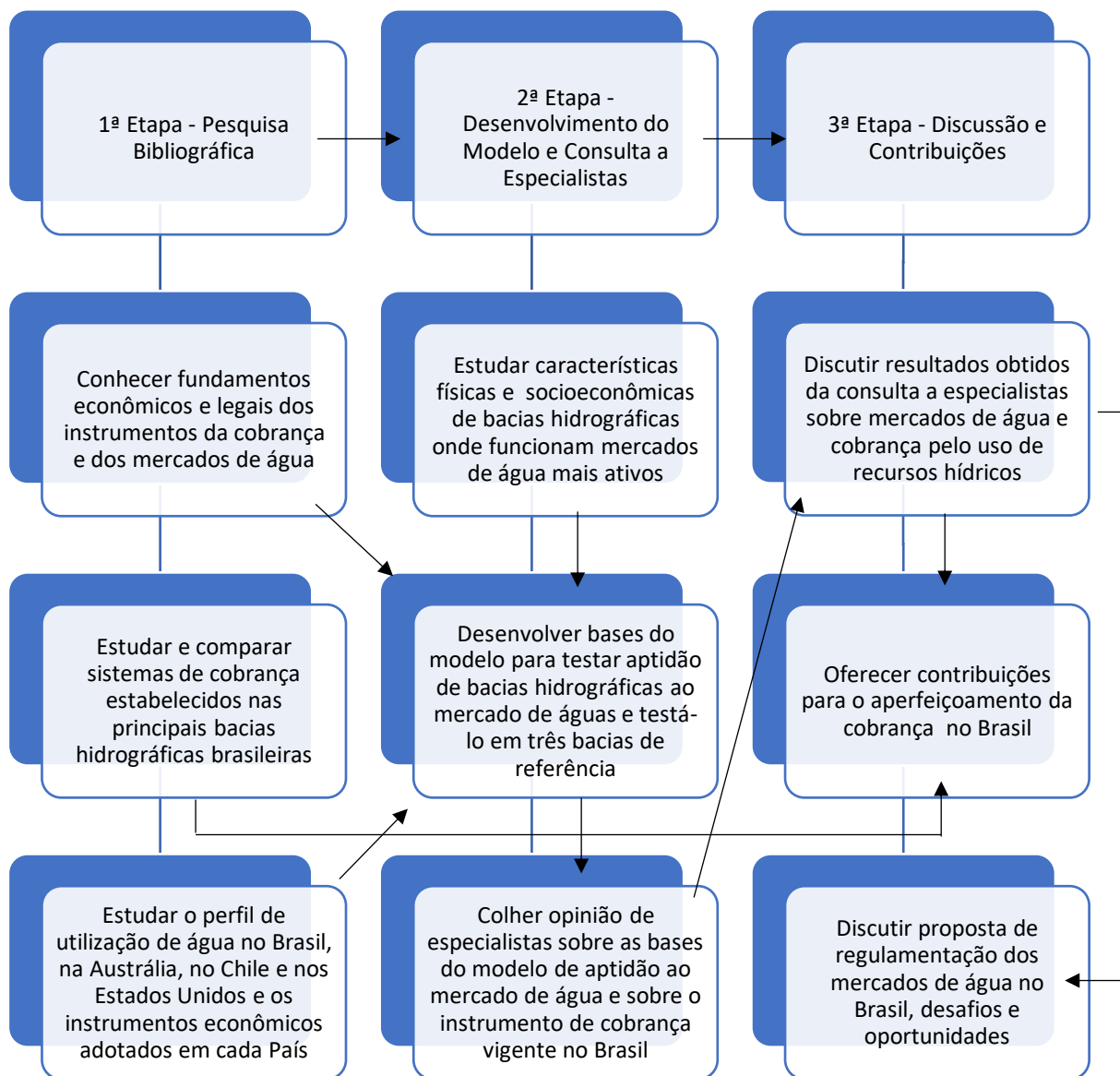


Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia de pesquisa proposta.

O desenvolvimento do trabalho tem como proposta metodológica pesquisas bibliográficas em dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos científicos, livros, periódicos, bancos de dados estatísticos, *sites* dos governos brasileiro, australiano, chileno e estadunidense. Foram construídos e replicados gráficos, tabelas e figuras para tentar compreender as diferenças relativas entre os países estudados, particularmente quanto a usos de recursos hídricos, preço pago pelo uso da água, desempenho dos instrumentos econômicos e suas condições de operação e regulação.

Foram realizadas entrevistas presenciais com gestores da Agência Nacional de Águas e da Agência Distrital de Recursos Hídricos (ADASA-DF). Em seguida, por meio da plataforma Lime Survey, foram aplicados dois questionários sobre cobrança pelo uso de recursos hídricos e sobre mercados de água a profissionais da área de recursos hídricos e saneamento básico, gestores públicos, membros de comitês de bacia hidrográfica, de distritos de irrigação, de organizações não governamentais, consultores ambientais, brasileiros e dos países estudados. O contato para envio dos questionários foi feito por meio da plataforma LinkedIn e via aplicativos de mensagem, com encaminhamento do *link* para acesso à enquete. De posse dos resultados das entrevistas e questionários, foram discutidos os resultados, com vistas a tentar capturar a percepção dos participantes relativa a vantagens, desvantagens, falhas e aprimoramentos relativos à cobrança, mercados de água e ao modelo para teste de aptidão de bacias hidrográficas aos mercados de água.

Cotejada a pesquisa bibliográfica com o conteúdo das entrevistas e questionários, foi desenvolvido modelo para testar bacias ou sistemas hidrográficos com aptidão ao mercado de águas. O modelo toma como base fatores de aptidão aos mercados de água, formulados após a identificação de características físicas e socioeconômicas comuns nas bacias hidrográficas em que os mercados de água são mais ativos: Murray-Darling (Austrália), Limarí (Chile) e San Joaquin (Estados Unidos). Os fatores foram submetidos aos profissionais de recursos hídricos e saneamento para avaliação de pertinência e ponderação com relação ao respectivo grau de influência sobre funcionamento dos mercados. O modelo desenvolvido, após ajustes, pode ser aplicado experimentalmente para avaliar a aptidão de quaisquer bacias ou sistemas hidrográficos aos mercados de água.

A Etapa 1 destinou-se a executar extensa pesquisa bibliográfica. Foi realizado estudo sobre bases econômicas dos dois instrumentos econômicos, levantamento de dados econômicos dos quatro países, características de uso do solo, sistemas de irrigação predominantes,

caracterização dos usos de recursos hídricos no Brasil e nos países estudados, estudo sobre aplicação da cobrança nas principais bacias hidrográficas brasileiras, simulações do valor pago pelo uso da água, análise dos investimentos feitos com recursos da cobrança, estudos sobre o funcionamento dos mercados de água nos três países estudados, com ênfase no valor pago pela água, entre outras avaliações.

A Etapa 2 dedica-se a desenvolver as bases do modelo de aptidão aos mercados de água e consultar opinião de profissionais da área de recursos hídricos e saneamento, brasileiros e estrangeiros, sobre o modelo proposto e sobre o funcionamento da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil. As bases do modelo foram erguidas a partir da identificação de características físicas e socioeconômicas comuns nas bacias onde os mercados de água são mais ativos: Murray-Darling (Austrália), Limarí (Chile) e San Joaquin (Estados Unidos). Elaborado o modelo, foi aplicado o teste nessas três bacias de referência para uma primeira validação. Após a consulta a especialistas, as sugestões e resultados foram incorporados ao modelo para definição de sua versão ajustada.

Na Etapa 3, discutem-se os resultados obtidos na consulta a especialistas sobre cobrança pelo uso de recursos hídricos e sobre o modelo para testar aptidão de bacias hidrográficas aos mercados de água. Em seguida, apresentam-se contribuições para o aperfeiçoamento da cobrança no Brasil, tanto no campo da gestão, como da regulação. Finalmente, analisa-se o Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017, que introduz mercados de água como instrumento de gestão de recursos hídricos, para avaliar possíveis efeitos e propor aperfeiçoamentos.

A pesquisa foi elaborada em formato descritivo e dedutivo, que se define por fatos observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, buscando a mínima interferência possível por parte do pesquisador (Pereira, 2017).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS USOS DE RECURSOS HÍDRICOS NOS PAÍSES ESTUDADOS

5.1.1 Comparativo Países Estudados

No estudo do perfil de utilização da água no Brasil, Austrália, Chile e Estados Unidos, o primeiro passo é conhecer características econômicas básicas dos países e qual a importância da agropecuária para a economia. Em seguida, deve-se elucidar como se distribui a utilização de água em cada um dos países para cada finalidade de uso. Essas informações estão contidas nas Tabelas 5.1 e 5.2.

Tabela 5.1 Comparativo produto interno bruto e valor gerado pela agropecuária nos quatro países. Fonte: World Bank (2019)

| País | Ano | População | Produto Interno Bruto (US\$) | Valor Adicionado pela Agropecuária (US\$) | Participação Agropecuária no PIB |
|----------------|------|---------------|------------------------------|---|----------------------------------|
| Austrália | 2018 | 25,0 milhões | 1,4 trilhões | 37,2 bilhões | 2,6% |
| Brasil | 2018 | 209,4 milhões | 2,3 trilhões | 81,5 bilhões | 3,5% |
| Chile | 2018 | 18,7 milhões | 0,28 trilhões | 10,9 bilhões | 3,8% |
| Estados Unidos | 2018 | 327,2 milhões | 17,8 trilhões | 178,6 bilhões | 1,0% |

Tabela 5.2 Perfil de utilização de água por cada finalidade de uso. Fonte: Austrália: White *et al*, 2010; Brasil: ANA (2018); Chile: World Bank (2011); EUA: USGS (2010)

| PAÍS | Austrália (%) | Brasil (%) | Chile (%) | Estados Unidos (%) |
|----------------------|---------------|------------|-----------|--------------------|
| ANO | 2005 | 2017 | 2011 | 2010 |
| Agropecuária | 65,2 | 60,0 | 73,0 | 36,8 |
| Abastecimento Humano | 11,2 | 23,8 | 4,0 | 11,9 |
| Indústria | 3,1 | 9,1 | 12,0 | 4,5 |
| Mineração | 2,2 | 1,6 | 8,0 | 1,4 |
| Termelétricas | 1,4 | 3,8 | 0,0 | 45,4 |
| Outros | 16,9 | 1,7 | 3,0 | 0,0 |

A Tabela 5.1 revela que, embora os países apresentem variados valores de Produto Interno Bruto (PIB), a participação do setor agropecuário (agricultura, florestas e pesca) é bastante similar, variando entre 1% e 3,8%. Na Tabela 5.2, verifica-se que o as captações de água para uso na agropecuária seguem a tendência mundial e possuem o maior peso entre as atividades. No caso dos Estados Unidos, embora a geração termelétrica utilize mais água da agropecuária, cabe ressaltar que nesse tipo de geração mais de 95% da água utilizada retorna ao sistema segundo ANA (2018). Portanto, mesmo nos Estados Unidos, o uso consuntivo da água pela agropecuária também é muito significativo.

O estudo sobre a utilização da água na agropecuária é fundamental para avaliar se cada um dos países está fazendo uso eficiente dos seus recursos hídricos. Importa conhecer a participação de cada atividade econômica no consumo total (ou retirada total) de água, a eficiência do uso da água na agricultura irrigada, o valor econômico gerado pela água em cada atividade. Esses elementos contribuem para o estudo da eficiência no uso da água e investigar em que medida instrumentos de gestão de recursos hídricos podem influenciar a alocação eficiente dos recursos hídricos.

O uso da água na irrigação é responsável por 70% das captações de água em todo o mundo (FAO, 2012). Brasil, Austrália, Chile e Estados Unidos apresentam alto consumo de água para irrigação, uma vez que todos eles têm forte vocação agrícola a ampla participação no mercado internacional exportador de produtos agropecuários. De acordo com ANA1 (2017), o Brasil possui cerca de 7 milhões de hectares irrigados, que representam 9,5% de um total de 73,6 milhões de hectares cultivados (IBGE, 2017).

Na Tabela 5.3, estima-se e compara-se a eficiência média de irrigação obtida nos países estudados, e na Tabela 5.4 detalham-se a eficiência de irrigação e o consumo de energia para diferentes métodos de irrigação.

Tabela 5.3. Eficiência de uso da água na irrigação (em km³/ano). Fonte: AQUASTAT - FAO, 2012.

| País | Ano | Volume de água requerido na irrigação | Captações de água para irrigação | Eficiência (requerido/captado) |
|----------------|------|---------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Austrália | 2006 | 3.892 | 6.596 | 59% |
| Brasil | 2006 | 15.296 | 31.700 | 48% |
| Chile | 2007 | 5.038 | 22.886 | 22% |
| Estados Unidos | 2007 | 108.528 | 177.403 | 61% |

Tabela 5.4. Métodos de irrigação, eficiência de irrigação e consumo de energia. Fonte: Marouelli, *et al* 1998.

| Método de Irrigação | Eficiência de Irrigação (%) | Consumo de Energia (KWh/m ³) |
|--|-----------------------------|--|
| Por Superfície | 40 a 75 | 0,03 a 0,3 |
| Por Aspersão (convencional, canhão e pivô-central) | 60 a 85 | 0,2 a 0,6 |
| Localizada (gotejamento e microaspersão) | 80 a 95 | 0,1 a 0,4 |

Coelho (2005) comenta que a eficiência de irrigação média no mundo – razão entre a quantidade de água usada pela cultura agrícola sobre a quantidade de água captada – é de 37%, valor bastante baixo considerando as tecnologias existentes.

É fundamental caracterizar também como é feito o uso do solo agrícola nos países estudados, qual a área total irrigada, quais culturas são mais produzidas sob irrigação, quais sistemas de irrigação mais utilizados e qual o nível de ociosidade dos equipamentos de irrigação. Como será detalhado ao longo do trabalho, os usos de água que geram maior valor na agricultura são frutas e hortaliças, e os que geram menor valor são os grãos (arroz, feijão, milho). Portanto, é importante ter atenção à área irrigada com culturas permanentes não só pelo fato de gerarem mais valor, mais também por utilizarem sistemas de irrigação mais eficientes com irrigação localizada.

As Tabelas 5.5, 5.6 e 5.7 especificam, para os quatro países, como é feito o uso do solo na agricultura irrigada, qual a participação das culturas permanentes no total, qual o índice de ociosidade dos equipamentos de irrigação e qual a proporção da irrigação localizada sobre os demais métodos.

Tabela 5.5 Área colhida e tipos de cultura irrigada (em 1.000 ha). Fonte: AQUASTAT - FAO, 2012.

| País | Ano | Área irrigada colhida | Culturas Temporárias | Culturas Permanentes | Pastagens permanentes e forragens | Culturas Permanentes /Total (%) |
|----------------|------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Austrália | 2013 | 2.378 | 1.340 | 323 | 714 | 13,6% |
| Brasil | 2006 | 5.329 | 4.798 | 476 | 55 | 8,9% |
| Chile | 2007 | 1.094 | 627 | 367 | 100 | 33,5% |
| Estados Unidos | 2008 | 23.275 | 20.216 | 1.598 | 1.461 | 6,9% |

Tabela 5.6 Área equipada, área efetivamente irrigada e índice de ociosidade (em 1.000 ha) Fonte: AQUASTAT - FAO, 2012.

| País | Ano | Área equipada com irrigação | Área efetivamente irrigada | Índice de Ociosidade (%) |
|----------------|------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Austrália | 2006 | 2.546 | 2.149 | 16% |
| Brasil | 2010 | 5.400 | 4.454 | 18% |
| Chile | 2007 | 1.109 | 1.094 | 1% |
| Estados Unidos | 2012 | 26.708 | 22.590 | 15% |

Tabela 5.7 Distribuição por tipos de sistema de irrigação e participação da irrigação por superfície e da irrigação localizada sobre o total (em 1.000 ha). Fonte: AQUASTAT - FAO, 2012.

| País | Irrigação Superficial | Irrigação por Aspersão | Irrigação Localizada | Irrigação Superficial/Total (%) | Irrigação Localizada/Total (%) |
|----------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Austrália | 1.831 | 524 | 191 | 72% | 8% |
| Brasil | 2.619 | 2.446 | 335 | 49% | 6% |
| Chile | 801 | 57 | 250 | 72% | 23% |
| Estados Unidos | 12.078 | 12.780 | 1.850 | 45% | 7% |

Finalmente, para enriquecer a base de comparação, a Tabela 5.8 agrega dados de outro setor usuário, expondo índices médios de perdas de água no abastecimento de água potável e a eficiência na atividade para os quatro países estudados.

Tabela 5.8 Índices médios de perdas e eficiência na distribuição de água potável para os países estudados. Fonte: BNET, (2018).

| País | Índices de Perda na Distribuição | Eficiência na Distribuição |
|----------------|----------------------------------|----------------------------|
| Austrália | 7,0% | 93% |
| Brasil | 39% | 61% |
| Chile | 33,4% | 73% |
| Estados Unidos | 13,0% | 87% |

5.1.2 Uso de Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil possui a maior disponibilidade de água doce do mundo, contudo essa água está distribuída de forma desigual no território, espacial e temporalmente. Enquanto 80% dos recursos hídricos se localizam na Região Hidrográfica Amazônica, apenas 7% da população brasileira habitam essa região (ANA2, 2017). A baixa densidade demográfica nessa região é explicada pela histórica colonização brasileira, desde o descobrimento, ao longo da costa do oceano Atlântico e recente interiorização da ocupação no País.

Em 2017, a vazão média total de retirada de água foi de 2.083 m³/s (ANA, 2018) no Brasil. Nas duas últimas décadas, essa vazão aumentou cerca de 80% e tende a crescer 30% até 2030, aponta ANA1 (2017). Com relação à irrigação, a área irrigada cresceu cerca de quinze vezes, entre 1960 e 2015, e que pode expandir mais 45% até 2030, atingindo 10 milhões de hectares. Espera-se que esse incremento de área irrigada nos próximos anos se dê por meio da irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) e da aspersão por pivô central, uma vez que esses sistemas representaram 70% do aumento de área irrigada no País entre 2006 e 2016 (ANA1, 2017).

A irrigação é a atividade que mais retira, mais consome e está entre as que menos devolve (retorno) água aos rios e lagos, fontes superficiais de água. Isso porque uma parte da água aplicada é retida pelas plantas, outra parte evapotranspira, outra infiltra nos solos, e somente uma pequena porção escoar superficialmente e atinge diretamente os corpos d'água (ANA2, 2017). Ademais, muitas vezes o retorno aos rios e lagos da água de irrigação que infiltrou no solo não coincide com o mesmo ano hidrológico, nem com a estação seca. Os valores de retiradas, consumo e retorno, por finalidade estão demonstrados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 Total de água retirada, consumida e retornada³ no Brasil – média anual Fonte: ANA (2018), adaptada.

| USOS | RETIRADA (%) | CONSUMO (%) | RETORNO (%) |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|
| Agricultura irrigada | 52,0 | 68,4 | 26,9 |
| Abastecimento Urbano | 23,8 | 8,6 | 80 |

³ Percentual correspondente à divisão entre água retornada e água retirada.

| | | | |
|----------------------|-----|------|------|
| Geração Termelétrica | 3,8 | 0,2 | 96,8 |
| Indústria | 9,1 | 8,8 | 46,2 |
| Abastecimento Animal | 8,0 | 10,8 | 25,0 |
| Abastecimento Rural | 1,7 | 2,4 | 20,0 |
| Mineração | 1,6 | 0,8 | 70,8 |

Com base na tabela 5.9, verifica-se que a irrigação é o uso responsável pelas maiores captações de água bruta, seguido do abastecimento urbano e da geração termelétrica. Contudo, considerando que esses dois últimos usos apresentam taxas de retorno próximas a 100%, fica mais perceptível que a irrigação é o uso que tem maior potencial de influenciar a demanda e disponibilidade hídrica em contextos de escassez. Além disso, nenhum dos demais usos apresenta percentuais de consumo próximos aos da irrigação. Por isso, esta atividade deve ser alvo de campanhas de melhoria de eficiência e estar no centro das políticas de gestão de recursos hídricos.

Na agricultura, a eficiência de irrigação tem correlação com o método e o sistema de irrigação adotado, mas em condições brasileiras tende a ser mais influenciada pelas práticas locais de operação dos equipamentos e de manejo da água e do solo. A eficiência é também comumente afetada por erros nas etapas de planejamento e de implementação da irrigação na propriedade. Motobombas mal dimensionadas, equipamentos com baixa qualidade, má ancoragem de bombas e tubulações, entrada de sujeiras nas tubulações durante a montagem, falta de manutenção e instalação diferente do projeto concebido são algumas das falhas mais comuns nestas etapas (Testezlaf, 2017).

Embora haja estimativas globais, há uma grande incerteza sobre valores precisos de eficiência de irrigação. No âmbito mundial, Coelho (2005) estima que a eficiência média de irrigação seja de 37%. Para o Brasil, FAO (2012) estima esse valor em 48%, Christofidis (1999), em 62,3%. Rodrigues *et al* (2003), na bacia do São Francisco, encontrou valores inferiores a 70% para aspersão. Portanto, seria razoável afirmar que em média a eficiência de irrigação no Brasil situa-se entre 50 e 60%.

A agricultura irrigada brasileira pode ser analisada em termos proporcionais de culturas agrícolas exploradas, superfície ocupada (% em relação ao total) e demanda hídrica da cultura (% em relação ao total), conforme Tabela 5.10:

Tabela 5.10. Culturas irrigadas, superfície ocupada e demanda hídrica da cultura, no Brasil (Fonte: ANA2, 2017, adaptada)

| CULTURA IRRIGADA | SUPERFÍCIE OCUPADA (%) | DEMANDA HÍDRICA (%) |
|------------------------|------------------------|---------------------|
| Arroz | 22 | 37,8 |
| Grãos (Pivôs Centrais) | 20 | 20,5 |
| Cana-de-Açúcar | 29 | 10,9 |
| Demais Culturas | 29 | 30,8 |
| - | 100 | 100 |

Observa-se na Tabela 5.10 que há predominância de irrigação de culturas de grãos em sentido amplo (arroz, milho, feijão), com uso de 58,3% das águas e cobertura de 44% das áreas irrigadas. Verifica-se que o arroz irrigado é a cultura que mais consome água no Brasil. Embora o arroz possa ser produzido sob irrigação por aspersão, prepondera o sistema de irrigação de arroz por superfície, cujos índices de eficiência são os mais baixos. As “Demais Culturas” representam frutas, hortaliças, forragens e outras culturas, que utilizam os mais variados sistemas de irrigação.

Para aprofundar nos conhecimentos da utilização da água para irrigação, deve-se estudar a área colhida por cada cultura agrícola com relação à área total irrigada. Nesse sentido, a Tabela 5.11 especifica a cesta de produtos agropecuários produzidos e colhidos em sistemas irrigados, com base no Censo Agropecuário de 2006.

Tabela 5.11 Áreas Irrigadas Colhidas no Brasil (% da área total colhida). Fonte: FAO (2012).

| Cultura | Área Colhida (%) |
|------------------|------------------|
| Cereais | 32,03 |
| Cana-de-açúcar | 32,00 |
| Oleaginosas | 11,71 |
| Feijões e vagens | 5,93 |
| Cevada | 4,92 |

| | |
|-------------------|------|
| Frutas | 4,01 |
| Culturas Fibrosas | 3,88 |
| Hortaliças | 2,85 |
| Pastos e Forragem | 1,20 |
| Raízes | 0,43 |
| Outros | 1,04 |

Importante notar na Tabela 5.11 que 54,59% das áreas irrigadas colhidas são de grãos (cereais, oleaginosas, feijões e cevada), e as frutas e hortaliças participam com 4,01% e 2,85% da área colhida, respectivamente. É crucial que seja feita essa segregação, pois em geral grãos são culturas que geram pouco valor por m³ de água consumido, enquanto frutas, hortaliças e culturas permanentes em geral produzem alto valor e empregam mais frequentemente métodos de irrigação mais eficientes, como a irrigação localizada.

Para avaliar a alocação eficiente dos recursos hídricos em termos de geração de renda, pode-se estimar o valor gerado por cada atividade econômica e relacioná-lo à sua utilização de água. As Tabelas 5.12 a 5.15 estimam o valor gerado por m³ de água utilizado para a agricultura, abastecimento humano, indústria e geração hidrelétrica, respectivamente.

Tabela 5.12 Valor gerado por volume de água consumido para culturas agrícolas irrigadas, em termos médios, considerando preços médios pagos ao produtor para Goiás, período de apuração jan/2016 a jan/2019.

| Produto | Produtividade (kg/ha) | Preço venda (R\$/kg) | Receita Bruta/área (R\$/ha) | Demanda hídrica/área (m ³ /ha) | Valor Gerado (R\$/m ³) | Valor Gerado (US\$/m ³) |
|---------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| Arroz | 9047 | 0,91 | 8236 | 19862 | 0,41 | 0,12 |
| Feijão | 3300 | 2,82 | 9318 | 4573 | 2,04 | 0,60 |
| Milho | 9000 | 0,49 | 4374 | 6057 | 0,72 | 0,21 |
| Soja | 3225 | 1,08 | 3488 | 2824 | 1,24 | 0,36 |
| Cana | 72734 | 0,09 | 6783 | 15000 | 0,45 | 0,13 |
| Batata | 30000 | 1,16 | 34773 | 6176 | 5,63 | 1,66 |
| Tomate | 76582 | 2,33 | 178732 | 5900 | 30,29 | 8,94 |
| Uva | 25000 | 2,27 | 56690 | 10624 | 5,34 | 1,57 |
| Manga | 15000 | 1,45 | 21731 | 9679 | 2,25 | 0,66 |

Elaboração própria. Fontes: Grãos: CONAB1 (2019), CONAB2 (2019). Cana: CONAB1 (2019), CONAB3 (2019); Hortaliças: CONAB1 (2019), HFBR (2017); Frutas: CONAB1 (2019), IAC (2019). US\$ 1 = R\$ 3,39 (Investing , 2019); Demanda hídrica: PLANVASF (1989).

Tabela 5.13 Valor gerado com abastecimento de água potável (US\$/m³) em 2017.

| Produto | Tarifa média (R\$/m³) | Valor Gerado (US\$/m³) |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Água tratada - Petrolina Compesa | 3,07 | 0,91 |
| Água tratada - Brasília Caesb | 4,37 | 1,29 |
| Água tratada - São Paulo Sabesp | 2,96 | 0,87 |

Elaboração própria. Fonte: Instituto Trata Brasil (2018). US\$ 1 = R\$ 3,39 (Investing , 2019).

Tabela 5.14 Valor gerado por atividades industriais (US\$/m³), para o ano de 2019. Fontes: CEPEA1 (2019); CEPEA 2 (2019); ANA, (2013); US\$ 1 = R\$ 3,39 (Investing , 2019)

| Produto | Preço (R\$/ton) | Demanda (m³/ton) | Valor Gerado (R\$/m³) | Valor Gerado (US\$/ton) |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
| Papel ¹ | 3083 | 53 | 18,3 | 5,4 |
| Celulose ¹ | 1026 | 93 | 6,2 | 1,8 |
| Etanol ³ | 1650 | 22,5 | 73,3 | 21,6 |

¹Papel *offset* em bobina. Jan/2019.

²Celulose de fibra curta - seca. Jan/2019.

³Preço médio jul/2018-jul/2019, medido em m³de etanol hidratado.

Tabela 5.15. Valor gerado pelas hidrelétricas da bacia do São Marcos (US\$/m³), considerando potência gerada com queda equivalente a 65% do volume útil armazenado. Fonte: ANA (2010).

| UHE | Empresa | Prod. (MWh/m³/s) | Prod. Inversa (m³/MWh) | Rentabilidade (R\$/MWh) | Valor gerado (R\$/m³) | Valor gerado (US\$/m³) |
|----------------|---------|------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Batalha | Furnas | 0,35 | 10301 | 77,69 | 0,01 | - |
| Serra do Facão | Furnas | 0,64 | 5599 | 77,69 | 0,01 | - |
| Emborcação | CEMIG | 1,10 | 3266 | 96,00 | 0,03 | - |
| Itumbiara | Furnas | 0,68 | 5285 | 77,69 | 0,01 | - |
| Cach. Dourada | CDSA | 0,28 | 12738 | 82,33 | 0,01 | - |
| São Simão | CEMIG | 0,62 | 5772 | 96 | 0,02 | - |
| Ilha Solteira | CESP | 0,39 | 9216 | 73,30 | 0,01 | - |

| | | | | | | |
|--------------------|--------|------|-------|-------|------|------|
| Jupia | CESP | 0,20 | 18164 | 73,30 | 0,00 | - |
| P. Primavera | CESP | 0,17 | 21574 | 73,30 | 0,00 | - |
| Itaipu | Itaipu | 1,06 | 3386 | 82,33 | 0,02 | - |
| TOTAL (Σ) | - | - | - | - | 0,13 | 0,04 |

Prod. = Produtibilidade: valor em MWh gerado pelo consumo de 1m³/s de água turbinada. US\$ 1 = R\$ 3,39 (Investing , 2019).

Com base nas Tabelas 5.12 a 5.15, verifica-se que o uso que gera mais receitas ao usuário de água é a produção de etanol, seguida da produção de tomate, papel, celulose, batata, uva, água tratada, manga, as culturas de grãos e cana-de-açúcar. A geração de energia elétrica é um uso não consuntivo, porém é importante conhecer o seu valor gerado (US\$ 0,04/m³, no exemplo) em vista da existência de competição pelo uso de recursos hídricos em reservatórios de água, frequentemente envolvendo agricultura, geração hidrelétrica e saneamento.

Por fim, deve-se ter atenção para a produção de arroz e de cana-de-açúcar sob irrigação, pois utilizam 38,8% e 10,9% do total de água empregado na irrigação, respectivamente, e geram somente 0,12-0,13 US\$ por m³ de água utilizada, o menor valor entre as culturas agrícolas.

5.1.3 Valor Gerado pelo Uso de Recursos Hídricos nos Países Estudados

Nos quatro países estudados, Brasil, Austrália, Chile e Estados Unidos, a disponibilidade de dados é variada, portanto não é possível estabelecer comparação direta com os dados trazidos no título anterior (5.1.2). Contudo, alguns deles são equivalentes, semelhantes e permitem que sejam feitas inferências e análises sobre o uso do solo para agricultura, sistemas de irrigação utilizados, valor gerado pela agricultura, entre outros.

Na Austrália, Debaere *et al* (2014) estimaram a geração de receitas e de empregos por m³ de água consumida, conforme apresentado na Tabela 5.16, para quatro usos de recursos hídricos na Nova Gales do Sul, com base em dados do *Australian Bureau of Statistics* de 2010-2011. A inovação é que essa tabela agrega o elemento social (empregos) na comparação dos usos de recursos hídricos. Essa região adota os mercados de água como instrumento econômico para gestão dos recursos hídricos.

Tabela 5.16. Usos e produtividade da água em termos de renda e empregos, para Nova Gales do Sul, Austrália. Debaere *et al* (2014) adaptado. 1 AUD = 0,7 US\$.

| Atividade | Consumo de água (m ³) (A) | Valor bruto adicionado (US\$) (B) | Valor adicionado por volume (US\$/m ³) (B/A) | Empregos gerados (C) | Empregos gerados por volume de água (empregos/m ³) (C/A) |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|--|
| Agropecuária | 2896,40 | 5058,20 | 1,75 | 51520 | 17,79 |
| Mineração | 77,54 | 9122,40 | 117,64 | 25550 | 329,49 |
| Indústria | 144,22 | 24827,60 | 172,15 | 181230 | 1256,60 |
| Energia e Saneamento | 995,25 | 8251,60 | 8,29 | 31290 | 31,44 |

Os números mostram que indústria e mineração são as atividades que mais geram renda e emprego por volume de água utilizado. A indústria gera 70 vezes mais empregos e 98 vezes mais renda do que agropecuária, segundo dados da tabela. Embora a agricultura seja a atividade que gere menos renda e menos empregos, cabe destacar que a geração de 1,75 US\$/m³ é um valor médio considerado alto quando comparado com os valores listados na Tabela 5.12, indicando que a agricultura nessa região australiana é de alto valor.

Allan (1996) observa que os setores de indústria e serviços, por exemplo, podem prover mil vezes mais empregos e um retorno financeiro vinte mil vezes superior ao obtido com a produção de culturas agrícolas utilizando-se o mesmo volume de água. Segundo Debaere *et al* (2014), o uso de unidade de água em atividades não agrícolas pode contribuir para a geração de emprego de 10 a 100 vezes superior nas cidades.

No Chile, World Bank (2011) registra que entre 1900 e 1970 a área irrigada cresceu de 0,5 milhão de hectares para cerca de 1 milhão de hectares, com participação de financiamento estatal em 70% das novas áreas. Já entre 1997 e 2007, a área irrigada cresceu somente 30.000 ha (3%), porém durante esse mesmo período a área irrigada com alta tecnologia passou de 9% para 28% da área total irrigada. Isto é, a produção irrigada continuou a crescer e a área irrigada não cresceu na mesma proporção, devido a um aumento de eficiência. A variação dos métodos de irrigação por região está ilustrada na Tabela 5.17.

Tabela 5.17. Evolução da superfície irrigada, 1997-2007, por tipo de irrigação no Chile. Região IV – Coquimbo (Limarí). Fonte: World Bank (2011), traduzida.

| Taxa de variação (%) de superfície irrigada (ha) | | | | |
|--|---------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|
| Região | Superfície total irrigada | Gravitacional | Aspersão convencional | Irrigação localizada |
| I y XV | 53% | 42% | 594% | 58% |
| II | -22% | -23% | | -63% |
| III | 38% | 9% | 5% | 64% |
| IV | 53% | 10% | 163% | 157% |
| V | 25% | -28% | -20% | 205% |
| VI | 2% | -41% | -8% | 754% |
| VII | -6,5% | -18% | 68% | 913% |
| VIII | -8% | -19% | 639% | 858% |
| IX | -2% | -24% | 97% | 673% |
| X y IV | 79% | 10% | 62% | 231% |
| XI | -21% | - | - | - |
| XII | 1.004% | - | - | - |
| RM | -6% | -29% | -37% | 274% |
| Total | 3,4% | -22% | 85% | 298% |

Na Tabela 5.17 verifica-se que, de uma forma geral, a irrigação no Chile tem migrado para sistemas de irrigação localizada (*microriego*). O Vale do Limarí, situado na Região IV (Coquimbo) da tabela, apresentou crescimento da área irrigada para os três métodos de irrigação apresentados, com maior crescimento na irrigação localizada (157%) e mecânica (163%, aspersão) e menor crescimento (10%) para irrigação gravitacional (por superfície).

Nos Estados Unidos, a porção Oeste do País adota os mercados de água como instrumento de gestão de recursos hídricos e congrega agricultura de alto valor, conforme observado na Tabela 5.18 para três municípios dessa região.

Tabela 5.18. Municípios, principais culturas agrícolas, produção e valor médio gerado por m³ de água consumido. Fonte: WR, 2015.

| Município | Culturas agrícolas | Produção agrícola (em milhões de US\$) | Valor médio gerado (US\$/m ³ de água) |
|-------------------------|---------------------|--|--|
| Santa Cruz (Califórnia) | Frutas e hortaliças | 548 | 8,6 |
| Chelan (Washington) | Frutas | 203 | 2,8 |
| Kearney (Nebraska) | Milho e Soja | 232 | 1,3 |

Pode-se comparar, ainda, os estados americanos e o valor que suas propriedades rurais geram. Na tabela 5.19, constam dados de seis estados do Oeste dos Estados Unidos, listam-

se as áreas totais das fazendas por estado e o somatório das áreas de propriedades rurais que geram mais de um milhão de dólares por ano com suas atividades. Na quarta coluna consta o percentual de áreas de fazendas que geram mais de um milhão de dólares por ano. Nessa avaliação, a Califórnia lidera o *ranking*, seguida do Texas e do Kansas, estados que utilizam mercados de água como instrumentos econômicos de gestão de recursos hídricos.

Tabela 5.19. Propriedades rurais nos Estados Unidos que produzem mais de 1 milhão de dólares anuais (área medida em acres, 2013). Elaboração própria. Fonte: (USDA, 2013).

| Estado | Áreas totais fazendas por estado (acre) | Áreas que geram mais de US\$ 1 milhão (acre) | % |
|------------|---|--|-----|
| Califórnia | 15.204.700 | 7.815.174 | 51% |
| Texas | 31.127.299 | 14.267.228 | 46% |
| Kansas | 13.099.354 | 5.321.268 | 41% |
| Nebraska | 21.609.278 | 6.625.894 | 31% |
| Colorado | 11.929.608 | 2.972.362 | 25% |
| Utah | 4.734.792 | 774.254 | 16% |

Considerando-se que o Oeste dos Estados Unidos adota, como instrumento econômico na gestão dos recursos hídricos, os mercados de águas, é bastante comum que irrigantes daquele país negociem seus direitos de uso e mantenham suas terras em pousio, embora estejam equipadas com sistemas de irrigação, para dar lugar a outros usos mais eficientes em termos de geração de renda. Assim, torna-se relevante verificar a relação entre área irrigável, a área irrigada em produção e a área em pousio em cada estado americano, dados fornecidos na Tabela 5.20.

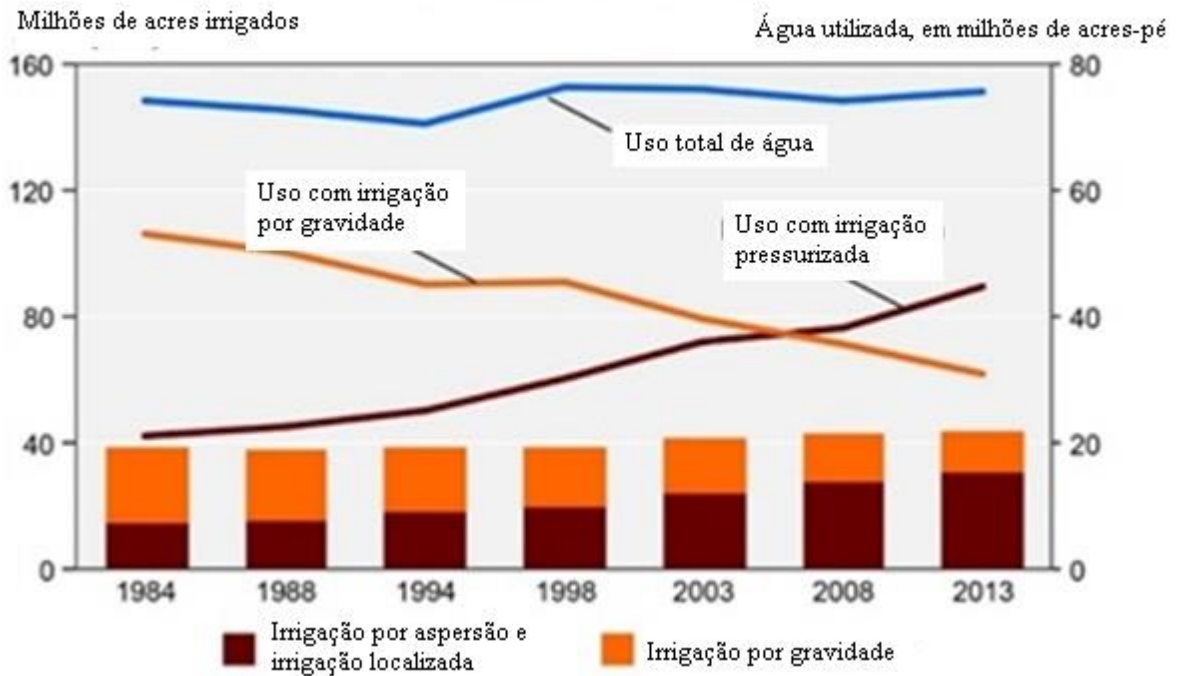
Tabela 5.20. Comparações com relação à área total das fazendas de cada estado (em acres). Ano 2013. Elaboração própria. Fonte: USDA, 2013.

| ESTADOS | Área Irrigável (%) | Área irrigada em produção (%) | Área irrigável em pousio (%) |
|------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Califórnia | 50% | 46% | 7% |
| Colorado | 19% | 17% | 14% |
| Nebraska | 38% | 38% | 1% |
| Texas | 14% | 14% | 5% |
| Kansas | 22% | 22% | 0% |
| Utah | 24% | 18% | 22% |

Outra informação relevante está veiculada no Gráfico 5.1, que ilustra a dinâmica dos tipos de sistema de irrigação nos 17 estados do Oeste americano de 1984 a 2013. Percebe-se que

o uso de água na agricultura permaneceu praticamente constante no período, embora tenha havido significativo crescimento em termos de valor de produção. Além disso, de forma semelhante ao observado no Chile, houve uma migração de sistemas de irrigação por gravidade (irrigação de superfície) para sistemas de irrigação pressurizados (irrigação por aspersão e localizada), cuja eficiência é bastante superior.

Gráfico 5.1 Evolução do consumo de água na irrigação e dos tipos de sistemas utilizados. Fonte: USDA, 2012.



5.2 DESENVOLVIMENTO DE MODELO PARA TESTAR APTIDÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS AOS MERCADOS DE ÁGUA

A decisão política para adotar mercado de água ou cobrança pelo uso de recursos hídricos como instrumento econômico na gestão de recursos hídricos pode ser amparada por ferramenta de suporte à decisão que avalie previamente condições físicas e socioeconômicas do sistema ou bacia hidrográfica e indique qual instrumento mais compatível para a situação. A escolha do instrumento econômico mais apropriado pode tornar o uso da água mais racional e menos conflituoso, especialmente em períodos de escassez hídrica.

Nesta parte, é necessário reunir referências bibliográficas para desenvolver um modelo capaz de testar a aptidão de quaisquer bacias hidrográficas aos mercados de água. O princípio adotado é o do método indutivo, em que se busca encontrar um padrão a partir de casos específicos. A ideia é que o modelo possa servir como ferramenta de planejamento, permitindo o mapeamento de bacias críticas em que os mercados de água possam ser implementados ou testados na forma de projetos piloto. O desenvolvimento do modelo não se esgota neste trabalho, pois ainda será necessário aplicá-lo a distintas bacias e sistemas hidrográficos e verificar seu funcionamento e eventuais falhas a serem corrigidas.

A ideia do modelo partiu do estudo das principais bacias hidrográficas abordadas neste trabalho e da identificação de elementos comuns entre elas que apresentam propensão ou cenário favorável aos mercados de água. Dessa forma, foram selecionadas as bacias hidrográficas do *Murray-Darling* na Austrália, do *Limarí* no Chile e do *San Joaquin* nos Estados Unidos, para identificar esses elementos, doravante denominados “fatores de aptidão ao mercado de águas”. Cada fator reúne características físicas e socioeconômicas das bacias estudadas que, na visão do autor, são determinantes para o bom funcionamento dos mercados de água. Os fatores aqui apresentados foram submetidos a profissionais da área de recursos hídricos brasileiros e dos países estrangeiros a fim colher opiniões e sugestões para o seu aperfeiçoamento, etapa que será detalhada mais adiante.

Em levantamento feito mediante pesquisa bibliográfica, foram identificados inicialmente 8 (oito) fatores de aptidão aos mercados de água, identificados nas três bacias hidrográficas em referência. Para cada fator, foram reunidas referências que comprovam a ocorrência das características físicas e socioeconômicas em cada uma das bacias estudadas. Os dados levantados para as três bacias hidrográficas foram utilizados para teste dessas bacias

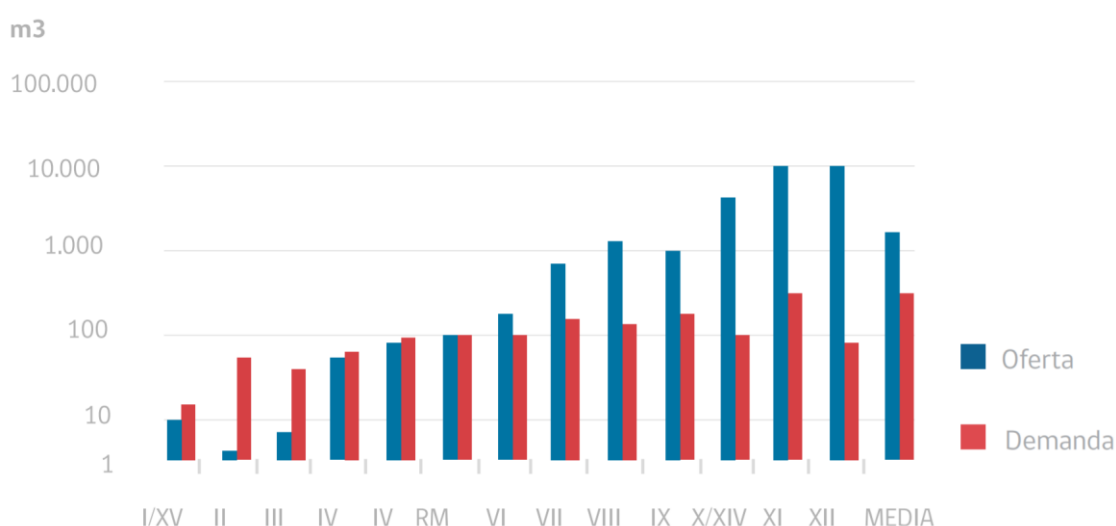
hidrográficas e verificação dos resultados, que estão disponibilizados no Apêndice C deste trabalho.

FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição

De acordo com ADAWR (2018) há um elevado controle sobre os usos de recursos hídricos na bacia do Murray-Darling. Segundo o Departamento, em 2016-2017, quase 36 milhões de m³ de água estavam outorgados no País e 78% de toda a água superficial regulada (outorgada) pertencia à bacia do Murray-Darling. A competição pelo uso na bacia hidrográfica está demonstrada no Capítulo 3.4.1 deste trabalho, quando se vê na época de seca um rebaixamento das reservas hídricas, aumento do preço da água no mercado e substituição da produção de arroz por outros usos de maior valor.

Na bacia do *Limarí*, Chile, a Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, elaborada por MOP (2012), demonstra que a oferta e demanda de água estão muito próximas na região de Coquimbo (região IV), no Chile, que engloba a bacias dos rios Elque, Limari e Choapa. No Gráfico 5.2 vê-se que as barras de oferta e demanda para a região IV estão praticamente justapostas.

Gráfico 5.2 – Oferta e demanda hídrica nas regiões chilenas. Destaque para a região IV (Coquimbo, que inclui o Limari). Fonte: MOP (2012).



O *Ministerio de Agricultura de Chile* (2016) pondera que existe um grave cenário de sobreoutorgamento ao analisar as vazões observadas nos rios da província de Limari. Identificaram-se 2615 outorgas de água superficial inscritos no Cadastro Público de Águas, sendo 99,16% deles consuntivos. Contudo, apenas 8,45% desses direitos de uso estão com

vazão registrada, em litros por segundo. Portanto, há incerteza e subestimação na vazão real outorgada. DGA (2016) veicula dados do *Departamento de Administración de Recursos Hídricos*, segundo os quais há 3.787 direitos de uso superficiais consuntivos e 85 não consuntivos na Região IV do Chile (região de Coquimbo), que engloba 3 bacias hidrográficas, entre elas a do Limari.

Nos Estados Unidos, segundo CSWRCB (2019), o sistema apropriativo de direitos de uso de água, aplicado no Estado da Califórnia, baseia-se na premissa de que não haverá água disponível todos os anos. Nas outorgas, reconhece-se que a água estará disponível nos anos mais chuvosos e que as outorgas mais novas serão reduzidas se houver condições de seca ou se direitos de uso mais antigos (*senior water rights*) não forem atendidos. A instituição também estima que a quantidade de água outorgada no estado (excluídos os usos não consuntivos para geração hidrelétrica) é superior à quantidade média de água disponível, portanto usuários dependem de reservatórios, de importação de água de outras bacias e de água subterrânea para se manterem nos anos de seca.

De acordo com PPIC (2017), há 3 principais entradas de água no *San Joaquin Valley*: i) fluxo da *Sierra Nevada*, ii) fluxo de sistemas de condução de água do Delta dos rios *Sacramento* e *San Joaquin* (*Central Valley Project* e *State Water Project*), e iii) precipitações na parte plana do Vale. A soma dessas entradas de água é de 14,6 milhões de acres-pé (ACF), em inglês), ou 18 bilhões de metros cúbicos por ano. O uso de água agregado somado à exportação na bacia resulta em 13,7 milhões de acres-pé, ou 16,9 bilhões de metros cúbicos por ano. Portanto, os usos de recursos hídricos no *San Joaquin Valley* são bastante competitivos, pois aproximadamente 94% da água disponível são utilizados.

FATOR 2 – Irrigação como uso de água importante na bacia

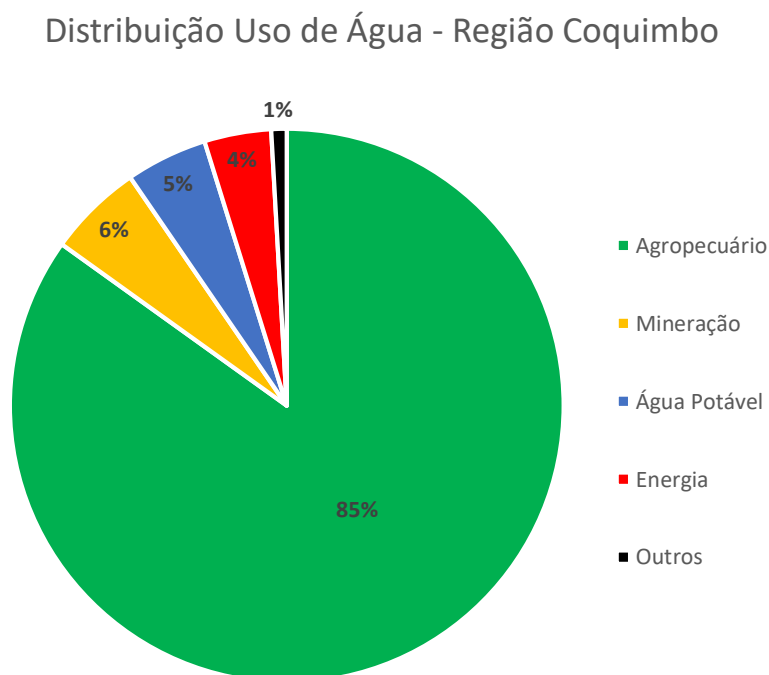
Na Austrália, Murray-Darling, Murray-Darling Basin Authority afirma que, a depender das circunstâncias, de 80 a 90% da água superficial é empregada em sistemas de agricultura irrigada. Depois da agricultura, segundo maior consumidor é a indústria, em seguida abastecimento humano. Mineração, manufaturas e outros usos contam apenas com pequeno percentual da água consumida. Na mesma bacia, ABM (2017) constata, com base nos dados do *National Water Account 2017*, que 80% da água foram usufruídos por usuários individuais, com consumo na agricultura perto do total, 18% para benefício ambiental e cerca

de 2% para abastecimento de cidades. A água consumida teve origem 89% em fontes superficiais e 11% em água subterrânea.

Dado importante traz ABS2 (2018) sobre o uso de água na agricultura na bacia do Murray-Darling. Para o período de 2016-2017, indica um consumo anual de água 6,3 bilhões de m³ para *Murray-Darling* e 9,1 bilhões de m³ para toda a Austrália, ou seja, 70% da água empregada para irrigação no país foram utilizados na bacia do Murray-Darling.

No Chile, estudo de IIC (2011) revela que o uso de água na região de Coquimbo (bacias dos rios Elqui, Limari e Choapa) é predominantemente agropecuário. Em vista da similaridade dessas três bacias hidrográficas, pode-se inferir que o uso de água no Limari segue a tendência de uso de água para a região de Coquimbo, representada no Gráfico 5.3.

Gráfico 5.3 – Distribuição de uso de água na região de Coquimbo. Fonte: IIC (2011), elaboração própria.



Na Califórnia, historicamente (1950-2010), a água superficial foi a fonte principal de abastecimento da irrigação. Contudo, após severas secas, em 2015 a água subterrânea passou a ser a principal fonte de abastecimento para irrigação USGS1 (2018). Segundo o autor, em 2015 o consumo de água para irrigação (superficial e subterrânea) no estado correspondeu a 74% do consumo total, isto é, 26 milhões de m³ em 35 milhões de m³ consumidos. De acordo com dados de USGS2 (2018), no Central Valley, os condados de San Joaquin, Merced,

Fresno e Tulare, importantes do ponto de vista agrícola, apresentaram consumo de 89%, 89%, 89% e 92% para irrigação respectivamente.

FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor

Na Austrália, os dados de ABS1 (2018) indicam que a bacia do Murray-Darling é a região agrícola mais importante do país, contém 65% das fazendas irrigadas e contribuiu com 46% (7,2 bilhões de dólares australianos) do valor bruto gerado pelas fazendas irrigadas do país no ano agrícola 2016-2017. As principais atividades agropecuárias, que somadas representam 54% desse valor, são: produção de frutas (incluindo amêndoas), hortaliças e pecuária de leite.

O autor destaca que, nesse período, o Produto Interno Bruto agrícola do país no período foi de 20,6 bilhões de dólares australianos, sendo 7 bilhões (34%) gerados somente mediante irrigação na bacia do Murray-Darling. Informa que produção irrigada na bacia representa praticamente 100% da produção nacional de arroz e de laranjas; 93% da produção de algodão e 76% de uvas. DAWR (2018) relata que as severas variações na disponibilidade hídrica, mudanças no preço de *commodities*, entre outros fatores, levaram a uma retração na plantação de uvas e recente expansão da produção de amêndoas e algodão.

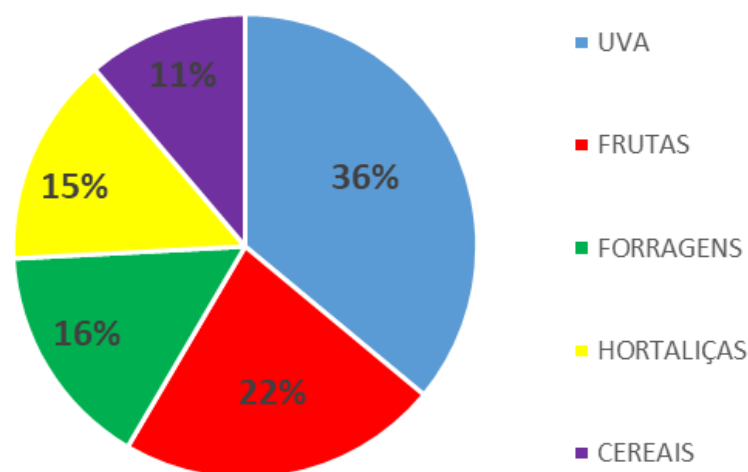
Segundo ABS3 (2017), a área irrigada na bacia do Murray-Darling em 2016-2017 era de 1.353.611 hectares, sendo 79.199 hectares irrigados (5,8%) para produção de frutas e amêndoas, 73.317 hectares irrigados (5,4%) para produção de uva e 28.177 hectares irrigados (2%) para hortaliças, ou seja, a área de frutas, hortaliças e culturas de alto valor representa 13,2% da área total irrigada .

No Chile, o sistema hidrográfico do vale do Limari, integrado pelos reservatórios de *La Paloma*, *Cogoti* e *Recoleta*, é o mais importante da região do “norte chico”, segundo DGA (2004). Com um potencial de irrigação de mais de 70.000 hectares, a região conta com ampla diversidade de cultivos. O autor destaca a abundante atividade hortícola, com alta especialização nos cultivos de tomate e pimentão, irrigação por gotejamento, estufas e outras tecnologias de irrigação e manejo. Conta com importante área de produção de uvas para produção de pisco e para consumo *in natura*. Registra também cultivos extensivos de pastos e forragens e atividade de mineração de prata e cobre.

Em 2015, a superfície plantada sob irrigação na região de Coquimbo era de 46.804 hectares, sendo 18.600 hectares na bacia do Limarí (39,74% desse total). A retração da área irrigada na bacia do Limari é reflexo severas secas que têm afetado região nos últimos 20 anos, com significativas reduções do volume acumulado de água. Contudo, de 2016 a 2019 o volume das precipitações tornou a aumentar e os reservatórios da região, que chegaram a atingir níveis de armazenamento superiores a 80%. Portanto, como a água é um fator muito limitante nessa bacia, a área irrigada no Limari em 2019 deve ter sofrido importante expansão. O gráfico 5.4 demonstra a distribuição da superfície cultivada no vale do Limari para 2012.

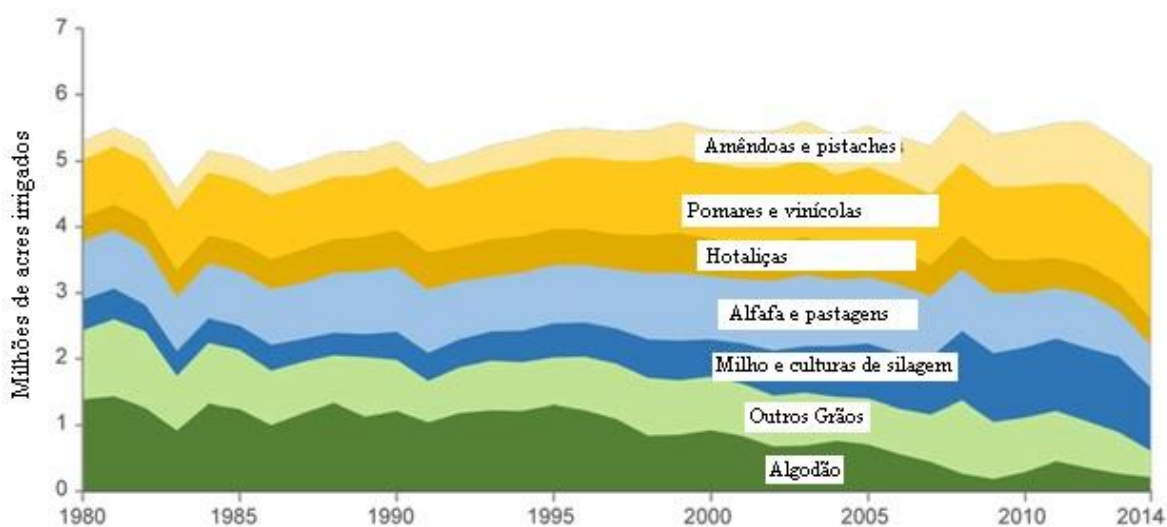
Gráfico 5.4 Distribuição da superfície cultivada no vale do Limari em 2013. Fonte: DGA (2013), elaboração própria.

DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA IRRIGADA LIMARÍ



Nos Estados Unidos, a agricultura do *Central Valley* (onde abrange o *San Joaquin*) gera um valor estimado de 17 bilhões de dólares ao ano, produz um quarto dos alimentos e 40% das frutas e amêndoas do país. Cerca de 75% das terras irrigadas na Califórnia estão no Vale, área que corresponde a 17% da área irrigada nacional. No Vale cultivam-se mais de 250 culturas distintas, sendo predominantes cereais, forragens, algodão, hortaliças, frutíferas e amêndoas. (USGS, 2017). O Gráfico 5.5 demonstra a evolução da área irrigada para esses cultivos de 1980 a 2014.

Gráfico 5.5 – Evolução dos cultivos irrigados no *San Joaquin Valley*. Fonte: PPIC (2017).



PPIC (2017) estima a área total irrigada no *San Joaquin Valley* em 2,1 milhões de hectares. Comenta que desde o início da década de 1980 os produtores rurais têm respondido a grande variedade de mudanças: aumento de preço das commodities, inovação tecnológica continuada, baixas taxas de juros e custos elevados de terra e água. Essa conjuntura criou uma preferência pelo cultivo de frutas (uva e amêndoas, particularmente), culturas de alto valor como tomates e melões, bem como forragens para alimentar a pecuária de leite. Segundo o autor, de 1980 a 2012, observou-se crescimento de área para as seguintes culturas: pomares e vinícolas (de 21 para 36%), hortaliças (de 8 para 11%), milho e forragem para silagem (de 9 para 20%). Mantiveram-se em 16% alfafa e pastagens. Os cultivos que mais encolheram no período foram algodão e grãos em geral, que passaram a se mostrar menos rentáveis para aquela realidade.

A Califórnia também possui uma forte vocação para pecuária leiteira. É o maior estado produtor do país e 85% do rebanho leiteiro nacional concentra-se *Central Valley*. PPIC (2017) demonstra que o rebanho do vale praticamente quadruplicou entre 1970 e 2000 e caracteriza-se pela produção de leite confinada com uso intensivo de forragens e grãos na alimentação.

FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca

Na Austrália, MDBA2 (2019) descreve o clima da bacia do Murray-Darling como subtropical no Norte, semiárido no Oeste e temperado no Sul. A porção Leste tem uma precipitação média anual alta, de até 1.500 mm, e o Oeste é tipicamente quente e seco, com

essa precipitação inferior a 300 mm. A precipitação média anual na bacia, de 1911-2012, foi de 651 mm e o a evapotranspiração potencial, de 559 mm, de acordo com o *Australian Bureau of Meteorology* (2012). Possui topografia baixa, clima quente e semiárido em sua maior parte, cursos d'água lentos e sinuosos, caracterizando um ambiente com alta evaporação.

A seca mais importante nos últimos tempos para a Austrália foi a “Seca do Milênio”, que afetou exatamente a região do Murray-Darling. De acordo com o *Australian Bureau of Meteorology* (2015), essa seca teve início em 1996, fim em 2010 e atingiu de forma mais severa regiões densamente povoadas do Sudeste e Sudoeste do país, especialmente a bacia do Murray-Darling e todas as áreas de cultivo do sul da Austrália. Cita como efeito da seca a queda no armazenamento de água para atender a cidade de Melbourne, que estava com capacidade de reservação de 97% em outubro de 1996 e passou para apenas 33% em junho de 2010.

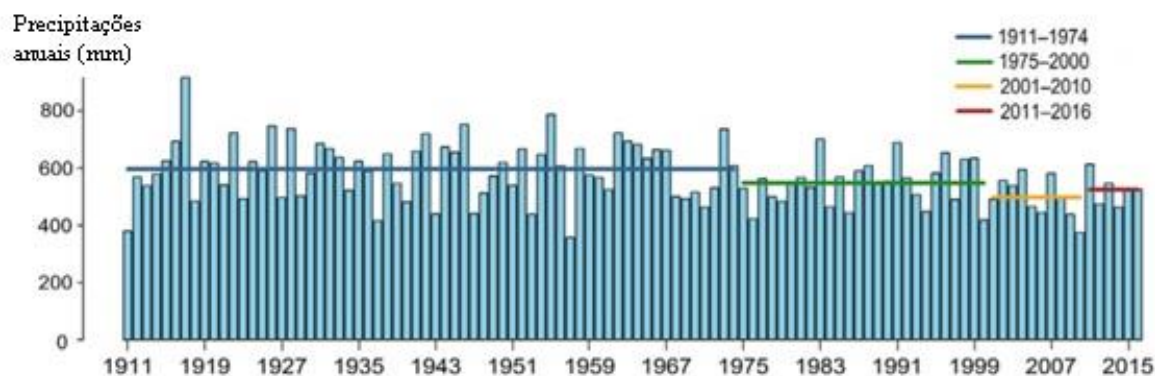
As políticas para lidar com a escassez de água na Austrália concentram-se mais nos centros urbanos. A partir da *Millenium Drought* foram definidas políticas variadas a depender da gravidade do local afetado. Na cidade de Caberra, por exemplo, aplicam-se as *Permanent Water Conservation Measures*, que determinam restrições a serem observadas no uso da água utilizada em jardins, gramados, no enchimento de piscinas, na lavagem de carros e na limpeza, conforme ACT (2010), sob pena de multa de 200 a 1.000 dólares australianos. Em pesquisa no site do *Australian Bureau of Meteorology*⁴ foi possível verificar que, mesmo em 2019, várias cidades estão sob políticas de restrição de uso de água.

Na bacia do Murray-Darling, Australia, Timbal (2015) estima que a temperatura média anual continuará subindo, que com maior frequência de dias quentes e menor deposição de neve nas geleiras montanhosas. No final do século XXI, projeta-se com alto nível de confiança redução de chuvas no inverno; e com média confiança uma manutenção no regime de chuvas no verão. Embora a média anual de precipitações tenda à redução, há previsão de aumento da intensidade das chuvas, ou seja, menos chuvas, porém chuvas mais intensas. Para MDBA1 (2019), as projeções em mudanças climáticas sugerem um aumento na frequência de secas e em sua severidade, e essa redução nas chuvas afetará o armazenamento de água

⁴ Ver: <http://www.bom.gov.au/water/restrictions/index.php> Acesso em 08/02/2019.

na bacia. O gráfico 5.6 registra essa tendência de redução nas precipitações ao longo do tempo, nas retas que representam as médias para cada período.

Gráfico 5.6 Precipitações médias anuais nas bacias dos rios Murray e Avon (mesmo cluster para mudança do clima) na Austrália. Fonte: *Australian Bureau of Meteorology* (2018)



No Chile, DGA (2004) descreve o vale do *Limarí* como de clima semiárido, que se desdobra em três tipos:

- i) Clima semiárido com muitas nuvens. Predomina na área costeira e espalha-se por até 40km no continente. Médias de precipitações anuais de 130 mm e período seco de 8 a 9 meses.
- ii) Clima semiárido temperado com chuvas inverniais. Ocorre no vale do rio *Limarí* e caracteriza-se por um clima seco no qual a evaporação é superior à precipitação e não há excedentes hídricos.
- iii) Clima semiárido frio com chuvas inverniais. Clima situado na Cordilheira dos Andes, acima dos 3.000 metros de altitude, com características de altas precipitações, baixas temperaturas e neve permanente, que contribuem significativamente para a vazão dos cursos d'água no verão.

Para CAZALAC (2015), a região de Coquimbo (onde se situa o vale do Limari) possui condições de aridez, com base na precipitação anual, evapotranspiração e número de meses secos. Há gradações, porém, na zona norte do país, onde se situam zonas áridas e hiperáridas, o que enseja o estabelecimento de restrições sobre o uso de recursos hídricos. De acordo com Ministerio de Agricultura de Chile (2016), na província de Limari, entre 2000 e 2014, foram registradas três secas, e em 2008 foram decretadas pelo menos 40 emergências

agrícolas por falta de água. A emergência agrícola é uma medida que permite administrar com mais flexibilidade recursos públicos para atacar o problema da seca.

O período entre 2010 e 2015 foi o mais complicado no País devido à redução nas precipitações, na vazão dos cursos d'água e no volume acumulado dos reservatórios. Os Gráficos 5.7 e 5.8 demonstram a grande seca que afetou o Chile.

Gráfico 5.7 Vazões observadas (em azul escuro Limari) em comparação com a vazão média histórica (linha reta 100%). Fonte: CEAZA (2019).

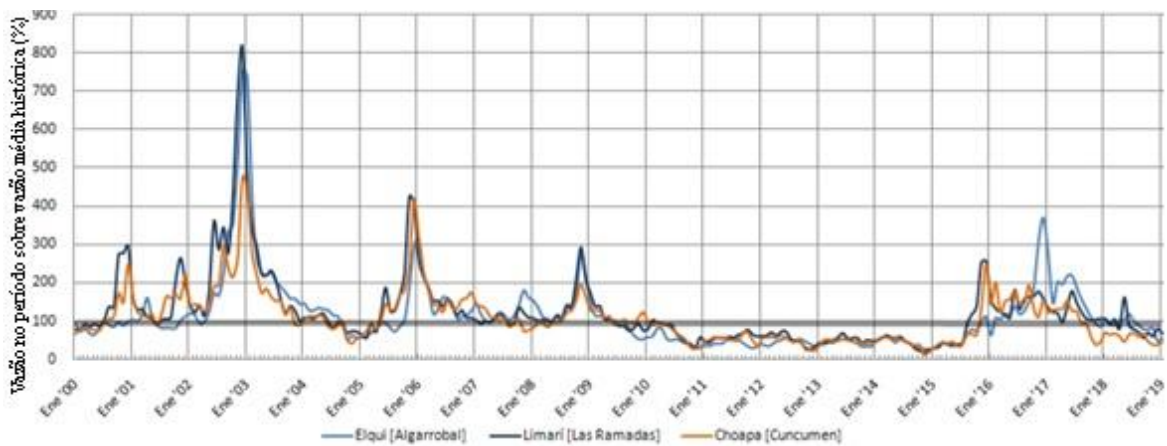
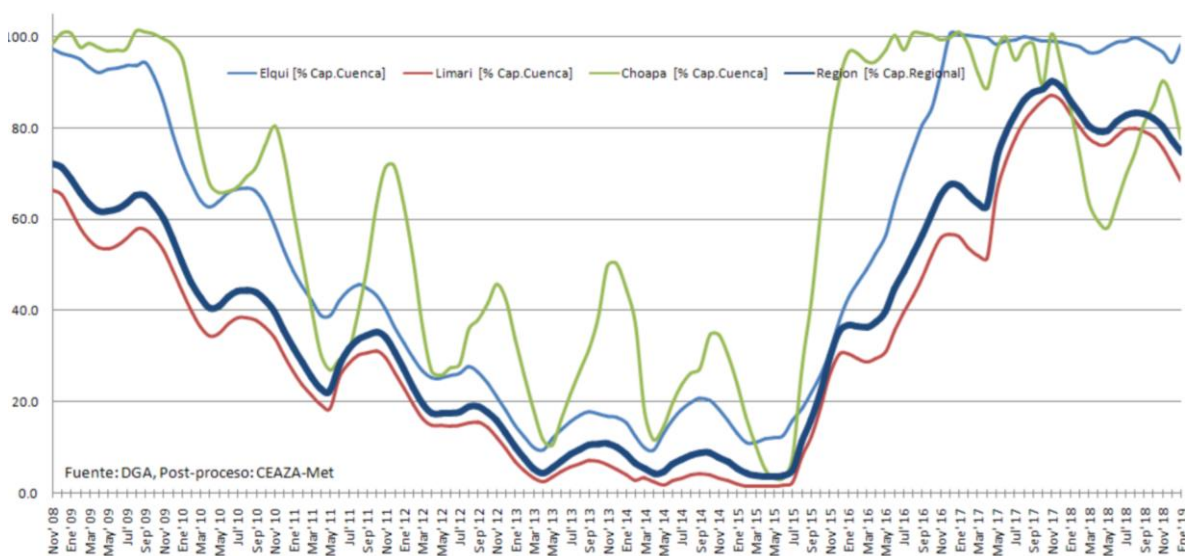


Gráfico 5.8 Percentual do volume acumulado de 2008 a 2019. Destaque para os reservatórios do Limari (vermelho). Fonte: CEAZA, 2019.



Em 2010, foram estabelecidas zonas de restrição e zonas de proibição relativas ao uso de recursos hídricos, conforme exposto na Tabela 5.21, com destaque para a Região IV onde se situa o Vale do Limari.

Tabela 5.21. Zonas de Restrição e Proibição no Chile e, 2010. Fonte: World Bank (2011).

| Região | Área de restrição | Zona de proibição | Total |
|------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| I. Tarapacá | 3 | - | 4 |
| II. Antofagasta | 3 | - | 3 |
| III. Atacama | 9 | 4 | 14 |
| IV. Coquimbo | 24 | - | 24 |
| RM | 24 | - | 24 |
| V. Valparaíso | 25 | 1 | 26 |
| V. Valparaíso + RM | 1 | - | 1 |
| VI. Lib. Gral Bdo. O'Higgins | 17 | - | 17 |
| XV. Arica y Parinacota | - | 1 | 1 |
| Total | 106 | 6 | 112 |

No Vale do Limari, Chile, o Ministério de Agricultura de Chile (2016), em análise estatística, verificou que entre 1975 e 2015 os valores médios anuais de precipitação sofreram redução de 25% e de temperatura sofreram aumento de 3,5%. Vicuña *et al* (2012), ao comparar as estimativas de 2070-2100 com o histórico de 1960-1990, projetam redução de 35 a 40% nas precipitações médias anuais para a região, fortemente influenciada pela elevada evaporação. Quanto ao impacto nos reservatórios, os autores estimam reduções de 15; 10 e 15% no volume médio armazenado dos reservatórios La Paloma, Cogoti e Recoleta respectivamente até o ano 2042, bem como reduções de 30, 35 e 35% para os trinta últimos anos do século XXI.

Nos Estados Unidos, no *San Joaquin Valley* prevalecem os climas semiárido e árido e as geografias de estepe conforme ilustrado na Figura 5.1 A maior parte dos cursos d'água do vale são abastecidos por tributários na parte leste da bacia, com origem na Sierra Nevada, onde grande parte da precipitação ocorre na forma de neve. A água drenada na bacia flui na direção Norte até o delta do Sacramento-San Joaquin. A precipitação média anual no *Central Valley*, período 1981-2010, esteve abaixo de 254 mm, no Sul, e abaixo de 381 mm no Norte do vale, conforme se observa na Figura 5.2.

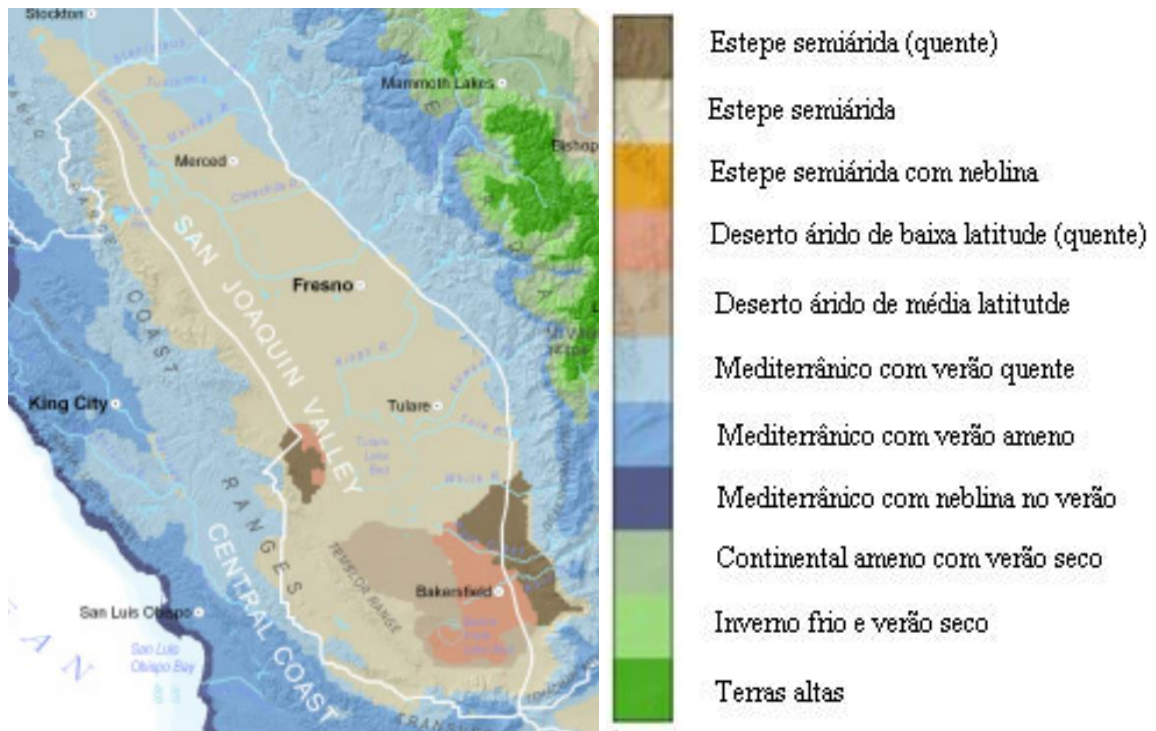


Figura 5.1 Climas presentes no Central Valley. Fonte: Kauffman (2003), traduzido.

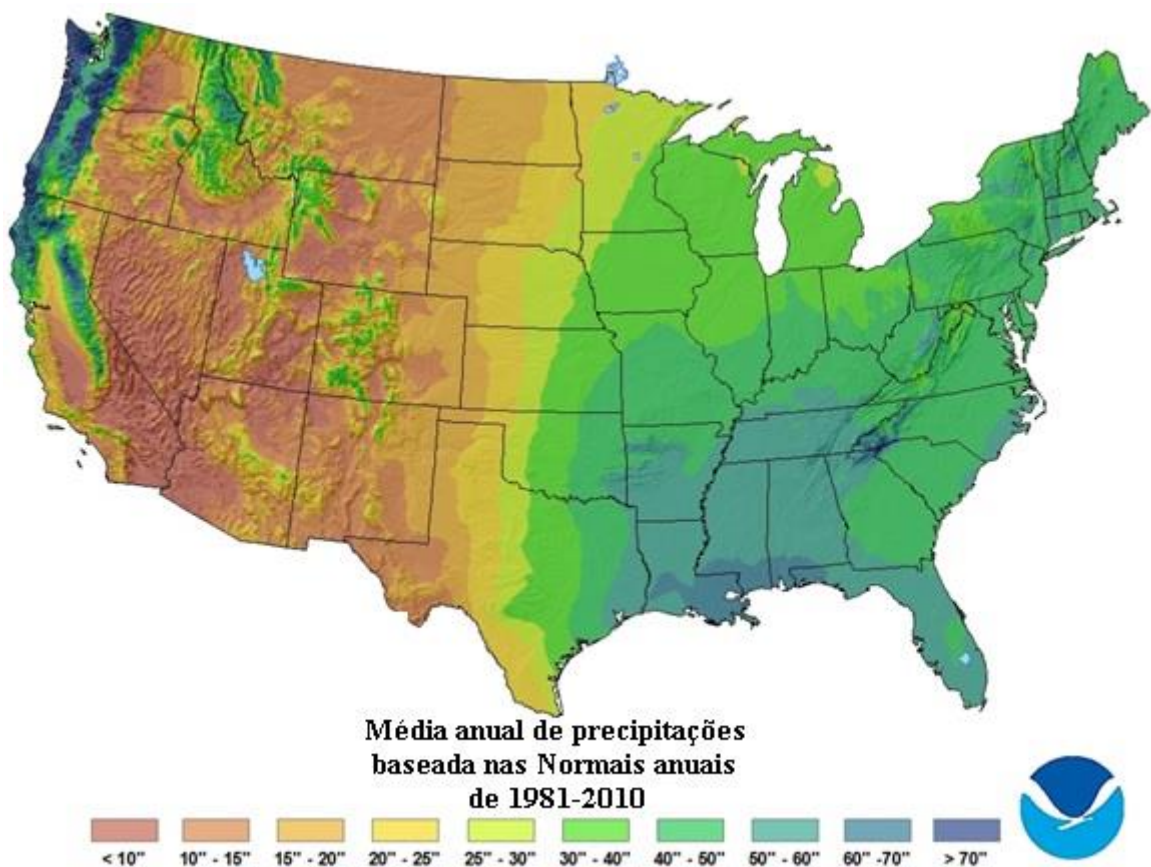


Figura 5.2 Precipitação média anual nos Estados Unidos, período 1981-2010. Fonte: NOAA (2019), traduzida.

De 2011 a 2017, a Califórnia passou por uma de suas piores secas da história. Reuters (2015) noticiou medidas estabelecidas pelo governador Jerry Brown em 2015, que estabeleceu racionamento com redução de 25% no consumo de água nas cidades e em alguns setores, como irrigação paisagística e de campos de golfe. Apresentou também uma legislação de emergência para acelerar a liberação de 1 bilhão de dólares para amenizar impactos da seca e investir em infraestrutura hídrica no estado.

Nos Estados Unidos, o Plano de Conservação do Delta do *Sacramento-San Joaquin*⁵ projeta aumentos de temperatura de cerca de 2,2 a 5 °C para o século XXII na região, a depender do cenário e considerando a variabilidade desse aquecimento no *Central Valley*. Ademais, o período de duração de temperaturas extremamente altas deve alargar de 2 meses (julho e agosto) para 4 meses (junho a setembro). Cayan *et al.* (2009) observam que a Califórnia como um todo, particularmente a região sul, estará 15 a 35% mais seca até 2100, e os volumes de neve acumulada tendem a diminuir em 25% até 2050 (CDWR, 2010). Null *et al* (2013) modelaram vazões para o período 2051-2099 e concluíram que os anos criticamente secos serão 32% mais recorrentes para o *San Joaquin Valley*, quando comparados com os anos do período de 1951-1999.

FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas

Na bacia do Murray-Darling, Austrália, existem dezenas de áreas ou distritos de irrigação que são abastecidos por complexas redes de canais, reservatórios, açudes e lagos. ABS2 (2018) identificou forte relação entre essas estruturas e o uso da água para irrigação no país, de tal maneira que mais de 50% da água empregada na irrigação depende delas. A bacia possui capacidade⁶ máxima de reservação de 22,7 milhões de m³ de água.

Uma das mais importantes áreas de irrigação é a *Murrumbidgee Irrigation Area* (MIA). A MIA conta com área de 670.000 hectares, sendo 130.000 irrigados em mais de 3.300 propriedades rurais. O suprimento de água para a MIA provém de dois grandes reservatórios a montante: Burrinjuck e Blowering, ambos administrados pela WATER NSW, empresa pública de responsável pelo abastecimento de água para centros urbanos, irrigação e meio ambiente. Há mais de 3.500 km de canais operados pela empresa *Murrumbidgee Irrigation Limited*, com capacidade máxima de 6.600 megalitros por dia (ou 76,4 m³/s), atendendo não

⁵ Ver: <http://baydeltaconservationplan.com/Home.aspx> Acesso em 07/02/2019.

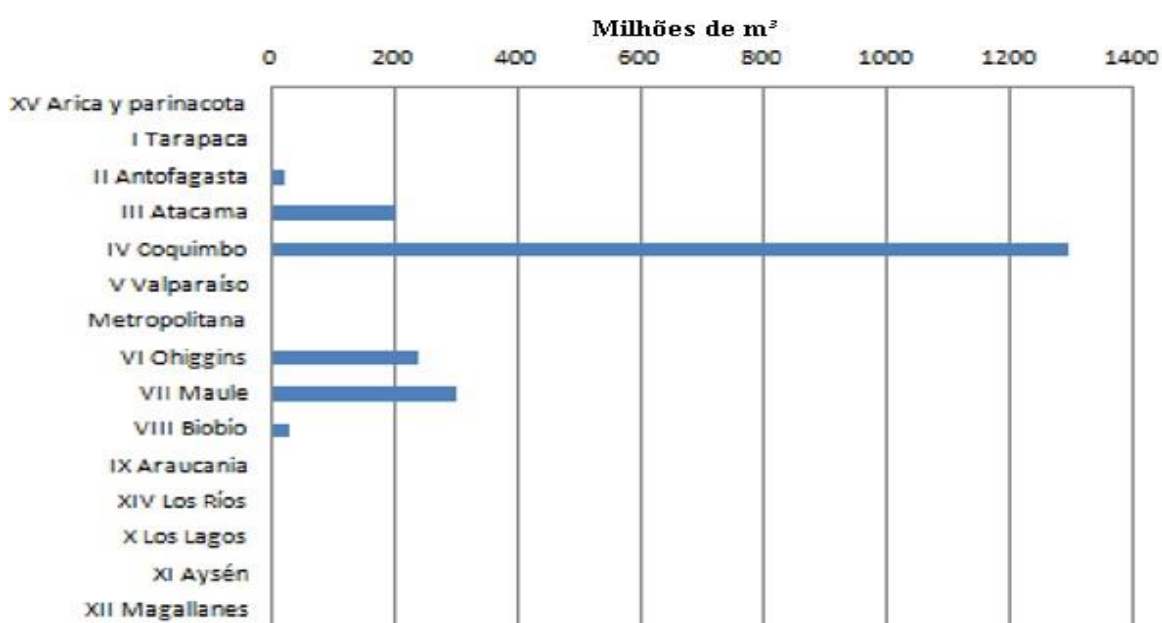
⁶ Ver: <https://www.mdba.gov.au/managing-water/water-storage> Acesso em 21/04/2019.

só a agricultura irrigada, mas também as cidades de Griffith e Leeton. Existem pelos menos nove reservatórios para suprir o abastecimento de água no Vale do Murrumbidgee de acordo com Murrumbidgee Irrigation (2018).

No estado de *Victoria*, a *Goulburn-Murray Water Region* concentra pelo menos dez distritos ou áreas de irrigação, nos municípios de *Greater Shepparton*, *Swan Hill*, *Campaspe*, *Moira*, *Gannawarra* and *Loddon*, de acordo com Goulburn-Murray Water (2018). Foram contabilizados na região cerca de 14 barragens, açudes ou lagos, 7 canais e 2 sistemas de condução de água para áreas externas.

No Chile, o sistema hidrográfico do Limari conta com três reservatórios principais⁷: *La Paloma* (97 milhões de m³), *Cogotí* (150 milhões de m³) e *Recoleta* (97 milhões de m³). Cazalac (2015) detalha que o local já teve área irrigada de 51.925 hectares dos quais cerca de 48% eram dedicados ao cultivo de uvas e outras frutas. De acordo com Bauer (2016), essa região é o único exemplo chileno de mercado ativo de água devido ao conjunto de condições incomuns, como: capacidade adequada de reservação, culturas agrícolas de alto valor para exportação e associações de usuários de canais bem organizadas. A Região de Coquimbo é a que apresenta a maior capacidade de reservação de água, com cerca de 1,3 bilhão de metros cúbicos de água, como exposto no Gráfico 5.9

Gráfico 5.9. Comparativo da capacidade de reservação de água em cada Região do Chile. Fonte: CNR (2013)



⁷ Ver: http://www.embalserecoleta.cl/estadisticas_hidrologicas.html Acesso em 21/04/2019.

Levantamento do Ministerio de Agricultura de Chile (2016) identificou 644 canais e grande concentração⁸ de pequenos reservatórios na região do vale do Limari. Na Figura 5.3, elaborada pelo mesmo autor, estão indicados em pontos vermelhos os reservatórios e em linhas amareladas os sistemas de canais existentes.

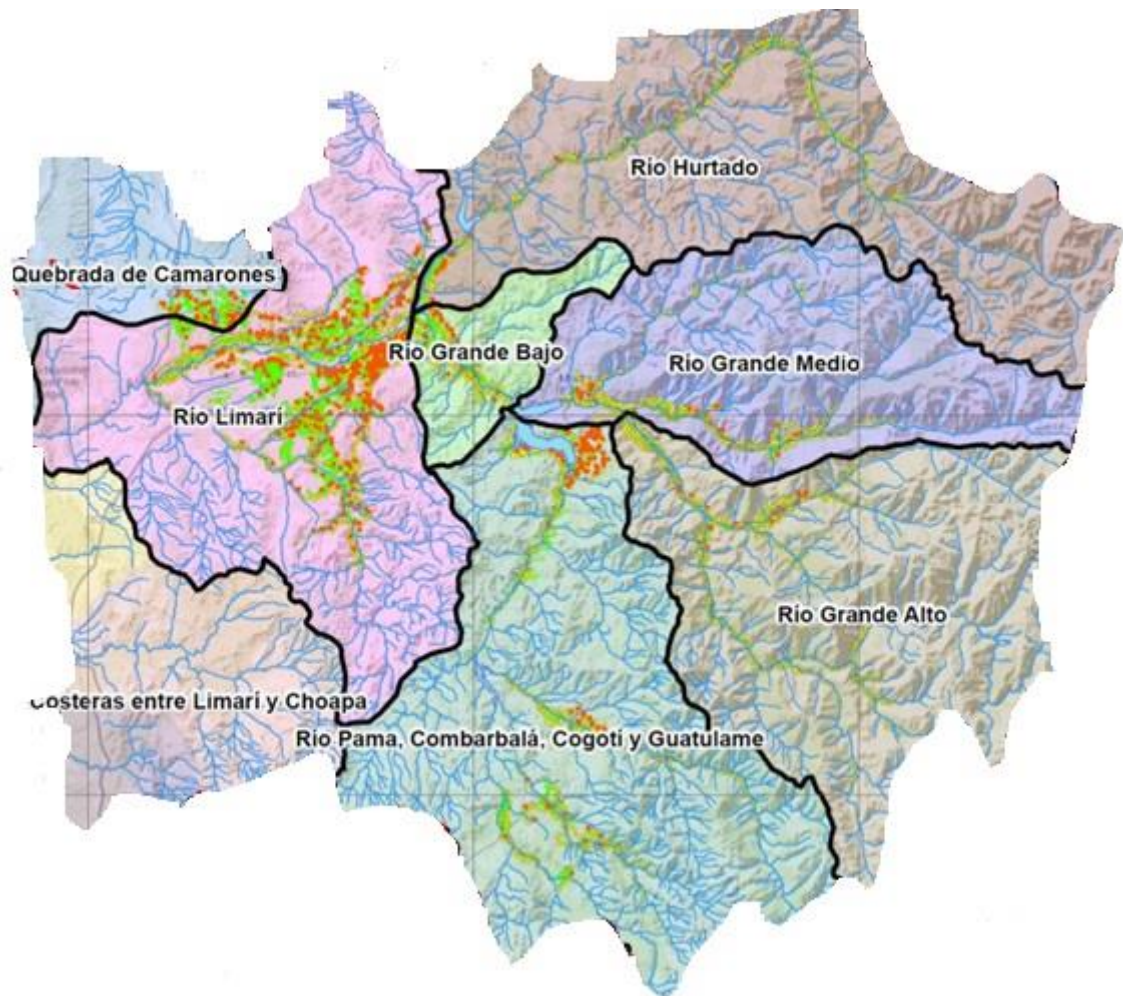


Figura 5.3: Bacia do rio Limari, seus sistemas de canais e reservatórios (em vermelho) e áreas cultivadas (em verde). Fonte: Ministerio de Agricultura de Chile (2016), adaptada.

Nos Estados Unidos, PPIC (2019) ressalta o sistema hídrico criado na Califórnia, composto por reservatórios superficiais, subterrâneos e canais, que conduzem água de regiões mais úmidas do *Sacramento Valley*, evitando enchentes, para zonas agrícolas do *San Joaquin Valley* e cidades nas regiões da Bahía e do Sul da Califórnia. Os 5 maiores reservatórios de água da região norte da Califórnia e suas capacidades máximas de armazenamento são⁹: Shasta (5,6 trilhões de m³), Oroville (4,3 trilhões de m³), Trinity Lake (3 trilhões de m³), New Melones (2,9 trilhões de m³) e San Luis (2,5 trilhões de m³). Os três primeiros situam-

⁸ Segundo o autor, somente do sistema Paloma há 440 pequenos reservatórios.

⁹ Ver: <https://engaging-data.com/ca-reservoir-dashboard/> Acesso em 21/04/2019.

se na bacia do rio Sacramento e os dois últimos na bacia do San Joaquin e fornecem água para projetos de irrigação no *Central Valley*.

Bureau of Reclamation (2016) realça os dois principais projetos da região: *Central Valley Project (CVP)* e *California's State Water Project (SWP)*. PPIC (2019) explica que o CVP teve início em 1933 e hoje conta com 20 reservatórios, 11 hidrelétricas e mais de 800 km de canais que abastecem usos múltiplos. Segundo o autor, suas águas abastecem projetos de irrigação em sua maioria e cerca de 5% é destinada ao abastecimento humano em centros urbanos.

Já o *State Water Project (SWP)* é definido por *Bureau of Reclamation* (2018) como uma rede de 22 barragens e reservatórios ao Norte e ao Sul da Bahía de *San Francisco*, integrada por aquedutos para conduzir água ao sul do estado. Aproximadamente 30% da água do SWP são utilizados em projetos de irrigação no *San Joaquin Valley* e os 70% restantes atendem usos industriais e de abastecimento humano, a maioria no sul da Califórnia.

A Região do *Central Valley* abriga três quartos da área total irrigada na Califórnia e um sexto da área irrigada total dos Estados Unidos. As Figuras 5.4 e 5.5 ilustram os sistemas de barragens e canais criados na região.

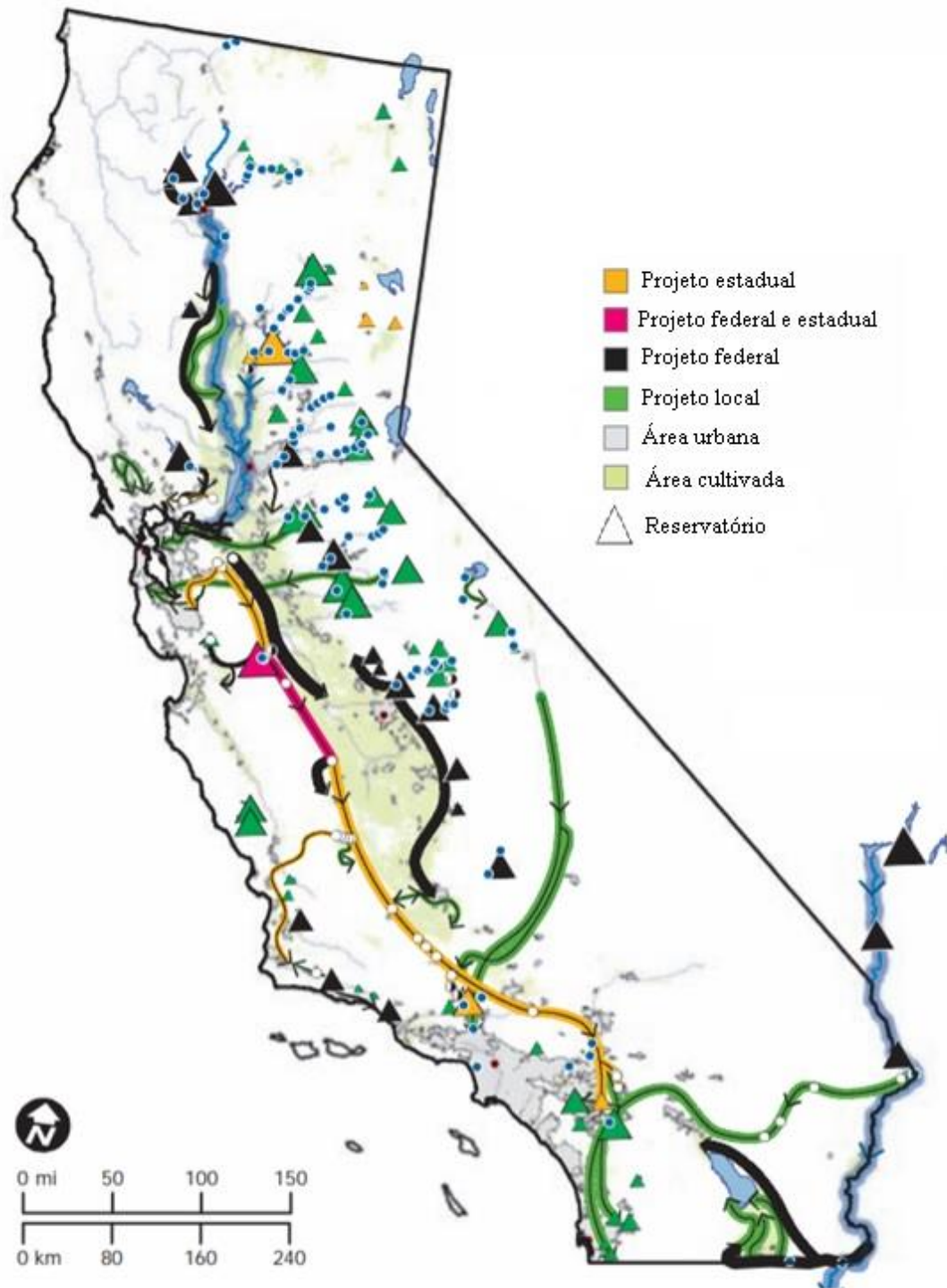


Figura 5.4 – Reservatórios e projetos de canais existentes no estado da Califórnia. Triângulos representam reservatórios e setas, canais e aquedutos. Fonte: PPIC (2011), traduzida.



Figura 5.5 – Rede de canais e aquedutos públicos e privados no *Central Valley e San Joaquin Valley*. Em azul, projetos federais, em vermelho estaduais e em verde projetos privados. Fonte: Bureau of Reclamation (2009), traduzida.

FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais

Na Austrália, os usuários de água estão muito bem organizados no âmbito nacional, nas bacias hidrográficas e nos distritos de irrigação. No plano nacional, o *National Irrigators Council*, composto por 27 membros, é a organização de mais alto nível para representação política e defesa dos irrigantes. Na bacia hidrográfica do Murray-Darling, usuários de água organizam-se no *Basin Community Comiteee*, uma espécie de comitê de bacia hidrográfica, responsável pela interlocução com a autoridade da bacia hidrográfica, com representação de usuários de água, indígenas e empresas. É o espaço para discutir problemas de interesse dos usuários e a implementação do plano de bacia hidrográfica.

Observa-se, também, avançado nível de organização entre usuários de água em distritos de irrigação ou associações de irrigantes¹⁰. Em alguns casos, foram criadas empresas públicas ou privadas para realizar a gestão dos canais e dos reservatórios em benefício dos usuários. As principais organizações são:

- i) *Goulburn-Murray Irrigation District (GMID)*: é o maior distrito de irrigação na bacia do Murray-Darling, abrange os municípios de Greater Shepparton, Swan Hill, Campaspe, Moira, Gannawarra and Loddon, no estado de *Victoria*. Produz 21% do leite da Austrália, 75% das peras e importante quantidade de frutos do tipo drupa (pêssego, nectarina, etc.). O distrito é atendido pela *Goulburn-Murray Water*¹¹, companhia estatal rural de águas detentora da maior rede de abastecimento para irrigação da Austrália. Faz a gestão de 70% da água reservada no estado de *Victoria*, de 50% do abastecimento de água subterrânea e possui mais de 21.000 clientes.
- ii) *Coleambally Irrigation Co-operative Limited (CICL)*¹²: quarta maior empresa de irrigação da Austrália, controlada por irrigantes e situada no vale do *Murrumbidgee*, estado de *New South Wales*. Atende três grandes áreas: i) *Coleambally Irrigation Area*, com 79.000 hectares sob irrigação intensiva; ii) *Kerarbury scheme*, com 12.000 hectares irrigados para agricultura e pastagens; iii) *Coleambally Outfall District*, com 300.000 hectares com pastagens, forragens e alguns projetos de irrigação. Possui sistema de abastecimento por gravidade com canais que percorrem 518 km e sistema automatizado para gestão das águas.

¹⁰ Ver: http://www.nswic.org.au/pdf/fact_sheets/Who%20is%20Who%20of%20Irrigation.pdf Acesso em 23/02/2019.

¹¹ Ver: <https://www.g-mwater.com.au/about> Acesso em 10/02/2019.

¹² Ver: <https://www.colyirr.com.au/brief-overview> Acesso em 23/02/2019.

Dedica-se à produção de culturas de inverno e de verão, sendo as principais de verão: algodão, arroz e milho.

iii) *Murray Irrigation Limited* (MI)¹³: é a maior companhia privada de abastecimento de água para irrigação da Austrália, controlada por irrigantes e sediada no sul do estado de *New South Wales*. Serve a mais de 2.100 produtores rurais em uma área de superior a 700.000 hectares e detêm 60% das outorgas seguras do rio Murray. Possui uma rede de mais de 2.700 km de canais com sistema automatizado de gestão das águas.

No Chile, os usuários também apresentam grau de organização especial. O Código de Águas do Chile disciplina no Título III as organizações de usuários de água, quando dois ou mais usuários de água outorgados compartilhem o mesmo canal, reservatório ou aquífero. Estabelece como espécies de organização: i) comunidades de águas; ii) comunidades de obras de drenagem; iii) associação de canalistas; e iv) juntas de vigilância. O vale do Limari em 2012 possuía 8 juntas de vigilância, 5 associações de canalistas e 304 comunidades de águas, conforme DGA2 (2013).

Destacam-se entre as organizações a *Junta de Vigilancia Rio Grande e Limarí y sus afluentes*¹⁴, oficialmente criada em 1998, mas em funcionamento informal desde 1880, possui atuação sobre 166 comunidades de água, 71 canais exclusivos e 2 associações de canalistas, conforme levantado por DGA2 (2013). Administra direitos de uso e a distribuição de água nos canais *Palqui-Maurat-Semita* e *Camarico* e entrega 1.200 milhões de metros cúbicos excedentes para acumulação no reservatório *La Paloma*.

Por sua vez, a *Asociación de Canalistas Embalse Recoleta* (ACER)¹⁵, organização privada responsável, desde 1953, pela distribuição das águas do reservatório Recoleta, abastece sistemas irrigados em cerca de 15 mil hectares. Além dessas, outros exemplos de organização são: *Junta de Vigilancia del Río Hurtado y sus Afluentes* (JVRH), *Asociación de Canalistas del Embalse Paloma* (ACEP), *Asociación de Canalistas Embalse Cogotí* (ACEC), *Asociación de Canalistas del canal Camarico* (ACCC), *Asociación de Canalistas canal derivado Punitaqui* (ACDP) y *Asociación de Canalistas Canal Palqui Maurat Semita*.

Portanto, praticamente todos os canais e reservatórios no vale do Limari encontram-se geridos por associações de canalistas e juntas de vigilância, de modo que a gestão dessas

¹³ Ver: <https://www.murrayirrigation.com.au/> Acesso em 23/02/2019.

¹⁴ Ver <https://jvriolimari.cl/> Acesso em 23/02/2019.

¹⁵ Ver: http://www.embalserecoleta.cl/la_asociacion.html Acesso em 23/02/2019.

estruturas é complexa, participativa e eminentemente privada. De acordo com DGA2 (2013), em geral as Juntas de Vigilância da região de Coquimbo dispõem de orçamento para custear suas atividades, demonstram conhecimento técnico, legal e organizacional para a gestão das águas e contam com profissionais e agricultores na administração,

No *Central Valley*, Estados Unidos, os irrigantes estão organizados principalmente na forma de distritos de irrigação, previstos no Capítulo 9 do *California Water Code*¹⁶, de natureza pública, sujeitos a eleições, prestação de contas e regras de transparência. Muitos distritos do *Central Valley* têm seu abastecimento complementado por projetos de transposição de água que conduzem água do norte do estado para o sul. O mais importante deles é o *Central Valley Project (CVP)*¹⁷, responsável pelo armazenamento e distribuição de 20% das águas servidas na Califórnia, atende 2,5 milhões de californianos e mais de 1,2 milhão de hectares irrigados. Em seguida vem o *State Water Project (SWP)*²⁰, sistema semelhante ao CVP, porém com destinação de 70% das águas para usos urbanos e 30% para irrigação, atendendo a 25 milhões de californianos e uma área de mais de 300 mil hectares irrigados.

São numerosos os distritos de irrigação no vale do *San Joaquin*, dessa forma a seguir serão pormenorizadas a seguir características de alguns deles para referência.

i) *Fresno Irrigation District (FID)*¹⁸: o distrito foi criado em 1920, com mais de 1.200 km de canais e redes de distribuição, construídas entre 1860 e 1890, em uma área de aproximadamente 100.000 hectares. Utiliza águas do reservatório *Pine Flat*, dos rios *Kings* e *San Joaquin* e do sistema *Central Valley Project*. Para 2019, foi previsto um orçamento de US\$ 16,7 milhões para custeio e investimentos, recursos provenientes de tarifas e de negociações de direito de uso.

ii) *Central California Irrigation District (CCID)*¹⁹: criado em 1951, é um dos maiores distritos de irrigação no *Central Valley*, servindo mais de 1.600 fazendas em mais de 57.000 hectares, nos condados de Fresno, Merced e Stanislaus. A soma de suas estruturas de canais e de distribuição perfazem mais de 200 km.

¹⁶ Disponível em:

http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displayexpandedbranch.xhtml?tocCode=WAT&division=1.&title=&part=&chapter=&article= Acesso em 25/02/2019.

¹⁷ Ver: <https://www.valleywater.org> Acesso em 23/02/2019.

¹⁸ Ver: <https://www.fresnoirrigation.com/> Acesso em 23/02/2019.

¹⁹ Ver: <http://www.ccidwater.org/> Acesso em 23/02/2019.

iii) *Lower Tule & Pixley River Irrigation District (LTRID)*²⁰: criados em 1950 e 1958, respectivamente, os distritos abastecem uma área irrigada de mais de 50.000 hectares no *Central Valley*, com uma rede de mais de 240 km de canais.

iv) *South San Joaquin Irrigation District (SSJID)*²¹: criado em 1909, o SSJID abastece fazendas nos municípios de Escalon, Manteca and Ripon, utilizando-se das águas do rio Stanislaw. A produção agrícola da região em 2013 gerou 3 bilhões de dólares, e, devido à expansão urbana, o Distrito passou a se dedicar também ao abastecimento urbano e à geração de energia solar.

v) *Merced Irrigation District (MID)*²²: atende os condados de *Merced, Atwater, Livingston, Ceres, Le Grand, Winton, Franklin- Beachwood, Planada, Tuttle e El Nido*. Abastece mais de 46 mil hectares irrigados, 2.223 usuários de água com cerca de 1.100 km de canais e redes de distribuição.

FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica

Na Austrália, o “Water Act 2007”²³ é a lei federal que estabelece normas gerais sobre recursos hídricos, contemplando na parte 1-A o “Murray-Darling Basin Agreement” e na parte 4 as regras para cobrança e mercado de águas. No estado de Nova Gales do Sul, destaca-se o “Water Management Act 2000”²⁴, lei que lançou as bases para a gestão sustentável dos recursos hídricos no Estado, com a previsão de comitês de bacia hidrográfica, planos de bacia, infrações de recursos hídricos, entre outros aspectos.

No que tange ao planejamento, o *Murray-Darling Basin Plan*²⁵ estabelece a quantidade de água que pode ser retirada a cada ano e qual quantidade será mantida para cumprir suas funções ambientais nos rios, lagos, áreas úmidas e estuários. O plano é um trabalho conjunto do governo federal australiano, autoridades de recursos hídricos, comunidades da bacia hidrográfica, povos aborígenes, indústria, os estados de *New South Wales, Queensland,*

²⁰ Ver: <http://www.ltrid.org/districts/#history> Acesso em 23/02/2019.

²¹ Ver: <http://www.ssjid.com/about-ssjid/history.htm> Acesso em 23/02/2019.

²²

Ver: https://www.waterboards.ca.gov/waterrights/water_issues/programs/bay_delta/docs/dsedoc/merced_id.pdf Acesso em 23/02/2019.

²³ Disponível em: <https://www.legislation.gov.au/Details/C2017C00151> Acesso em 27 de janeiro de 2019.

²⁴ Disponível em: <https://www.legislation.nsw.gov.au/#/view/act/2000/92/chap3/part2/div1a/sec60c>

²⁵ Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/basin-plan/plan-murray-darling-basin> Acesso em 28/01/2019.

South Australia, Victoria, Australian Capital Territory e demais parceiros. Possui prazo de implementação de sete anos e sua revisão está prevista para 2026.

Paralelamente, existem planos de recursos hídricos, instrumentos que tratam dos recursos hídricos com maior nível de detalhe, englobando: i) verificação das regras de negociação de licenças e os limites sustentáveis de derivação; ii) preservação da água para o meio ambiente; iii) objetivos de qualidade da água e salinidade; iv) usos e valores aborígenes; v) medição e monitoramento; vi) incidência de eventos climáticos externos. O site da *Murray-Darling Basin Authority* traz informações detalhadas sobre planejamento em recursos hídricos.

No Chile, o Código de Águas²⁶ de 1981 é a lei federal que rege os recursos hídricos e, desde a origem, já previa que as águas são bens nacionais e que o seu direito de uso poderia ser utilizado, gozado ou colocado à disposição em conformidade com a lei (arts. 5º e 6º). O Código sofreu alteração importante (no art. 129) em 2005 para instituição da “patente” pelo não uso da água, com vistas a desincentivar a participação de especuladores no mercado de águas.

O planejamento de recursos hídricos se baseia na *Estrategia Regional de Recursos Hídricos 2014-2030* para a província de Coquimbo (onde se situa o vale do Limari), elaborada por CAZALAC (2015). O documento descreve características hidrológicas, climáticas, socioeconômicas, traça visão estratégica, objetivos cenários para a província de Coquimbo. Especificamente para o Vale do Limari, trata do estado atual da região do ponto de vista dos usos de recursos hídricos e disponibilidades, destaca sua vocação agrícola e faz projeções para o ano de 2030, com previsão de construção de novos reservatórios.

Nos Estados Unidos os estados federados possuem ampla liberdade para legislar sobre os assuntos de maior importância. Por isso, a legislação de referência para o *San Joaquin Valley* é o “California Water Code”²⁷, que trata de princípios, objetivos, estrutura de gestão de recursos hídricos, emergências na falta de água, transferências de recursos hídricos (Capítulo

²⁶ Disponível em: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5605> Acesso em 27 de janeiro de 2019.

²⁷ Disponível em: http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displayexpandedbranch.xhtml?tocCode=WAT&division=1.&title=&part=&chapter=&article= Acesso em 27 de janeiro de 2019.

7 do Código) e qualidade da água. Aplicam-se também regras do Título 23 do “California Code of Regulations”²⁸.

O planejamento em recursos hídricos na Califórnia data do século XIX, quando foi publicado em 1874 o documento “The Irrigation of the San Joaquin, Tulare and Sacramento Valleys of the State of California”²⁹. Atualmente, a gestão das bacias dos vales de Sacramento e *San Joaquin* tem se pautado pelo *Sacramento/San Joaquin Basin Plan*³⁰, cujo conteúdo envolve caracterização da bacia hidrográfica, usos atuais e potenciais de recursos hídricos, objetivos referentes a qualidade das águas, implementação do plano, supervisão e monitoramento na bacia hidrográfica.

Em um espectro mais amplo, o *California Water Plan*, elaborado a primeira vez em 1957 e atualizado a cada 5 anos, apresenta a situação dos recursos hídricos no estado, tendências e cenários futuros, e funciona como plataforma para participação de membros do governo, agências, populações tradicionais, gestores de recursos hídricos e interessados em pesquisar problemas e fazer recomendações para guiar decisões futuras sobre água na Califórnia.

FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos

Na Austrália, a legislação federal estabelece as balizas para a atividade de fiscalização e punição dos infratores, porém é a legislação estadual³¹ que define as penalidades. No estado de Nova Gales do Sul, a seção 363B do *Water Management Act 2000* organiza as penalidades³² em três níveis: *tier 1*, *tier 2* e *tier 3*. As penalidades previstas incluem penas de reclusão de até 2 anos, multa de até R\$ 25,8 milhões, podendo também serem aplicadas multas diárias de até R\$ 1,3 milhão caso a infração não cesse (*tier 1*). As mais brandas são as *tier 3*, que ensejam aplicação de multa de até R\$ 56 mil.

No Chile, o *Código de Aguas* de 1981, no art. 173 *ter*, define cinco graduações de multa administrativa com valores³³ que variam de R\$ 2.705,00 até R\$ 541.016,00. O Código Penal

²⁸ Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/laws_regulations/docs/wrregs.pdf Acesso em 27 de janeiro de 2019.

²⁹ Disponível em: <https://archive.org/details/reportboardcomm00mendgoog/page/n2> Acesso em 30/01/2019.

³⁰ Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/centralvalley/water_issues/basin_plans/sacsjr_201805.pdf Acesso em 30/01/2019.

³¹ Ver: <https://aic.gov.au/publications/rpp/rpp109/water-theft> Acesso em 21/04/2019.

³² Valor em reais calculado considerando a cotação 1 AUD = 2,70 BRL e 1 penalty unity = 210 AUD, conforme: <http://www.austrac.gov.au/enforcement-action/penalty-units>

³³ Valor em reais calculado considerando 1 CLP = 0,0056 BRL e 1 UTM = 48.305 CLP, conforme: http://www.sii.cl/valores_y_fechas/utm/utm2019.htm

chileno³⁴ (art. 56 combinado com art. 459) também tipifica a conduta de “usurpação de águas” sujeita a pena 2 meses a 3 anos de detenção e multa de R\$ 1,3 a 5,4 milhões³⁵.

Nos Estados Unidos, o *California Water Code* na Divisão 2, Parte 2, Capítulo 12, Art. 4º, optou por estabelecer multas diárias ou relacionadas ao volume de água retirado irregularmente. Os valores³⁶ variam entre R\$ 1.800 a R\$ 37.700 por dia a depender do tipo de infração, sendo a mais alta aplicável a infratores nos anos de seca em que o governador tenha declarado estado de emergência. Existe também multa associada ao volume de água desviado ou utilizado irregularmente, no valor de cerca de R\$ 7,60 por metro cúbico.

Na esfera penal, existem contravenções penais e crimes relativos a “pequeno furto” e “grande furto”, aplicáveis à apropriação indevida de águas, conforme art. 490 do Código Penal da Califórnia³⁷. O pequeno furto ocorre quando o bem apropriado indevidamente possui valor inferior a US\$ 950,00 e é punível com até 6 meses de detenção e multa de US\$ 1.000. Já no grande furto o valor do bem apropriado é superior a US\$ 950 e pode ser aplicada pena de reclusão de até três anos e multa de até US\$ 10.000.

Finalizada essa etapa de definição dos Fatores, consolidada no Apêndice A, o passo seguinte é criar critérios objetivos para atribuir pontuação para cada Fator. Nesse sentido, foram elaboradas 5 (cinco) Situações dentro de cada fator, cada uma delas associada a uma pontuação de 1 a 5, conforme Apêndice B. Para obter uma primeira validação do modelo, baseado na revisão bibliográfica levantada, foram testadas as três bacias (Murray-Darling, Limarí e San Joaquin), quanto à aptidão aos mercados de água. As três foram consideradas aptas ao funcionamento de mercados de água. Em escore que varia de 8 a 40 pontos, a bacia do Murray-Darling obteve 38 pontos, Limarí 36 pontos e San Joaquin 36 pontos, como demonstrado no Apêndice C.

Sugere-se que outras linhas de pesquisa busquem dados de bacias e sistemas hidrográficos brasileiros a fim de testar e mapear a aptidão aos mercados de água nas bacias mais críticas em função de escassez hídrica e conflitos pelo uso de recursos hídricos.

³⁴ Ver: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1984> Acesso em 21/04/2019.

³⁵ Idem 29.

³⁶ 1 USD = 3,77 BRL. 1 *acre-feet* = 1233,48 m³

³⁷ Disponível em: https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/codes_displayText.xhtml?lawCode=PEN&division=&title=13.&part=1.&chapter=5.&article= Acesso em 21/04/2019.

5.3 RESULTADOS DA CONSULTA AOS PROFISSIONAIS

5.3.1 Entrevistas Presenciais

As entrevistas seguiram o padrão não estruturado, com questões relacionadas ao tema da pesquisa colocadas espontaneamente ao longo da conversa, respondidas conforme a experiência de cada gestor. Não houve gravação, apenas anotação das ideias centrais em cada resposta.

Foram realizadas três entrevistas presenciais, agendadas via contato telefônico. Primeiramente com o Sr. Giordano Bruno Bomtempo de Carvalho - Coordenador de Sustentabilidade Financeira e Cobrança da Agência Nacional de Águas (em 22/05/2019). Em seguida, os Srs. Rafael Machado Mello (em 18/06/2019) e Gustavo Antonio Carneiro (em 24/06/2019), Superintendentes de Água e Esgoto e de Recursos Hídricos, respectivamente, da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA-DF). Será apresentada a seguir uma síntese do conjunto de respostas obtidas dos entrevistados.

Com relação à cobrança pelo uso de recursos hídricos, todos entrevistados concordaram que os valores cobrados, em regra, não têm sido suficientes para gerar mudanças de comportamento em usuários de água, por serem muito baixos. Carvalho endossou a conclusão de que no Brasil os usuários dos setores de saneamento básico e da indústria tem sido os maiores contribuintes para o sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Carvalho e Machado concordam que os irrigantes devem ter uma participação maior na cobrança, contudo há em geral uma resistência para esse ajuste.

Os três foram unânimes em concordar que há entraves burocráticos na definição, aprovação e implementação do mecanismo de cobrança e dos PPUs pelo Comitê de Bacia Hidrográfica e posteriormente pelo respectivo Conselho de Recursos Hídricos. Machado comenta que conhece a realidade das discussões de mecanismos de cobrança em comitês de bacia e relata que em alguns casos, mesmo de posse de metodologias de cobrança de bacias vizinhas, as discussões sobre PPU e mecanismos se arrastam por anos, envolvendo deslocamento, passagens, diárias de membros e, ao final, pouco ou nada é alterado da metodologia original. Ao se imaginar que esse processo pode se repetir em muitos comitês de bacia no processo de implementação da cobrança, é notório que a burocracia terminará por gerar elevadas

despesas administrativas e afastar o engajamento dos interessados em ver resultados na recuperação hidroambiental da bacia hidrográfica.

Um assunto pontual discutido com Carvalho foi sobre as áreas de abrangência dos comitês de bacia hidrográfica, segundo a Lei nº 9.433, de 1997. Atualmente, podem ser criados comitês: i) na totalidade de uma bacia hidrográfica; ii) em sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou iii) grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, conforme art. 37 da Lei nº 9.433, de 1997. O entrevistador questionou se esse modelo não poderia dividir esforços com a criação e implementação de comitês, implementação de mecanismo de cobrança específico, arrecadação de recursos da cobrança (no caso de pequenas sub-bacias) e elevação da despesa administrativa agregada dos comitês.

Carvalho explicou que na França, país que inspirou o modelo brasileiro, existem seis comitês de bacias e que alguns deles cobrem inclusive territórios ultramarinos, com abrangência por grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas (item iii), critério adotado para os comitês das bacias do PCJ. No entanto, pondera que no Brasil predominou o modelo previsto nos itens i) e ii), quando deveria ter sido mais aplicado o formato previsto em iii), que é mais compatível com a capacidade brasileira de cobertura de custos administrativos. Aponta que no nível estadual o problema é mais visível, pois se multiplicaram comitês de bacia em áreas que poderiam ser geridas por apenas um comitê com abrangência de grupo de bacias e, por isso, há cerca de 200 comitês criados sem necessidade.

Carvalho ressaltou que em muitas bacias hidrográficas interestaduais os valores de PPU's ficaram por anos congelados e que recentemente a solução encontrada foi atualizá-los segundo índices de inflação a partir do exercício de 2019, por força da Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 192, de 19 de dezembro de 2017 (CNRH, 2017). Concorda que deve haver mudanças na legislação e regulamentos no sentido de tornar mais célere e abrangente a implementação da cobrança e a atualização dos valores a serem cobrados, inclusive não se opôs ao deslocamento de competência para o respectivo conselho de recursos hídricos, que já conta com a participação de usuários de água. Carneiro, entretanto, entende que o estabelecimento do mecanismo de cobrança e dos PPU's pelos Conselhos podem ter mais influência política e podem criar regras gerais desiguais a depender das particularidades das bacias hidrográficas abrangidas.

Mello destacou a dificuldade de se criar uma massa crítica com conhecimento sobre gestão de recursos hídricos nos comitês de bacia hidrográfica. Conforme sua experiência no Distrito Federal, explicou que ainda não está bem claro o papel do comitê para alguns usuários de água, que por vezes procuram o colegiado para tratar de questões alheias ao tema “recursos hídricos”. Explicou que os comitês de bacia de rios do Distrito Federal ainda não implementaram a cobrança, contudo mencionou que o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios tem exigido da Adasa essa implementação.

Mello e Carneiro lembraram a recente implementação da cobrança na bacia hidrográfica do rio Paranaíba (de domínio da União) e mencionaram que há cerca de dois anos existem recursos da cobrança disponíveis para serem aplicados em áreas do Distrito Federal inseridas na bacia do Paranaíba. Os entrevistados informaram que a Adasa criou a Coordenação de Agências de Bacias Hidrográficas, para apoiar o trabalho desenvolvido pelos comitês e agências de bacia. Informaram que Adasa submeteu, em 2018, 7 projetos de intervenções em benefício da bacia para contratação com recursos da cobrança, porém por gargalos administrativos os passos seguintes de seleção de empresas interessadas e contratação não avançaram. Já em 2019, informam que a Adasa submeteu 2 projetos de intervenções com a esperança de que sejam executados. Na sua opinião de ambos, há gargalos técnicos e administrativos no âmbito do comitê que precisam ser superados.

Com relação ao limite legal de 7,5% de aplicação dos recursos da cobrança com custeio, previsto no art. 22, § 1º, da Lei nº 9.433, de 1997, Mello e Carneiro convergiram no sentido de que é necessário revisá-lo. Há pelo menos duas soluções para a falta de recursos para despesas administrativas: aumentar o limite por meio de lei ou aumentar o valor da cobrança. Ponderaram que, conquanto necessário o aumento do valor da cobrança, a oposição a tal medida seria muito maior do que a alteração do limite legal. Primeiro, porque os usuários já estão contribuindo com a cobrança sem observar, em muitos casos, o reinvestimento dos recursos em projetos que beneficiem a bacia. Segundo, pela dificuldade de se justificar um aumento do valor da cobrança havendo acúmulo de recursos em caixa nos comitês. Por outro lado, o aumento limite legal pode ser problemático. Além da morosidade inerente ao processo legislativo, um limite legal ampliado pode contribuir para o melhor custeio dos comitês, mas, em contrapartida, pode elevar despesas administrativas desnecessárias até o preenchimento do limite.

Para evitar esse efeito indesejado, Carneiro acrescentou que poderia ser apresentada proposta com faixas de limites de despesas de custeio relacionadas com o valor total arrecadado. Ou seja, inicialmente o comitê poderia dispor de maiores limites para despesas de custeio (por exemplo 12,5%) e, posteriormente, à medida que houvesse aumento no número de usuários incluídos no sistema de cobrança, com maiores valores arrecadados, o limite legal poderia ser gradualmente reduzido. De toda forma, a alteração desses limites não é tão simples, pois depende de aprovação de projeto de lei no Poder Legislativo.

Na visão de Carvalho, não há necessidade de alteração do limite de 7,5% para comitês interestaduais, pois a margem entre os valores de cobrança atuais e os valores que poderiam estar sendo cobrados é grande. Quanto aos estados, entretanto, pondera que não foi a melhor escolha terem replicado esse limite na legislação estadual, pois cada qual deveria fixar seus limites conforme suas realidades. Citou como exemplos o Estado do Ceará, onde quase 100% da arrecadação serve para custeio da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), e o Estado do Rio de Janeiro, onde o percentual de despesas de custeio é definido caso a caso pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Carvalho acrescentou – e Mello e Carneiro concordaram – que é recorrente que os comitês elejam grande número de projetos de pequeno impacto em detrimento de poucos projetos de maior porte. Nesse contexto, o custeio administrativo de projetos esparsos na bacia do São Francisco, por exemplo, que envolve sete unidades da federação, pode ser muito superior ao verificado na execução de poucos projetos concentrados em nas áreas de saneamento e recuperação hidroambiental. Deve-se levar em conta que cada projeto exige edital para seleção da empresa executora, contratação, monitoramento do contratado e pagamento pelo serviço, com a participação de amplo número de profissionais.

Ademais, Carneiro assevera que é fundamental que haja indicadores para auxiliar na seleção de projetos *ex ante*, bem como na avaliação dos impactos positivos do projeto *ex post*. Na seleção de projetos, os indicadores poderiam ser utilizados para pontuar projetos em um sistema de priorização vinculado ao planejamento da bacia hidrográfica. Com relação ao planejamento, enfatizou que há um emaranhado de planos e políticas públicas que possuem interlocução e muitas vezes conflitam entre si, criando um ambiente nebuloso para o planejamento nas áreas de recursos hídricos, meio ambiente, uso e ocupação do solo, desenvolvimento urbano e saneamento básico. Como exemplos, foram citados: Plano de recursos Hídricos, Plano de Saneamento Básico, Zoneamento Ecológico-Econômico, Plano

de Exploração da CAESB, Plano de Expansão da CAESB, Plano Diretor de Água e Esgotos, Plano Diretor de Ordenamento Territorial, entre outros.

Carvalho lembrou que os recursos da cobrança no âmbito da União são arrecadados pela Agência Nacional de Águas e repassados para os comitês de bacia hidrográfica. Portanto, por um momento, tornam-se recursos do Tesouro Nacional e, por isso, surgem restrições para sua aplicação em benefício da bacia. Como exemplo, mencionou que o comitê de bacia poderia, atendidos os requisitos legais, criar linhas de crédito para aperfeiçoamento de sistemas de irrigação, para construção de sistemas de saneamento, etc. Contudo, não há segurança jurídica para se prosseguir nesse caminho. Uma alternativa sugerida pelo entrevistador seria a arrecadação direta por parte do comitê de bacia hidrográfica em favor de instituição financeira oficial, de maneira análoga à que vem ocorrendo com recursos da compensação ambiental por força da Lei nº 13.668, de 28 de maio de 2018.

Mello também discorreu no sentido de desburocratizar o investimento a ser feito pelo comitê de bacia hidrográfica. Concordou com o entrevistador que, quanto maior a dificuldade em se investir os recursos da cobrança em obras e serviços que impactem positivamente a bacia, maior será a propensão do comitê de aplicar recursos em estudos, planos, consultorias, realização de eventos, congressos e outras despesas que exijam menor esforço administrativos e facilidade na prestação de contas. Quanto maior o percurso, maior o número de instituições envolvidas, maior a complexidade das regras de aplicação dos recursos e maior as chances de que eles se tornem ociosos ou subutilizados.

Mello entende que poderia ser pensada uma forma de os grandes usuários de água aplicarem os recursos da cobrança em benefício da bacia, uma espécie de “compensação pelo uso de recursos hídricos”, como ocorre já no âmbito do licenciamento ambiental. Dessa maneira, por exemplo, a Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília (CAESB), importante usuária da bacia do Paranaíba, poderia aplicar diretamente os recursos da cobrança em projetos de recuperação ambiental, constantes em um *pool* de projetos indicados pelo comitê de bacia.

Com relação aos mecanismos de mercado para gestão de recursos hídricos, os três entrevistados concordam que eles podem ser úteis como instrumento de gestão em períodos de escassez hídrica. Mello e Carneiro mencionaram que na sub-bacia hidrográfica do Alto Jardim, de pequena dimensão e com intensivo de água para irrigação, chegou-se ao limite

da alocação de água. Devido aos conflitos pelo uso de recursos hídricos e para melhor organizar as captações, os usuários se reuniram e instalaram equipamentos de medição em suas captações. Nessa localidade, a Agência regula o exutório da sub-bacia e garantiu certa flexibilidade para os usuários. Nesse contexto, os entrevistados entenderam que o funcionamento de um mercado de águas pode ser oportuno, pois o usuário outorgado poderia ceder seu direito de uso em um ano que não fosse fazer plantio irrigado, ao invés de deixar aquele volume de água reservado e sem uso.

Em outra situação, na bacia hidrográfica do ribeirão Pípiripau, Carneiro exemplificou que coexistem diversas captações de produtores rurais e ao final uma captação da CAESB. Segundo o entrevistado, existe marco regulatório que estabelece condições de racionamento que são acionadas quando são atingidas cotas mais baixas do curso d'água. Há situações em que o usuário racionado fica limitado, por exemplo, à captação de 70% da sua vazão outorgada. Nesse contexto, Carneiro fez um exercício de aplicação da cobrança e do mercado de água em diferentes situações. Aplicando-se a cobrança com gatilho de aumento de preço na escassez, ponderou que os usuários seriam duplamente penalizados, com aumento de preço e redução da vazão. Na sua opinião, nessa situação talvez o mercado de águas pudesse ser vantajoso, pois ao estabelecer o racionamento alguns usuários poderiam preferir vender seus direitos de uso naquele ano e evitar riscos de quebra de safra, ou então a própria CAESB poderia necessitar utilizar mais água e adquirir direitos de usos dos irrigantes.

Carneiro e Carvalho, frisaram que a cobrança e o mercado de água não possuem objetivos exatamente coincidentes. Enquanto a primeira tem como escopo promover o uso racional da água e levantar recursos para reinvestimento na bacia hidrográfica, o segundo, indicado para gestão da escassez de água, busca otimizar a alocação eficiente dos recursos hídricos na bacia.

5.3.2 Questionários Aplicados

Foram elaborados três questionários na plataforma *Lime Survey*³⁸, submetidos a gestores de recursos hídricos, membros de comitês de bacia, membros de distritos de irrigação,

³⁸ Abaixo os links para acesso:

Questionário Cobrança: <https://watereconomics.limequery.com/238315?lang=pt-BR>

Questionário Mercados de Água: <https://watereconomics.limequery.com/763573?lang=pt-BR>

Questionário Water Markets: <https://watereconomics.limequery.com/577118?lang=en>

operadores de mercados de água, consultores especializados, acadêmicos do Brasil, Austrália, Chile e Estados Unidos. O período de respostas foi de 22/03/2019 a 15/07/2019. Foi necessário definir a pesquisa como anônima a fim de incentivar a participação dos entrevistados, de modo a evitar entraves burocráticos quanto ao uso do nome da instituição e eventual desconforto no caso de divergência técnica com o corpo de dirigentes.

A plataforma *Lime Survey* facilita a participação de entrevistados, pois gera um link por meio do qual os entrevistados podem acessar e preencher de forma online os questionários. O contato com os entrevistados se deu mediante aplicativos de mensagem e pela rede *LinkedIn*, utilizada para contatos profissionais, por onde foram enviados convites para participação no questionário.

O primeiro questionário trata da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil. Elaborado em língua portuguesa e submetido apenas a brasileiros, conhecedores da aplicação do instrumento da cobrança. O segundo e o terceiro tratam do modelo desenvolvido para testar aptidão de bacias hidrográficas ao mercado de águas. A versão em português foi submetida a brasileiros e a em inglês a australianos, chilenos e estadunidenses.

5.3.2.1 Questionário sobre cobrança pelo uso de recursos hídricos

O questionário sobre cobrança pelo uso de recursos hídricos possui nove questões objetivas. Participaram no total 16 (dezesesseis) especialistas, sendo que 8 (oito) responderam todas as questões e 8 (oito) as responderam parcialmente. Os questionários e as respostas estão apresentados no Apêndice D.

Combinando a resposta da maioria dos participantes e o pensamento majoritário dos participantes sobre o tema, as conclusões serão apresentadas a seguir de forma sintética. O percentual indica a porção dos participantes que teve determinado entendimento.

Questão 1. A cobrança não tem sido efetiva para induzir o uso racional, nem para levantar recursos financeiros a serem aplicados na bacia hidrográfica (54%).

OBS: houve comentário no sentido de que a cobrança levanta recursos, porém há grande passivo ambiental pré-existente em alguns casos.

Questão 2. As metas de enquadramento dos corpos hídricos em classes estabelecidas em uma bacia hidrográfica devem ser cumpridas por meio de intervenções financiadas com recursos privados da cobrança pelo uso de recursos hídricos (44%). Em segundo lugar (33%) foi respondido que as metas devem ser cumpridas por meio da mudança de comportamento dos usuários.

OBS: observou-se que as metas de enquadramento devem balizar ações coordenadas, que a cobrança não é suficiente para cobrir todo o enquadramento e que deve haver maior participação do setor privado.

Questão 3. Os recursos da cobrança devem ser aplicados de forma equivalente em obras e serviços estruturantes e em estudos, planos e eventos estratégicos (57%).

OBS: Foi observado que devem priorizar menos projetos e concentrar em projetos com maior impacto positivo para a bacia, bem como considerar as particularidades do comitê e da bacia. Ponderaram que o custo irrisório da água não permite que sejam feitos maiores investimentos. Foi destacado que o processo de informação na bacia hidrográfica também é vital para a aceitação social do investimento em obras.

Questão 4. Eventuais ajustes no cálculo da cobrança para indução do uso racional da água deveriam aumentar os PPU's e manter coeficientes redutores nas equações de cobrança aplicáveis a práticas sustentáveis (60%).

OBS: Foi pontuado que, apesar de os coeficientes redutores serem necessários, cabe atribuir ao PPU um custo adequado que realmente seja suficiente para induzir uma alteração no comportamento do usuário.

Questão 5. O valor cobrado pelo uso da água como insumo do processo produtivo deveria representar preferencialmente 1% (44% dos participantes) ou então 5% (31% dos participantes) dos custos totais de produção da atividade de irrigação. Contudo, deve-se avaliar, em cada caso, a importância da água no processo produtivo.

OBS: Participantes puderam que o valor da cobrança deve refletir a importância da água no processo produtivo. Ressalvaram que o simples aumento do valor não resolve o problema,

pois a cobrança deve ser trabalhada em conjunto com os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Questão 6. A metodologia de cobrança deveria considerar as variações de oferta e demanda de água com estabelecimento de gatilhos que elevem o valor cobrado em períodos de escassez e reduzam o valor cobrado nos períodos de elevada disponibilidade hídrica (47%). Uma segunda opção seria a diferenciação do valor cobrado a produtores de culturas de baixo valor (grãos, forragens, etc.) e de alto valor (frutas, hortaliças, etc.), conforme capacidade de pagamento (35%).

OBS: foi sugerida como solução criação de coeficientes de crise e coeficientes relacionados a mudanças do clima nas equações de cobrança.

Questão 7. No atual modelo de implementação da cobrança, dificilmente serão estabelecidos valores de cobrança que estimulem o uso racional da água, pois não é interesse do comitê de bacia hidrográfica, composto pelos próprios usuários, propor aumentos significativos nos valores cobrados, em especial na irrigação (38%). Em segundo lugar, entende-se que essa competência poderia ser atribuída aos conselhos de recursos hídricos decidirem sobre o preço unitário e o mecanismo de cobrança a ser aplicado, restando aos comitês apresentar complementar os critérios gerais, segundo suas especificidades (31%). Em terceiro lugar, opinou-se que no modelo proposto serão estabelecidos valores que estimulem o uso racional, ainda que seja contrário ao interesse dos comitês de bacia, devendo ser mantida a competência com o comitê (25%).

OBS: foi ressaltado que também haverá disputa política dentro dos conselhos de recursos hídricos, onde há participação de irrigantes. Argumenta-se que o comitê é o ambiente adequado, porém a cultura, formação do Brasil não prestigiam a participação social.

Questão 8. No exemplo citado em que um racionamento impactou igualmente atividades distintas (irrigação, abastecimento humano e indústria), os participantes entenderam que a medida é injusta, pois poderia ter sido garantido o abastecimento humano e, ao mesmo tempo, mantidas apenas atividades que geram maior renda e emprego na bacia hidrográfica: indústria e agricultura de alto valor (frutas, hortaliças, etc.) (43%).

OBS: sugeriu-se que os recursos da cobrança fossem utilizados para ressarcir os prejuízos dos usuários, em uma espécie de seguro; que fossem financiadas medidas de racionalização, especialmente em práticas agrícolas ineficientes; que fosse adotada alocação negociada nesse caso, pois seria mais eficiente do ponto de vista econômico.

Questão 9. Em situações de escassez hídrica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, com valores diferenciados em função da disponibilidade hídrica e da atividade econômica, aliada ao racionamento, é opção mais justa e indutora do uso racional (53%). Em segundo lugar, foi respondido que a opção mais justa é adotar um mercado de águas com negociação voluntária e alocação da água em atividades que gerem maior emprego e renda (27%).

OBS: foi contestada a opção de utilização dos mercados de água, alegando-se que a água é um bem público e por isso não pode ser transacionado.

5.3.2.2 Questionário sobre modelo para testar aptidão de bacias ao mercado de água

O questionário sobre o modelo desenvolvido para testar bacias hidrográficas aptas aos mercados de água possui 11 (onze questões) objetivas. A versão em português foi submetida a especialistas brasileiros e obteve 21 (vinte uma) respostas, sendo 4 completas e 17 parciais. A versão em inglês foi submetida a profissionais da área de recursos hídricos da Austrália, Chile e Estados Unidos e obteve 15 (quinze) respostas, 6 completas e 9 parciais. Há uma questão extra na versão em português (Questão 11), incluída para captar uma percepção do entrevistado sobre os mercados de água e em comparação com o instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos.

As questões e respostas ao questionário estão disponíveis no Apêndice E deste trabalho, e a síntese das respostas será apresentada a seguir.

Combinando a resposta da maioria dos participantes e o pensamento majoritário dos participantes sobre o tema, as conclusões serão apresentadas a seguir de forma sintética. O percentual indica a porção dos participantes que teve determinado entendimento.

i) a opinião dos participantes ficou dividida igualmente (40% e 40%) entre os que entendem que os mercados de água deveriam ser aplicados em situações de escassez hídrica de forma complementar à cobrança pelo uso de recursos hídricos e aqueles que entendem que os

mercados de água não deveriam ser aplicados, pois acirram as desigualdades sociais (Questão 11).

ii) os participantes, em sua maioria, entenderam que os oito fatores de aptidão aos mercados de água são pertinentes e que situações a eles associadas exercem influência no funcionamento dos mercados de água;

iii) os participantes argumentaram que o modelo deveria considerar aspectos relacionados à disponibilidade de água subterrânea na bacia hidrográfica;

iv) um participante explicitou situações em que o mercado de águas pode ser injusto. Em uma bacia com uso predominantemente agrícola, os usuários de água para abastecimento humano terminam por “sustentar” agricultores ineficientes, que provocam a subida do preço da água nos mercados.

v) um participante acrescentou que o modelo deveria considerar “práticas de cultivos irrigados, como o aperfeiçoamento de sistemas de irrigação (por exemplo, conversão para o gotejamento), rotação de culturas e terras disponíveis para produção deveriam constar nos fatores”.

vi) segundo um dos participantes, “raramente a irrigação é o maior consumidor de água, o modelo deveria avaliar demandas com a finalidade de abastecimento humano”. Essa questão é comentada nas considerações finais deste título.

vii) um participante argumentou que deveriam ser considerados “disponibilidade de terras adicionais, crescimento populacional, estabelecimento de direitos de recursos hídricos para manter a ecologia local”.

viii) outro participante destacou que no modelo “a qualidade da água deveria ter um papel importante, especialmente se as águas subterrâneas fizerem parte do mercado de água”.

Com base nas respostas da Questão 10, que trata da atribuição de pesos aos fatores, foram somados os pesos escolhidos pelos entrevistados, a fim de ordenar os fatores quanto ao seu grau de influência para avaliar o funcionamento de mercados de água. Os especialistas

consideraram mais relevantes os Fatores de n^{os} 1, 4, 5, 7, 3, 2, 6 e 8, nessa ordem, conforme Tabela 5.22.

Tabela 5.22 Ordem de importância dos fatores para o funcionamento dos mercados de água

| ORDEM DE IMPORTÂNCIA | PONTUAÇÃO AGREGADA DEFINIDA PELOS ENTREVISTADOS | COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO (K_p) |
|--|--|--|
| FATOR 1 - Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | 34 | 0,97 |
| FATOR 4 - Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | 33 | 0,94 |
| FATOR 5 - Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | 31 | 0,89 |
| FATOR 7 - Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | 29 | 0,83 |
| FATOR 3 - Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | 26 | 0,74 |
| FATOR 2 - Irrigação como uso de água predominante na bacia | 24 | 0,69 |
| FATOR 6 - Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | 20 | 0,57 |
| FATOR 8 - Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | 20 | 0,57 |

A ponderação desses fatores, com base na opinião dos profissionais, pode ser agregada no teste de aptidão de bacias hidrográficas aos mercados de água na forma de coeficientes a serem multiplicados por cada um dos fatores. Haja vista que sete pessoas estabeleceram pesos para os fatores em uma escala de 1 a 5, a pontuação máxima seria 35 pontos.

Assim, o cálculo da pontuação de cada Fator, conforme Apêndice B, deveria ser multiplicado pelo respectivo coeficiente estabelecido na Tabela 5.22, conforme equação 5.3.

$$\text{Pontuação Ajustada} = \text{Pontuação Definida} * K_p \quad \text{Equação 5.1}$$

K_p = coeficiente de ponderação = pontuação atribuída pelos entrevistados (Tabela 5.22) dividido pela pontuação máxima possível (35 pontos).

Com a pontuação ajustada, foi gerada nova tabela a ser utilizada para o Teste de Aptidão de Bacia Hidrográfica ao Mercado de Água, com pontuação máxima de 31 pontos, disponível no Apêndice F.

Como considerações finais, recomenda-se que novas linhas de pesquisa avaliem os efeitos da sobreexploração de aquíferos subterrâneos e de proximidade com grandes centros urbanos em expansão, tópicos sugeridos pelos entrevistados, a fim de precisar em que medida esses elementos influenciam a atividade dos mercados de água. Não foi feita a inclusão imediata desses, pois o autor considera que a sobreexploração de água subterrânea já pode ser um reflexo de excessos na capacidade de suporte da bacia hidrográfica, situação que poderia ser captada pelo FATOR 1. Incluir outro fator seria fazer dupla contagem. Embora um dos participantes tenha apontado que “raramente a irrigação é o maior consumidor de água”, ponderou-se que a proximidade a grandes centros urbanos na Austrália e no Chile não gerou um movimento nos mercados em direção ao abastecimento humano, por isso o autor entende que esse critério carece de mais estudos antes de ser incluído no modelo proposto.

5.4 CONTRIBUIÇÕES AO MODELO DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A cobrança pelo uso de recursos hídricos possui enorme potencial de impactar positivamente as condições hidroambientais de bacias hidrográficas brasileiras. Devem ser cobrados valores que induzam o uso racional e a migração para práticas mais hidroeficientes. A base de conhecimento sobre características da bacia deve ser ampliada, e, em bacias hidrográficas degradadas, projetos hidroambientais e de saneamento – que impactem de forma substantiva os índices de quantidade e qualidade dos recursos hídricos – devem ser priorizados. A cobrança deve, também, ser fixada em sintonia com as metas de enquadramento dos recursos hídricos.

Essa é a cobrança que o legislador almejava no processo de formação da Lei nº 9.433, de 1997, que por meio do Congresso Nacional expressou a vontade do povo brasileiro. Contudo, decorridos mais de 22 anos desde sua sanção, vê-se que são necessários aperfeiçoamentos na legislação, na estrutura dos comitês, no mecanismo da cobrança, na gestão dos recursos da cobrança, entre outros aspectos. Não se trata de atribuir culpados, e sim de identificar gargalos e contribuir propositivamente, sob a perspectiva científica, para o aperfeiçoamento da cobrança. Almeja-se que a cobrança atenda os objetivos da PNRH e se torne um instrumento transformador da realidade das bacias hidrográficas e da gestão de recursos hídricos na escassez.

Serão, a seguir, apresentadas recomendações que na visão do autor são fundamentais para o aprimoramento da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil.

5.4.1 Recomendações quanto à implementação do instrumento de cobrança

O primeiro aspecto que deve ser trabalhado é o processo de implementação de cobrança pelos comitês de bacia. Embora a PNRH passe a impressão de que o padrão é haver cobrança em todas bacias hidrográficas, na realidade a cobrança é uma exceção à regra, pois exige um esforço decisório em três etapas: criação do comitê, deliberação sobre o mecanismo e preços unitários da cobrança no comitê e no conselho de recursos hídricos. Trata-se de verdadeira *via crucis*, com frequente esforço de órgãos de recursos hídricos, para criação de comitês e o estabelecimento de um instrumento já previsto em lei e de aplicação obrigatória, conforme art. 20 da Lei nº 9.433, de 1997.

Trata-se, pois, de situação conhecida na economia comportamental como *opt in*, na qual a situação padrão é estar fora da cobrança e, após manifestação de vontade, pode-se implantá-la. Matjasko *et al* (2016) comentam que esse tipo de situação é a menos propícia à adesão da maioria dos integrantes, quando comparada à situação de *opt out*, cujo padrão seria aplicar a cobrança a todas as bacias, exceto àquelas que decidissem pela isenção. É desejável que a cobrança passe a ser a opção *default* e que eventuais casos de isenção ou afastamento da cobrança sejam tratados na lógica *opt out*.

Recomenda-se reduzir as instâncias de discussão e deliberação a apenas uma, bem como ampliar a abrangência geográfica do instrumento. Nesse sentido, a competência para decidir o mecanismo e o preço unitário poderiam ficar a cargo do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, para águas de domínio da União, e dos Conselhos Estaduais, para as de domínio estadual. Nesse cenário, caberia aos comitês de bacia hidrográficas definir regras de cobrança específicas, conforme particularidades de suas bacias. Assim, espera-se que haja redução nas barreiras burocráticas, definição mais célere da situação padrão de cobrança e diminuição de influências políticas regionais e locais na discussão e decisão sobre o instrumento da cobrança.

Os conselhos não necessariamente deveriam estabelecer critério de cobrança uniforme para todo o País ou para todo o Estado. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos poderia instituir a cobrança de várias maneiras: definir um critério nacional a ser observado, estabelecer a cobrança na abrangência de bacias estratégicas, como a do rio Parnaíba, ou até mesmo instituir a cobrança adotando, como critério territorial, as Regiões Hidrográficas Brasileiras. Essa nova orientação demandaria mudança de paradigma para uma gestão mais centralizada na Política Nacional de Recursos Hídricos e eventual alteração legal.

A criação de comitês com abrangência mais ampla não impediria, assim, a criação de regras específicas conforme suas peculiaridades. Por exemplo, nos estados de Minas Gerais e Bahia, que possuem climas Tropical Semiárido e Tropical Úmido, não faria sentido estabelecer critérios uniformes de cobrança para todas as regiões, pois valores mais elevados deveriam ser cobrados em ambientes com escassez e menos elevados em situações de abundância de água. Nesse caso, caberia estabelecer valores de cobrança ajustados com características hidroclimáticas e com usos de recursos hídricos da região, para justa promoção do uso racional.

5.4.2 Recomendações quanto à estrutura e gestão administrativa dos comitês

A Lei nº 9.433, de 1997, estabelece que os comitês de bacia hidrográfica poderão ter como área de atuação: i) a totalidade de uma bacia hidrográfica; ii) sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou iii) grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas. Nesse sistema, é possível haver comitê da bacia hidrográfica do São Francisco, comitê de bacia de tributário do São Francisco e Comitê de tributário do tributário do São Francisco. Para tornar ainda mais complexo, o modelo também é aplicado em águas de domínio dos estados, pois muitos deles replicam em suas leis as disposições da lei nacional (Lei nº 9.433, 1997).

Esse sistema permite que dentro de uma bacia hidrográfica exista um emaranhado de órgãos colegiados, com esforços divididos, recursos da cobrança insuficientes e elevados custos administrativos para eleição de seus membros, manutenção de estrutura física, pagamento de pessoal e custos com seleção, contratação e acompanhamento de projetos. Ademais, cada comitê deverá desenvolver seu mecanismo de cobrança e seu plano de bacia hidrográfica, o que é praticamente inviável em comitês que abrangem pequenas áreas com predomínio de uso agropecuário. Deve-se reavaliar a pertinência e o custo de se manter uma gestão tão descentralizada em um país continental como o Brasil, paradigma que pode ser mudado com alteração legal.

Em alguns casos, um único comitê deverá observar o plano nacional de recursos hídricos, o plano de recursos hídricos do estado, o plano da bacia hidrográfica, o plano do tributário da bacia hidrográfica e o plano do tributário do tributário da bacia hidrográfica. Trata-se de um nebuloso conjunto de planejamentos que, somados aos demais planejamentos em meio ambiente, saneamento, uso e ocupação do solo, desenvolvimento urbano, resultam em múltiplos conflitos e na gestão sem qualquer planejamento por parte do comitê de bacia. Da parte dos recursos hídricos, é preferível que haja apenas um plano de bacia hidrográfica, bem estruturado, que poderia orientar a atuação dos comitês de bacias nela inseridos.

Para garantir melhor eficiência e sustentabilidade financeira dos comitês, recomenda-se que seja ampliada sua área de abrangência. Conforme comentado, no âmbito da União poderiam ser criados comitês por critério de região geográfica, de região hidrográfica ou de bacia hidrográfica. No âmbito estadual, em razão do tamanho reduzido e das maiores limitações

técnicas e orçamentárias, sugere-se que seja criado comitê com abrangência estadual ou em conjuntos de estados para cuidar das águas de domínio desses entes federativos.

De acordo com dados da ANA, há no Brasil 9 comitês de bacia interestaduais, com cobrança implementada em 6 deles, e 224 estaduais, com cobrança implementada em pouco mais de 60. (ANA, 2018; ANA, 2019). Nesse contexto, os comitês de menor abrangência já criados poderiam dar sinergia a comitês mais amplos e serem a eles absorvidos ao longo do tempo. Para isso é importante que seja pensada regra de transição em uma nova legislação.

5.4.3 Recomendações quanto ao mecanismo de cobrança

A partir da revisão de literatura e da consulta a profissionais de recursos hídricos de saneamento foram apontadas quatro modificações principais no mecanismo de cobrança: i) estabelecimento de critérios de sazonalidade, com preços diferenciados da água nas estações seca e chuvosa; ii) incorporação de coeficientes de escassez nas equações de cobrança, com gatilhos que aumentem o valor cobrado nesses períodos, seja por falta de chuvas, seja pelo atingimento da alocação máxima; iii) revisão de coeficientes redutores; iv) cobrança progressiva em função do porte, natureza e capacidade de pagamento do empreendedor entre setores e dentro dos setores.

A influência da sazonalidade (preços distintos em estações seca e chuvosa) e a incorporação de coeficientes de escassez (coeficientes que aumentam preço em situações críticas) nas equações de cobrança podem contribuir para que o valor da água acompanhe mais proximamente os movimentos de oferta e demanda por esse recurso natural. A lógica natural é a de que a água se torne mais cara em pelo menos três situações: estação regular de seca, eventos extremos de seca e atingimento da máxima capacidade alocativa da bacia. É importante que esse último caso seja contemplado, pois nessa circunstância alterações no padrão de captação de usuários impactam os usos de recursos hídricos de terceiros e a manutenção das vazões ecológicas.

Embora existam mecanismos que aumentem o valor cobrado, por exemplo nas bacias do São Francisco e no Estado do Ceará, esses devem ser aprimorados e ampliados para as demais bacias que enfrentam as três situações narradas.

A propósito, na bacia do São Francisco, embora louvável a iniciativa de se introduzir esse mecanismo, as condições para ativação do gatilho são bastante limitadas, pois é necessário

que haja: i) áreas declaradas de restrição de outorga superior a 30%; e ii) medição da vazão captada. Ademais, o aumento do valor cobrado é bastante singelo, pouco efetivo do ponto de vista econômico, porque não eleva substancialmente o valor da água, simplesmente afasta os coeficientes redutores aplicados na equação (CBHSF1, 2017). Na verdade, o modelo ideal seria manter os coeficientes redutores e agregar um coeficiente de escassez com faixas de valores destinadas a aumentar o valor cobrado. Dessa forma, continuaria pagando mais aquele que mantivesse métodos produtivos mais ineficientes.

Ainda com relação à situação do São Francisco, o *momentum* para ativação do coeficiente de escassez deveria ser anterior à determinação de racionamento, para que os resultados obtidos com o uso racional fossem alcançados tempestivamente. Considerando que a bacia do rio São Francisco possui complexo sistema de reservatórios, poderia ser proposta metodologia que estabelecesse limiares relacionados aos níveis dos reservatórios e, caso ultrapassados por um rebaixamento, automaticamente fosse acionado gatilho referente à escassez hídrica. É essencial que se impessoalize, com critérios objetivos, a condição de acionamento do coeficiente de escassez, de modo que não seja possível influenciá-lo por interesses que não o interesse público.

Essa nova metodologia de cobrança poderia alavancar a arrecadação dos comitês de bacia hidrográfica, pois pequenos aumentos do valor cobrado poderiam gerar altos retornos, considerando a quantidade de usuários na bacia e o uso intensivo de água de algumas atividades. Ademais, seria necessário avançar na medição da vazão captada, para que fosse possível melhor regular a demanda e o valor cobrado nos períodos de escassez, em semelhança ao que já ocorre nos setores de saneamento básico e de energia elétrica. Modificações no modelo de cobrança devem avaliar a margem de aumento possível do valor da cobrança, tomando como referência produtores irrigados de grãos, culturas com margens de lucro mais apertadas e de baixo valor gerado por volume de água consumido. Devem, também, encorajar a migração para práticas e tecnologias mais sustentáveis na agricultura.

No tocante ao item iii), os coeficientes redutores devem ser revistos, pois na realidade da bacia do São Francisco tem servido para abaixar o valor da água a níveis insignificantes. No exercício feito para o cálculo do valor cobrado, no Capítulo 3, o cultivo de feijão e milho irrigado sob pivô central apresentavam, respectivamente, demanda hídrica de 4.573m³ e 6.057m³ por hectare por ano. Após aplicação dos coeficientes, passaram a consumir 439m³ e 581m³ por hectare por ano. Assim, vê-se que os valores tomados como base de cálculo do

valor cobrado representam cerca de 10% da demanda hídrica original, volume que será multiplicado pelo preço unitário da água: R\$ 0,02 por m³ naquela bacia.

Dessa forma, pode se dizer que o preço da água foi reduzido em 10 vezes em função de um sistema de irrigação por aspersão, que, embora moderno, não é o mais econômico no uso da água se comparado com sistemas de irrigação localizada. Assim, o preço unitário – que já é baixo – multiplicado por coeficientes redutores extremamente generosos resulta em valores irrisórios cobrados de usuários do setor agropecuário.

Cabe comentar que métodos mais eficientes de irrigação já consomem menos água e, por conseguinte, geram menores valores de cobrança, além de serem aplicados geralmente em culturas de alto valor agregado. Portanto, o coeficiente possui poucos efeitos práticos, já que nesses casos (frutas, hortaliças) os custos de produção são bastante elevados.

Enquanto os valores unitários forem baixos, é preferível que se adotem equações mais simplificadas para a cobrança, de modo a facilitar o entendimento sobre os cálculos e acelerar a implementação do mecanismo. Conforme for ajustado o valor unitário, deve-se pensar em diferenciar a cobrança e prestigiar usos mais hidroeficientes. Para irrigação, inicialmente poderia inclusive ser adotada a fórmula básica, como é feito na França: Valor cobrado = PPU x Vazão captada.

Com relação ao tópico iv), após o ajuste do preço unitário, adição de coeficientes de escassez e correção dos coeficientes redutores, um próximo passo seria criar progressividade no valor da cobrança, para promover justiça social. O princípio da progressividade já é aplicado em matérias tributárias e poderia naturalmente ser adotado no mecanismo de cobrança. A progressividade já ocorre de maneira indireta entre os setores, haja vista que saneamento e indústria geram maior valor ao usar a água e respondem pelas maiores contribuições na cobrança, garantindo a sustentabilidade financeira dos comitês.

A principal tarefa seria diferenciar o valor cobrado dentro dos setores em função do porte, da natureza e da capacidade de pagamento de cada empreendedor. Deve-se, por exemplo, considerar a variabilidade dos custos de produção na atividade agropecuária, pois um produtor de tomate, por exemplo, pode ter custos 10 vezes superiores aos de um produtor de milho. Nesse caso, o produtor de tomate possui capacidade contributiva muito maior do que a do de milho em uma área hipotética de 10 hectares. Em outra situação, um grande produtor de milho com 1.000 hectares irrigados já teria capacidade contributiva muito maior,

pelo ganho de escala. Não se trata de penalizar o uso que gere mais valor e, sim, de ajustar a capacidade contributiva do usuário, sem comprometer seus resultados, em benefício da bacia hidrográfica.

5.4.4 Recomendações quanto ao preço unitário e valor cobrado

As discussões e análises aqui trazidas levam a concluir que o volume arrecadado com a cobrança pelo uso de recursos hídricos é pouco significativo se confrontado com os passivos ambientais existentes nas bacias hidrográficas e as necessidades de realização de obras e serviços de saneamento e de recuperação hidroambiental para reverter essa condição, bem como atender metas estabelecidas no enquadramento dos corpos hídricos.

O valor da cobrança deve ser estabelecido de acordo com o interesse público e não com o interesse dos usuários, visando cumprir satisfatoriamente os anseios da nação consubstanciados na Lei nº 9.433, de 1997. Devem ser pensadas formas de definir valores que promovam o uso racional, com base em critérios científicos, e evitar influências políticas e pessoais nesse processo. Na visão de Hartmann (2010), a cobrança reduzida destinada a proteger usuários socialmente frágeis e o estabelecimento de tetos máximos para o valor cobrado limitam a eficiência econômica e a eficácia ecológica da cobrança.

O valor cobrado deve representar peso maior nos custos de produção das atividades econômicas com uso intensivo de água. Não raro o valor cobrado sequer representa 0,5% dos custos de produção. Na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, por exemplo, é proibido que a cobrança seja aplicada em valores superiores a esse percentual, condição estabelecida no art. 9º da Deliberação CEIVAP Nº 218, de 2014, (CEIVAP3, 2018), aplicável às atividades agropecuária, de aqüicultura e de mineração.

O setor agropecuário teve um foco destacado neste trabalho em razão de representar 70,2% das vazões captadas cobradas e contribuir com apenas 5,91% dos recursos cobrados no nível da União. Não parece ser lógico insistir nessa direção, manter os esforços no incentivo do uso racional da água tratada nos centros urbanos, por meio de campanhas educativas, políticas de racionamento, tarifas de contingência, sobretarifação e bônus para reduções no consumo de água potável. Deve-se voltar a atenção também ao campo, ao principal setor usuário de água no Brasil: a agropecuária.

A agropecuária, sobretudo a irrigação, deve internalizar os custos da água, na forma do princípio do usuário-pagador, e quebrar a tónica que move muitas empresas de privatizar os lucros e socializar os custos. As políticas urbanas de uso racional da água tratada são exemplo claro de que custos são socializados com a população, pois nas proximidades de zonas urbanas é frequente o conflito pelo uso de recursos hídricos entre irrigantes e companhias de abastecimento de água potável.

A consulta aos profissionais de recursos hídricos recomenda que o valor da cobrança se situe entre 1% e 5% dos custos de produção para feijão e milho. Caso fosse de 1%, o valor cobrado seria de R\$ 55,12/ha (US\$0,003/m³) para feijão e 56,35/ha (US\$ 0,003/m³) para milho³⁹. Caso fosse de 5%, seria de R\$ 275,60/ha (US\$ 0,018/m³) para feijão e de R\$ 281,75/ha (US\$ 0,046/m³) para milho.

A partir desses valores e dos valores cobrados via mercados de água nos países estudados, pode ser estabelecida comparação entre valores cobrados pelo uso da água, considerando o valor de cobrança atual e os valores sugeridos pela pesquisa: 1% e 5% dos custos de produção. Essa análise é fundamental uma vez que muitos dos países estudados são concorrentes do Brasil no mercado internacional de produtos agropecuários. A Tabela 5.23. coteja os valores encontrados.

Tabela 5.23. Preços cobrados por volume de água, conforme cálculos desenvolvidos ao longo do trabalho. Conversão de unidades para o Chile constam no Apêndice G.

| PAÍS | Preço cobrado (US\$/m ³) |
|----------------|--------------------------------------|
| AUSTRÁLIA | 0,06-0,98 (geral) |
| CHILE | 0,0013 (feijão) e 0,0015 (milho) |
| ESTADOS UNIDOS | 0,02-0,88 (geral) |
| BRASIL ATUAL | 0,00013 (feijão) 0,000077 (milho) |
| BRASIL (1%) | 0,003 (feijão) e 0,003 (milho) |
| BRASIL (5%) | 0,018 (feijão) e 0,046 (milho) |

³⁹ 1US\$ = R\$ 3,39 (média de 5 anos) (Investing, 2019).

Com base na Tabela 5.23, se o valor da cobrança passar a constituir 1% dos custos de produção para milho e feijão, o valor cobrado será semelhante ao valor pago no Chile para a compra de direitos de uso no mercado de águas para as mesmas culturas. Caso seja adotado o percentual de 5% dos custos de produção, o valor cobrado no Brasil seria próximo aos valores cobrados na Austrália e Estados Unidos em períodos de escassez. Esses valores podem servir de referência para estudos futuros de revisão dos preços unitários e das equações de cobrança.

Um exercício reverso que pode ser feito é avaliar como se comportaria a produção de milho irrigado no Brasil, caso fosse aplicado o preço cobrado pela água nos países estudados. Esse cálculo pode ser feito mediante a demanda hídrica das culturas por hectare por ano e o valor unitário cobrado em cada país. Ao final, pode-se avaliar se seria viável produzir essas culturas no Brasil, caso fossem aplicados os preços unitários observados nos países, bem como calcular qual a participação da cobrança nos custos totais da atividade.

Aplicando-se valores da Austrália para o mesmo cultivo em período de escassez, temos valor médio de US\$ 0,52/m³. Considerando o consumo de 6.057 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ (CODEVASF *et al*, 1989), temos US\$ 3.149,64/ha, que convertido para reais custariam R\$ 10.677,27/ha. Ou seja, seria inviável produzir milho nesse cenário de escassez, pois o custo da água seria cerca de duas vezes maior do que o custo de produção da cultura.

Com os valores chilenos na mesma situação, teríamos US\$ 1,5.10⁻³/m³ x 6057 m³ = US\$ 9,09/ha. Convertendo, seriam R\$30,8/ha, ou seja, 0,54% dos custos de produção do milho. Seria viável e teria uma participação maior do que a observada na maior parte das bacias brasileiras, onde o valor é inferior a 0,5%.

Adotando-se os valores dos Estados Unidos, na mesma situação, teríamos um preço médio na escassez de US\$ 0,45/m³. Então, US\$ 0,45/m³ x 6057 m³ = US\$ 2725,65/ha, que convertidos representam US\$ 9.239,95/ha. Portanto o cultivo de milho também seria inviável.

Esse exercício, ainda que simplório, permite avaliar o quão longe o valor cobrado pela água no Brasil está dos padrões de outros países, também competitivos na área agropecuária. Os valores cobrados na Austrália e Estados Unidos são bastante elevados em períodos de escassez, mas na verdade eles incentivam produtores de grãos a vender seu direito de uso para outros usuários que produzam maior valor agregado. Nesse sentido, poderiam ser

potenciais compradores do direito de uso produtores de tomate (US\$ 8,94/m³), batata (US\$ 1,66/m³), uva (US\$ 1,57/m³), indústria de etanol (US\$ 21,6/m³) e papel (US\$ 5,4/m³) e companhias de saneamento (US\$ 1,29/m³), conforme Tabelas 5.12 a 5.15.

No caso do abastecimento humano, há que se considerar o custo de oportunidade de evitar construir novas captações emergenciais que poderiam refletir em tarifas contingenciais mais elevados aos usuários, em comparação com o repasse do valor da água adquirida no mercado. Ademais, poderiam ser evitados racionamentos severos e aplicação de multas, caso o abastecimento fosse garantido com a aquisição de novos direitos nos mercados de água.

Importante frisar que se deve ter cautela no ajuste do valor cobrado no sistema atual, pois, como comentado por um dos participantes do questionário, a cobrança deve ser instituída em conjunto com os demais instrumentos. Assim, deve-se avaliar bacia a bacia, onde há espaço para que sejam feitos os ajustes nos preços e equações de modo a não afastar os usuários de água do caminho da legalidade, com a regularização do uso mediante outorga. Ademais, o ajuste nos preços deve ser paulatino, com horizonte de tempo suficiente para que o usuário de água possa absorvê-lo e manter a sustentabilidade financeira da atividade produtiva.

5.4.5 Recomendações sobre planejamento e execução financeira dos recursos arrecadados com a cobrança

O planejamento e a execução financeira dos recursos arrecadados com a cobrança podem ser aprimorados atuando-se em três vertentes principais: i) aumento da execução financeira; ii) alteração do limite legal de 7,5% para despesas com custeio; e iii) definição de percentual de recursos a serem aplicados em projetos de saneamento e de recuperação hidroambiental.

Com relação ao item i) os comitês das bacias do São Francisco e do Paraíba do Sul elaboraram Planos de Aplicação Plurianual (PAP), com horizontes de 3 e 4 anos. Contudo, a execução financeira tem ficado bastante aquém do planejado. No São Francisco, Agência Peixe Vivo registra ao final de 2018 desembolso previsto/realizado em Ações de Gestão, de Planejamento e Estruturais, respectivamente, de 39%, 35% e 34%. No Paraíba do Sul, o comitê registou uma execução de 40% dos recursos planejados após mais da metade da vigência do PAP.

Por outro lado, o percentual planejado de aplicação em ações estruturantes parece ser adequado: 46% para o São Francisco e 55,4% no Paraíba do Sul. Deve-se considerar, contudo, que esses números embutem uma série de estudos e planos (ex. planos de saneamento) e não se traduzem necessariamente em intervenções físicas na bacia. Ao se fazer uma triagem na prestação de contas da aplicação de recursos da cobrança na bacia do São Francisco, verificou-se que em 2018 apenas 14,1% dos recursos (R\$ 3,26 milhões) arrecadados foram aplicados em projetos de saneamento básico e de recuperação hidroambiental (intervenções físicas), embora a proporção desejada tenha sido de 46% para Ações Estruturais no PAP.

Nesse ritmo e proporção de aplicação, pondera-se que nem no longo prazo as necessidades de obras e serviços de saneamento e recuperação hidroambiental serão atendidas a contento. Caso todo o valor aplicado em 2018 para essas ações (R\$ 3,26 milhões), fosse investido na construção de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), com remoção de 90% da DBO e 85% de Fósforo e Nitrogênio, essa estação seria capaz de atender 16,3 mil habitantes por ano, de acordo com dados da ANA (2015). Cobertura bastante modesta se for levado em conta que habitam na bacia 14,3 milhões de pessoas.

Se esse mesmo montante, R\$ 3,26 milhões de reais fosse aplicado integralmente na recuperação de áreas degradadas, seria possível recuperar 412 hectares por ano, segundo dados da CODEVASF (2008) corrigidos pela inflação. Segundo a instituição, em 2008, o valor médio necessário para recuperação de áreas degradadas era de R\$ 4.172,74 por hectare recuperado, com prazo de conclusão estimado em 18 anos. Aplicando correção pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IPC-A) do IBGE até março de 2019, obtém-se o valor médio de R\$ 7.911,31 por hectare. Considerando que o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) 2007-2010 estimou que havia 800.000 hectares a serem revitalizados na bacia hidrográfica do rio São Francisco, o investimento total a ser feito seria de R\$ 6,33 bilhões, ou seja, os R\$ 3,26 milhões anuais representam apenas 0,05% dos recursos necessários para a recuperação dessas áreas. Caso a ação dependesse somente dos recursos da cobrança, seriam necessários 2.000 anos para sua conclusão.

Os R\$ 3,26 milhões também estão muito distantes dos R\$ 10,7 bilhões já investidos no Projeto rio São Francisco (CGU, 2018), que visa transpor águas do Velho Chico para bacias hidrográficas no Nordeste Setentrional do País, a fim de garantir abastecimento de água e reduzir a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como as secas recorrentes. Isso

demonstra que intervenções de grande impacto na bacia hidrográfica demandam vultosos investimentos, distantes da atual capacidade de investimento com recursos da cobrança.

Além dos valores da cobrança serem insuficientes para reverter o quadro de degradação ambiental da bacia hidrográfica por meio de intervenções estruturantes, a Tabela 3.7 revela distribuição de recursos em muitas intervenções de pequena monta (cerca de 15 ações e projetos), contexto que eleva os custos administrativos para contratação e gestão dos contratos e traz resultados esparsos e pouco impactantes à bacia. Conclusão semelhante foi a do Tribunal de Contas da União (TCU, 2015) em auditoria operacional sobre o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, cujas ações incluem recuperação de áreas degradadas. Nesse caso, seria mais viável aplicar o princípio de Pareto, isto é, reduzir o número de intervenções e priorizar as de maior impacto.

Conforme verificado na consulta aos profissionais de recursos hídricos e na revisão de literatura, a baixa execução de ações estruturais e o crescimento de fundos de reserva nessas bacias hidrográficas têm como possíveis causas gargalos administrativos atribuídos em parte ao limite insuficiente 7,5% para aplicação dos recursos da cobrança em custeio. Há também ineficiências por parte dos comitês referentes à opção de contratação de muitos projetos de pequeno impacto, em detrimento de menor número de projetos de grande impacto.

Nesse sentido, propõe-se que seja revisado na legislação de recursos hídricos esse limite linear de 7,5%, propondo-se faixas de limites para despesas de custeio conforme a capacidade de arrecadação do comitê de bacia. Considerando os atuais valores de arrecadação das maiores bacias interestaduais brasileiras e valores arrecadados de pequenas bacias hidrográficas, foi criada uma proposta inicial de novos limites, que obedeçam a essa segmentação, na forma da Tabela 5.24. Igualmente, foram pensados limites mínimos para obras e serviços de saneamento e de recuperação hidroambiental, excluídos estudos, na forma da Tabela 5.25.

Tabela 5.24. Proposta de novos limites percentuais de despesas de custeio sobre o valor arrecadado.

| Arrecadação do comitê | Limite máximo proposto para despesas de custeio |
|-------------------------|---|
| Até R\$ 5 milhões | 25% |
| R\$ 5-10 milhões | 20% |
| R\$ 10-20 milhões | 15% |
| R\$ 20-30 milhões | 12,5% |
| Acima de R\$ 30 milhões | 10% |

Tabela 5.25. Proposta limites mínimos de aplicação dos recursos arrecadados em obras e serviços de saneamento e recuperação hidroambiental, excluídos planos e estudos.

| Arrecadação do comitê | Limite mínimo proposto para investimentos em obras e serviços de saneamento e recuperação hidroambiental |
|-------------------------|--|
| Até R\$ 5 milhões | 10% |
| R\$ 5-10 milhões | 15% |
| R\$ 10-20 milhões | 30% |
| R\$ 20-30 milhões | 35% |
| Acima de R\$ 30 milhões | 40% |

Como dito, as propostas e valores são sugestivos e devem ser discutidos de forma mais aprofundada no âmbito do Poder Legislativo, com participação dos comitês de bacia e de especialistas em recursos hídricos, de modo que a aplicação de recursos, ao mesmo tempo, persiga o interesse público e viabilize a sustentabilidade financeira dos comitês.

5.4.6 Ponderações sobre possível oposição ao aumento do valor cobrado para o uso da água na irrigação

Embora a agricultura seja uma atividade de risco, dependente de variação da cotação de sacas, dos custos de insumos, variações cambiais, condições climáticas, entre outros fatores, os estudos e exercícios desenvolvidos neste trabalho demonstram que há espaço para ampliação dos valores cobrados em níveis compatíveis com os concorrentes internacionais do setor agropecuário brasileiro. Entretanto, muitos argumentos contrários poderão surgir ao

longo do processo de ajustes no valor cobrado, podendo desviar o foco do debate e inviabilizar as reformas. Alguns pontos que poderão ser levantados são comentados a seguir.

O primeiro deles é o de que a cobrança aumentará o preço dos alimentos, dificultando o acesso desses pelos mais pobres. De acordo com ANA1 (2017), o Brasil possui cerca de 7 milhões de hectares irrigados, ou seja, 9,5% de um total de 73,6 milhões de hectares cultivados (IBGE, 2017). As culturas de grãos (arroz, feijão, soja, etc.) recobrem cerca de 44% da superfície total irrigada, segundo ANA2 (2017). Então, a maior parte dos alimentos é produzida via sistema de sequeiro (sem irrigação) e, mesmo em sistemas irrigados, as culturas de grãos possuem parcela não tão expressiva. Por isso, o impacto sobre o preço dos alimentos não seria tão elevado como se imagina.

E, ainda que se considere algum aumento no preço dos alimentos, em troca há uma série de benefícios que justifiquem uma cobrança mais racional, como o reinvestimento dos valores em projetos que recuperem áreas degradadas e melhores condições de quantidade e qualidade das águas. Além disso, no sistema atual, quando a agricultura irrigada compete com captações para abastecimento humano na mesma bacia, os custos com medidas emergenciais devido à falta de água são suportados pela população das cidades, por meio de tarifas contingenciais para financiar estações emergenciais de captação e tratamento de água, além de multas aos consumidores que elevarem consumo de água potável. É necessário que a gestão de recursos hídricos equilibre as responsabilidades entre campo e cidade, em situações de escassez de água.

O segundo é o de que o aumento dos custos de produção pode trazer desvantagens competitivas para o Brasil em comparação com outras bacias que não implementaram a cobrança e até outros países. Os exercícios desenvolvidos aumentando-se o valor cobrado para 1% e 5% dos custos de produção mostraram que nesses cenários a produção de milho irrigado, uma das culturas mais hidroativas, ainda seria viável. Nos países concorrentes do Brasil (produção de frutas e vinho no Chile, por exemplo) a água está precificada e os produtos ainda assim são competitivos no cenário internacional. Ademais, o levantamento de mais fundos para investimento na bacia hidrográfica poderia ser aplicado em projetos que impactassem positivamente na regularidade das vazões e na qualidade dos recursos hídricos.

Adicionalmente, deve-se considerar a promoção da imagem da agricultura brasileira em termos de sustentabilidade no processo produtivo dentro e fora do País. Na verdade, os

custos ambientais da atividade agropecuária já existem, mas não estão sendo devidamente internalizados pelos produtores, sendo suportados por toda a população. Ocorrem quando há consumo de água bruta, contaminação de corpos hídricos por fertilizantes e defensivos agrícolas, volatilização do nitrogênio presente em fertilizantes, emissão de metano por rebanhos bovinos, entre outros.

O terceiro ponto é a confusão criada com o reconhecimento da água como direito humano. O debate sobre água para produção deve ocorrer em separado do debate sobre água para atendimento de necessidades humanas essenciais. A Resolução nº 64/292 de 2010 (UN, 2010) reconheceu água como direito humano para que as pessoas tenham “água de beber” e água para necessidades básicas: cozinhar, higiene pessoal, etc. A água para produção, por outro lado, é um insumo pertencente ao Estado e integrante de processo produtivo de atividades econômicas: agricultura, indústria, etc. Não se pode olvidar que existe determinação legal para que se reconheça o valor econômico da água e para que se cobre valores suficientes para dar indicação do seu valor real e induzam o uso racional. A água para produção, principal razão pela qual a água é consumida no País, deve ser o foco dos instrumentos econômicos e dos esforços para induzir o uso racional.

O quarto ponto é a alegação de que com a cobrança de valores mais elevados sobre o uso da água os agricultores familiares veriam inviabilizada sua produção. Em primeiro lugar, a maior parte dos agricultores familiares praticam usos insignificantes conforme art. 12, § 1º, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, portanto não sujeitos a outorga. A mesma lei no art. 20 determina que serão cobrados apenas os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga. Portanto, boa parte dos agricultores familiares estão isentos da cobrança. De todo modo, é desejável que o sistema de cobrança preveja regras diferenciadas não só em função do porte dos agricultores (pequenos, médios e grandes), mas também em função do tipo de cultivo desempenhado (fruticultura, horticultura, grãos, forragens, etc.). Desse modo, podem ser mitigados os impactos de um aumento de valor da cobrança que recairiam sobre pequenos agricultores.

5.4.7 Considerações finais

A aceitação da revisão do instrumento de cobrança, na forma proposta, passa pela comunicação sem ruídos, negociação transparente e convencimento de que a inovação pode mudar para melhor a realidade da bacia hidrográfica. Caso os usuários de água não

vislumbrem retorno dos recursos pagos em benefício da bacia, sintam-se preteridos no processo de negociação ou desinformados, maior será a dificuldade de promover reformas no sistema de cobranças, pois podem inclusive atuar como grupos de pressão contrários às mudanças junto aos conselhos de recursos hídricos e ao Poder Legislativo.

É fundamental que os usuários reconheçam o valor pago a título de cobrança como uma contribuição financeira que será revertida em benefício da bacia hidrográfica e, indiretamente, em benefício próprio. Por isso, deve haver transparência no processo de negociação de um novo modelo de cobrança e demonstração clara de que os valores serão investidos em intervenções estruturantes e palpáveis, motivação justa e coerente com o novo valor cobrado. Ações de comunicação e de educação ambiental são fundamentais catalisar a conscientização dos usuários a respeito da importância desse instrumento para a integridade da bacia hidrográfica.

5.5 PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO DE MERCADOS DE ÁGUA NO BRASIL

5.5.1. Histórico

No Brasil, o Projeto de Lei (PL) nº 6.979, de 2002, de autoria do Deputado Paulo Magalhães, foi o primeiro a tratar da regulamentação de mercados de água. O PL regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos e o mercado de águas, criando condições para que haja transação de direitos de uso entre usuários outorgados, fundamentada em estudo técnico e econômico, de forma permanente ou provisória, desde que não cause danos a terceiros e à bacia hidrográfica. A proposta reúne os requisitos exigidos pela maior parte dos países e pretende regulamentar o mercado de águas apenas no âmbito da União.

Apresentado em 2002, o PL tramitou em três Comissões Permanentes da Câmara dos Deputados e obteve pareceres desfavoráveis em cada uma delas. Nota-se em alguns dos pareceres o errôneo entendimento de que as águas seriam privatizadas, alegando-se inclusive afronta à Constituição Federal por inobservância à dominialidade pública da água. Temendo a privatização do bem público água, rejeitaram a matéria, muito embora esteja bem claro em seu texto que seriam transacionados apenas os direitos de uso. Podem ter faltado no projeto de lei dispositivos que especificassem a atuação do poder público no controle das transações de direito de uso e dispositivos sobre o procedimento de cessão do direito de uso. Ademais, considerando que o PL também contempla regulamentação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, muitos parlamentares rejeitaram a matéria por não estarem de acordo com disciplina da cobrança, sem discutir a questão dos mercados de água. Em 2013, o PL foi arquivado pela última vez, porém isso não impede que a matéria seja reapresentada naquela Casa Legislativa, desde que Deputados proponham seu desarquivamento.

A partir de 2014, o tema gestão de recursos hídricos tem tido grande peso na agenda política do País, devido às severas crises hídricas que afetaram o estado de São Paulo, o Distrito Federal e o nordeste do Brasil. Para mitigar seus efeitos foram adotadas estratégias de racionamento, no campo e nas cidades, bem como políticas específicas para gestão da demanda por água potável nas cidades, como tarifas de contingência, sobretarifação para aumentos e bônus para reduções de consumo.

A crise da água alimentou os debates no Congresso Nacional acerca da efetividade da Política Nacional de Recursos Hídricos e de seus instrumentos para lidar com a gestão da

escassez hídrica. Nesse contexto, houve intensos surgiram projetos de lei para incentivar o uso racional da água, o uso da água da chuva, o reúso de água; reduzir as perdas na distribuição de água; e introduzir os mercados de água para promover a alocação eficiente dos recursos hídricos.

Em 2017, o senador Tasso Jereissati apresentou o Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017, para introduzir os mercados de água como instrumento da PNRH a fim de promover um uso mais eficiente da água e melhor alocação de água (Senado, 2017). O projeto incitou os debates tanto no Fórum Mundial da Água em 2018 como no Fórum Alternativo Mundial da água em 2018. Na época, iniciou-se ampla campanha difamatória contrária ao projeto, associando-o à privatização do aquífero Guarani e sua venda a empresas multinacionais como Coca-Cola e Nestlé, para atingir a imagem do Presidente Michel Temer e do Senado Federal.

Essas *fakenews* contidas em sites independentes de notícias, impulsionadas por aplicativos de mensagens, contaminaram o debate e parecem ter surtido efeito, pois o projeto “conquistou” 105.255 votos contrários em consulta pública online do Senado. Há mais de dez sites que veicularam matérias semelhantes, os cinco principais referenciados a seguir:

1. Hypesess⁴⁰: “Senado abre consulta pública sobre venda do aquífero Guarani”.
2. Esquerda Diário⁴¹: “Senado abre consulta para privatizar o Aquífero Guarani”.
3. Apostagem⁴² : “Senado Abre Consulta Pública para Venda do Aquífero Guarani: A criação do mercado privado de águas daria acesso aos mananciais”.
4. FENAE⁴³ : “Privatização Do Aquífero Guarani: Nossa Maior Reserva de Água Será da Coca-Cola ou Nestlé”.

⁴⁰Ver: <https://www.hypeness.com.br/2018/03/senado-abre-consulta-publica-sobre-venda-do-aquifero-guarani/> Acesso em 27/07/2019

⁴¹ Ver: <https://www.esquerdadiario.com.br/Senado-abre-consulta-para-privatizar-o-Aquifero-Guarani> Acesso em 27/07/2019

⁴²Ver: <https://www.apostagem.com.br/2018/03/19/como-pls-495-17-esconde-venda-do-aquifero-guarani-vote-na-consulta-do-senado-criacao-do-mercado-de-aguas-abre-caminho-para-privatizacao-total-da-agua/> Acesso em 27/07/2019

⁴³Ver: <http://www.fenae.org.br/portal/fama-2018/noticias/privatizacao-do-aquifero-guarani-nossa-maior-reserva-de-agua-sera-da-coca-cola-ou-nestle.htm> Acesso em 27/07/2019

5. Revista Amazônia⁴⁴ : “Senado Abre Consulta Pública para Venda do Aquífero Guarani”.

Cabe destacar que o projeto sequer menciona o Aquífero Guarani em seu texto e sua ideia central não é a privatização das águas, mas sim agregar instrumento econômico para gestão de escassez hídrica, com a participação voluntária de usuários de água. A privatização das águas, condição que não é adotada em nenhum dos três países que optaram pelo mercado de água, dependeria apresentação de Proposta de Emenda à Constituição – e não de projeto de lei –, com aprovação em 2 turnos em cada Casa Legislativa e aprovação de pelo menos 60% dos parlamentares. Isso porque as águas são bens estratégicos, de domínio da União e dos Estados, por força dos arts. 20, inciso III, e 26, inciso I, da Constituição Federal. Portanto, o projeto apresentado não tem o condão de afastar o manto constitucional que protege os recursos hídricos.

Para Hartman (2010), há uma carência no esclarecimento da potencial eficácia dos mecanismos de mercado aplicados à gestão de recursos hídricos. Argumentos que dominam o debate são os de que haveria “uma privatização do meio ambiente” ou coisas parecidas. Deixa-se de enxergar que um uso privado do meio ambiente também ocorre por meio da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Na visão de Serôa da Motta (1997), são reduzidas as chances de êxito de um mercado operante no âmbito de direitos de uso, pois há a resistências políticas e da própria opinião pública, que em geral considera imoral a distribuição dos direitos de uso dos recursos naturais em um mercado. Sem a devida regulamentação, faltaria a segurança jurídica necessária para o funcionamento do mercado de maneira estável e perene.

Feitas essas explanações preliminares sobre o histórico e contextualização sobre o Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017, passa-se a seguir a analisar seu conteúdo.

⁴⁴ Ver: <http://revistaamazonia.com.br/senado-abre-consulta-publica-para-venda-do-aquifero-guarani> Acesso em 27/07/2019

5.5.2 Análise do Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017

O primeiro ponto que deve estar claro é que o projeto não visa a “privatizar” as águas superficiais ou subterrâneas, uma vez que as águas são bens públicos por força dos arts. 20, inciso III, e 26, inciso I, da Constituição Federal (CF), assim como do art. 1º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH). Portanto, a utilização das águas – superficiais ou subterrâneas – continua a depender da obtenção de outorga de direito de uso expedida pelo órgão ou entidade de recursos hídricos competente.

Também não há que se falar em “privatização” do serviço de abastecimento de água potável, nem de negociação de água tratada entre consumidores. Importante lembrar que o serviço de abastecimento de água potável está regulado pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e não pela Lei nº 9.433, de 1997, sendo apenas a última objeto de alteração pelo projeto de lei.

A Lei nº 9.433, de 1997, estabelece que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Que a cobrança deve reconhecê-la como bem econômico, dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água e levantar recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. Os mercados de água assentam-se sobre as mesmas bases já criadas para a cobrança.

O projeto introduz os mercados de água como ferramenta adicional aos gestores de recursos hídricos para auxiliar na indução do uso racional e na alocação eficiente da água. Pode ser aplicada de forma complementar ou concorrente à cobrança. É um instrumento já utilizado em regiões áridas de Austrália, Chile e Estados Unidos e seu uso é indicado de maneira localizada em contextos de escassez hídrica e de alocação máxima da quantidade de água disponível em uma bacia ou sub-bacia hidrográfica.

O modelo apresentado na proposição é bastante conservador, do ponto de vista regulatório, pois exige que os próprios usuários da bacia hidrográfica, por meio do respectivo comitê de bacia, decidam se desejam o funcionamento do mercado de água e, em caso afirmativo, formulem pedido de autorização a ser submetido à autoridade outorgante. Não se trata de um livre mercado de negociação de outorgas. Caso autorizada a implementação do mercado de água, cada transação (cessão de direito de uso) entre usuários dependerá de aprovação por parte da autoridade outorgante, que analisará a viabilidade hidrológica da transação. Em

todo caso, a transação não poderá prejudicar os direitos de uso de água de terceiros, os usos prioritários de água e a manutenção da vazão hidrológica (art. 7º do PLS). O projeto prevê também penalidades para eventuais desvirtuamentos no funcionamento do mercado.

O modelo conservador tem vantagens e desvantagens em comparação com modelos mais liberais. Embora possa aumentar os custos de transação e tornar morosas as negociações, a possibilidade de intervenção estatal permite a correção de falhas de mercado não previstas pelo legislador. Por outro lado, um modelo mais liberal, reduz os custos de transação, é mais célere, contudo pode acirrar desigualdades sociais e ser mais vulnerável a falhas de mercado, como: concentração de direitos de uso nas mãos de poucos usuários e dominância na aquisição de direitos de uso por especuladores. O ideal é que o grau de controle estatal seja ajustado ao longo do tempo, por meio de regulamentos, observando-se o comportamento do mercado frente à realidade brasileira. Por isso é importante que o projeto de lei não traga muitas amarras legais.

Implantado o mercado de água, os usuários de água de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica poderiam negociar entre si seus direitos de uso de recursos hídricos. Ao se aproximar um período de seca, fruticultores poderiam comprar direitos de uso de produtores irrigados de grãos, indústrias poderiam comprar direitos de uso de piscicultores, companhias de abastecimento de água poderiam comprar direitos de uso de usinas hidrelétricas, em reservatórios de usos múltiplos.

A lógica dos mercados de água reside na priorização de usos que gerem maior valor agregado em situações de baixa disponibilidade hídrica. Nas bacias hidrográficas do *Murray-Darling* (Austrália), *Limarí* (Chile) e *San Joaquin* (Estados Unidos), todas com predominância de clima semiárido, nos anos mais críticos, observou-se migração de usos de baixo valor (ex. produção irrigada de arroz e outros grãos) para usos de alto valor (ex. produção de uva, frutas, amêndoas, produção industrial, abastecimento humano, etc.).

Os mercados de água funcionam à base de cessão onerosa das outorgas de direitos de uso de água bruta, ou seja, de água encontrada na natureza em rios, lagos e aquíferos. Caso seja aprovado o PLS, esses usuários poderão negociar entre si seus direitos de uso de recursos hídricos, podendo cedê-los a título oneroso e por prazo determinado, em especial nos contextos de conflitos e crises hídricas.

Para exemplificar, uma companhia de abastecimento de água poderia comprar direitos de uso de irrigantes de grãos e, assim, evitar que fossem dispendidos vultosos recursos com captações emergenciais em situações de escassez hídrica. Ademais, no sistema atual, os irrigantes dispõem recursos com insumos e mão de obra para o plantio e, caso falte água, são obrigados a reduzir ou até interromper suas captações para priorizar o abastecimento humano, arcando integralmente com os prejuízos causados com a seca.

Com a operação de mercados de água, os produtores de grãos poderiam ceder seus direitos de uso em um ano de seca, receber renda e reduzir os riscos e potenciais prejuízos causados pela falta de água nos sistemas irrigados. Seria um instrumento para ser aplicado, principalmente, na gestão de crises hídricas no entorno de grandes centros urbanos.

Em outros exemplos, fruticultores de uma bacia hidrográfica poderiam comprar o direito de uso da água de produtores de grãos; uma companhia de abastecimento de água potável poderia comprar direito de uso de indústrias; agricultores que utilizam água de um reservatório de hidrelétrica poderiam negociar com o operador da usina a vazão de saída da barragem, com vistas a garantir o abastecimento para irrigação.

Essas hipóteses hoje não são possíveis, pois as outorgas no Brasil são bastante rígidas e, via de regra, intrasferíveis durante a sua validade. As outorgas são emitidas para usuários e atividades específicas em diferentes posições das bacias hidrográficas por prazo determinado, em caráter intransferível. A vazão outorgada fica reservada àquele usuário independentemente se ele a estiver utilizando ou não. Em contextos de crise hídrica, os órgãos reguladores tentam compatibilizar todos os usos existentes na bacia hidrográfica, ainda que haja usuários ineficientes, de modo a garantir os usos múltiplos.

No tocante aos aspectos positivos do modelo proposto, os mercados de água podem gerar benefícios sociais, ambientais e econômicos quando instalados em bacias hidrográficas com reduzida disponibilidade hídrica e alto potencial de conflitos pelo uso.

Nesse contexto, espera-se que no meio rural os mercados de água direcionem a produção agrícola para cultivos mais intensivos em mão-de-obra (ex. viticultura ou horticultura orgânica), em detrimento de cultivos extensivos e com baixa empregabilidade, pois os mais intensivos costumam gerar maiores valores de produção por volume de água utilizado. Assim, um produtor de uva e vinho que adquire direitos de uso de água de um produtor de milho convencional irrigado, por exemplo, mais empregos e mais renda (eficiência na

alocação com benefícios sociais e econômicos) consumindo quantidade equivalente de água. Existe, também, potencial de intercâmbio de outorgas entre os meios rural e urbano, para enfrentar crises hídricas.

A implementação dos mercados de água pode trazer benefícios também ao Estado, pois quanto maior a geração de renda por litro consumido de água, maior seria o montante arrecadado com tributos e encargos sociais decorrentes do desenvolvimento dessas atividades. Paralelamente, os comitês de bacia hidrográfica seriam empoderados com mais atribuições, maior participação nas decisões e maior entrada de recursos financeiros para cumprir sua missão. O art. 7º do projeto dispõe que o comitê tem direito a uma comissão de 5% sobre o valor da transação das outorgas.

Com relação aos aspectos ambientais, um importante e atual desafio na gestão de recursos hídricos é conhecer e regularizar os usos de água. Contudo, em face da grande extensão territorial do Brasil, torna-se inviável buscar essa universalização por meio da fiscalização e estratégias de maior amplitude devem ser buscadas para alcançar todos esses usuários, como instrumentos econômicos (mercado de águas, cobrança, etc.) ou campanhas educativas, por exemplo.

Os mercados de água podem proporcionar previsibilidade e planejamento mais confiáveis sobre os usos de água na bacia hidrográfica. Os comitês de bacia hidrográfica poderiam ser fortes parceiros nessa missão, estimulando os usuários de água a buscarem a regularidade e incentivando a alocação eficiente da água na bacia hidrográfica por meio da negociação dos direitos de uso. Além do mais, a compra e venda de outorgas entre usuários, *per se*, ajustariam o valor da água para patamares mais próximos da disposição a pagar pelos usuários, coibindo desperdícios e reduzindo conflitos pela falta de água.

Do ponto de vista econômico, a renda, ou seja, o “produto interno bruto” nas bacias hidrográficas, poderia ser elevado substancialmente, pois por vezes o empreendedor (sobretudo na agricultura e na indústria) limita sua função de produção à quantidade de água que lhe é outorgada. Com a abertura do mercado de águas, esse usuário poderia ter acesso a quantidades de água superiores (com a compra de outorgas) e, assim, expandir suas atividades produtivas.

Com relação aos possíveis efeitos negativos dos mercados de água, entende-se que, caso não sejam devidamente regulamentados e operados, podem representar risco à gestão de recursos hídricos quanto a aspectos ambientais, sociais e de segurança jurídica.

A criação dos mercados de água pode ensejar, por exemplo, um aumento no número de outorgas requeridas e a superestimação das vazões demandadas, uma vez que os usuários podem desejar maximizar seus valores de vazão outorgada para ser negociada. Nesse cenário, os órgãos gestores de recursos hídricos e os comitês de bacia hidrográfica devem estar bem estruturados e capacitados para fazer análises e controles precisos sobre os usos, garantindo credibilidade a esse mercado. Assim, será necessário maior esforço fiscalizatório a fim de coibir usos irregulares, verificar se a vazão captada corresponde à vazão outorgada e verificar se as atividades desenvolvidas correspondem às indicadas na outorga.

É preciso definir um critério justo de divisão das águas entre os usuários da bacia hidrográfica de modo que cada qual tenha acesso ao seu quinhão de água (alocação inicial). Esse critério ainda não está claro na legislação brasileira de recursos hídricos, que privilegia a ordem de chegada dos usuários que solicitam outorga. Em seguida, os usuários outorgados ficariam livres para decidir se desejam manter a vazão atual, se irão adquirir mais direitos de uso de água ou se venderão esses direitos. Outra questão que não é enfrentada pelo projeto é a realocação das outorgas após atingir seu termo. Em tese, o usuário que adquiriu a outorga, caso tenha indeferido seu pedido de renovação, perderia seu direito de uso. Em seguida, o órgão gestor de recursos hídricos deveria outorgar um novo usuário conforme a ordem de prioridades estabelecida nos planos de recursos hídricos. Contudo, o projeto pode regular esta parte especificamente para definir, por exemplo, que esse direito de uso disponível seja ofertado no mercado e os recursos da venda sejam direcionados ao respectivo comitê de bacia.

Quanto aos efeitos no corpo hídrico, caso não haja análise apropriada da disponibilidade hídrica no novo ponto de interferência, a vazão outorgada nesse ponto pode acabar superando a vazão outorgável, prejudicando direitos de terceiros (outros usuários) e a vazão ecológica do curso d'água. Em contextos de estiagem, particularmente, poder-se-á experimentar acirramento de conflitos entre usuários de recursos hídricos, entre esses e entidades de proteção ao meio ambiente e súbitas elevações nos preços das outorgas. Nesse caso, far-se-ia necessária a intervenção e mediação por parte do órgão regulador.

Em bacias hidrográficas bastante saturadas, a implantação do mercado de águas poderia considerar a necessidade de fixação, por regulamento, de cotas da vazão outorgável por uso pretendido, de modo a garantir preços módicos para captações voltadas ao abastecimento humano. Modelo similar foi aplicado na Austrália nos primórdios da implementação dos mercados de água. Na hipótese mencionada, a expansão das redes de abastecimento de água pode se tornar inviável ou muito custosa aos usuários na situação em que o valor da outorga no mercado esteja supervalorada.

A aglomeração de grandes indústrias em pequenas áreas, sem o devido licenciamento ambiental, pode alterar os níveis de poluição do solo, água e ar e afetar a qualidade de vida das populações vizinhas. Deve-se procurar compatibilizar a expansão dessas áreas produtivas com instrumentos de planejamento de uso e ocupação do solo e de zoneamento ambiental. Hartmann (2010) entende que no mercado de água é necessário que se implantem certas restrições referentes à comercialização, a fim de evitar a concentração de poluição nos chamados *hot spots*, bem como para impedir que os direitos de emissão sejam usados, através de abuso de poder econômico, como obstáculos para evitar a entrada de concorrentes no mercado.

Outro efeito esperado é o de que usuários com maior poder aquisitivo, mais bem organizados, tenderão a concentrar mais direitos de uso nas bacias hidrográficas em períodos de escassez. Isso ocorreria porque, embora voluntário o mercado, para agricultores familiares e pequenas indústrias poderá ser mais vantajoso receber recursos da venda dos direitos de uso em vez de produzir e assumir os riscos da estiagem. Quanto maior a escassez, maior será o desincentivo a essas atividades, pois, pela lei da oferta e procura, o valor das outorgas poderá atingir cifras bastante elevadas.

Do ponto de vista operacional, a implantação dos mercados de água demandaria grande esforço institucional dos órgãos reguladores na medição e fiscalização dos usos de recursos hídricos. Isso exige melhor estruturação e organização dos órgãos de recursos hídricos e dos comitês de bacia hidrográfica com vistas a dar confiabilidade ao mercado para garantir que usuários utilizem água de forma irregular, seja captando vazões superiores ao permitido, seja captando água sem outorga.

Considerando o amplo número de matérias que associam o projeto ao Aquífero Guarani, é pertinente um exame dos efeitos que a aprovação do projeto poderia gerar sobre os aquíferos brasileiros.

As águas subterrâneas (ou aquíferos) são de domínio dos estados por força do art. 26, inciso I, da Constituição Federal, portanto sua gestão e regulação é feita pelos órgãos ou entidades estaduais de recursos hídricos, e não pela Agência Nacional de Águas. O inciso II do art. 12 da Lei nº 9.433, de 1997, estabelece que está sujeita a outorga a “extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo”. Em outras palavras, a outorga é a autorização para o uso desse recurso hídrico subterrâneo por parte dos referidos órgãos ou entidades estaduais precedida de análise técnica que avaliará, em termos quantitativos e qualitativos, a demanda e a disponibilidade hídrica no local da extração.

O PLS nº 495, de 2017, em seu art. 6º propõe que o direito de uso outorgado possa “ser cedido entre usuários de recursos hídricos, no âmbito dos mercados de água, desde que atendidos os requisitos estabelecidos nesta Lei e em regulamentos específicos”. Portanto, entende-se que os mercados de água podem ser aplicáveis às captações para uso de água subterrânea e superficial.

Embora cada estado estabeleça sua metodologia para outorga para extração de água subterrânea, pode-se afirmar que a regra geral é que haja uma análise prévia quanto à demanda e disponibilidade de água no aquífero em questão, sendo emitida a outorga somente se houver “saldo” para uma nova captação.

As outorgas de direito de uso de águas subterrâneas devem considerar “critérios que assegurem a gestão integrada das águas, visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e dos corpos de água superficiais a eles interligados”, conforme determina o art. 3º, inciso III, da Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 15, de 11 de janeiro de 2001 (CNRH, 2001).

Por exemplo, a Resolução Adasa nº 1, de 28 de fevereiro de 2011 (ADASA, 2011), estabelece no Distrito Federal metodologia para outorga de água subterrânea, estimando Reserva Total Explotável, que seria o volume de água que poderia ser captado do aquífero sem que houvesse comprometimento da Reserva Permanente do aquífero no longo prazo. No domínio poroso (aquíferos mais superficiais), apenas a fração correspondente à Reserva

Renovável de água pode ser captada, de modo que ano após ano, o volume de água retirado possa ser recuperado pelo próprio ciclo hidrológico.

Na hipótese de estabelecimento de mercados de água subterrânea, nos termos do PLS nº 495, de 2017, os usuários outorgados (e somente esses) poderiam ceder seus direitos de uso para outros usuários dentro da mesma bacia ou sub-bacia hidrográfica, conforme propõe o art. 27-A, que seria introduzido na Lei nº 9.433, de 1997, pelo art. 7º do PLS nº 495, de 2017. Os novos usuários teriam a opção de solicitar outorga para extração de água subterrânea junto ao órgão ou entidade estadual de recursos hídricos ou então buscariam adquirir direitos de uso já concedidos a outros usuários em um mercado de águas. De todo modo, cada acréscimo no volume de água captado teria de passar pelo regulador estadual de recursos hídricos, que, como visto, cuidará para que a Reserva Permanente não seja consumida no longo prazo.

Em uma situação extrema em que as outorgas de águas superficiais tenham alcançado seu limite e estejam cotadas em altos valores nos mercados de água, poderíamos observar migração das fontes de captação para águas subterrâneas, que poderiam apresentar menor custo. Contudo, mesmo nesse caso, o gestor de recursos hídricos poderá administrar esses novos usos valendo-se dos dados de Reserva Renovável e Permanente de seus aquíferos e controlando as outorgas de modo a não comprometer a recarga da Reserva Permanente no longo prazo.

Em conclusão, não se espera que a implementação dos mercados de água traga impactos negativos para os aquíferos brasileiros, pois a outorga a ser transacionada já foi analisada previamente pelo gestor de recursos hídricos, e a nova transação será submetida novamente ao crivo desse ator, a fim de verificar se novo ponto de captação prejudica direito de uso de terceiros, usos prioritários e a vazão ecológica em cursos d'água. Portanto, o nível de controle estabelecido no PLS parece ser suficiente para evitar situações de uso desregrado de águas subterrâneas.

6. CONCLUSÃO

A primeira conclusão que se chega é que não há um modelo mais eficaz do que o outro, ou seja, não é possível fazer comparação em abstrato entre cobrança pelo uso de recursos hídricos e mercados de água. Constatou-se que há espaço para que ambos instrumentos coexistam no Brasil, pois possuem finalidades diferentes. A cobrança poderia ser aplicada como regra geral e os mercados de água como regra específica, em bacias que se revelarem aptas ao bom funcionamento do instrumento de mercado. Contudo, o grau de sucesso no funcionamento dos mercados de água dependerá das características físicas e socioeconômicas da bacia, da segurança jurídica garantida aos participantes e da credibilidade depositada sobre sua gestão.

A cobrança visa estimular o uso racional e levantar recursos financeiros para serem reinvestidos na bacia hidrográfica, enquanto os mercados de água são aplicados para promover a alocação mais eficiente do recurso hídrico. Os mercados de água mostraram-se mais ativos em situações de escassez hídrica e de competição entre usuários, enquanto a cobrança tem sido aplicada nas bacias que seguiram seu rito de implementação, exigindo engajamento e organização de usuários, condições observadas em bacias onde há disputa pelo uso de recursos hídricos.

O sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos tem um enorme potencial para modular o comportamento do usuário de água; mas, para tanto, algumas mudanças devem ser levadas a cabo. Primeiro, deve-se encurtar o percurso de implementação da cobrança, transferindo a competência de definir mecanismos e preços para os conselhos de recursos hídricos, que cobrem áreas mais amplas. As mudanças devem manter os princípios da decisão participativa, mas o processo de cobrança deve ser menos complexo e dentro de uma perspectiva de “opt out” da economia comportamental.

A cobrança pelo uso de água está sendo subutilizada no Brasil, especialmente quando aplicada ao uso agropecuário (principalmente irrigação). Os agricultores devem ter uma participação maior no valor total cobrado na bacia, pagando preços mais significativos individualmente, embora suas atividades possuam menor capacidade contributiva para o sistema. Os exercícios realizados com valores cobrados demonstraram a baixa significância desses valores em face dos custos totais (0,028% para milho e 0,038% para feijão). A

pesquisa respondida por profissionais de recursos hídricos sugere o aumento desse percentual para 1% ou 5% para que se induza a um comportamento de racional de uso da água. A simulação feita para 1% mostrou que o valor cobrado pela água no Brasil ficaria próximo ao praticado no mercado de água chileno no uso agrícola. Elevando-se para 5%, o valor ficou próximo aos valores observados nos mercados de água da Austrália e dos Estados Unidos em tempos de escassez.

A pesquisa também indicou que a metodologia de cobrança de água deve adotar o critério da sazonalidade, com preços diferenciados nas estações seca e chuvosa, aplicar coeficientes de escassez e rever coeficientes redutores associados a práticas sustentáveis, pois em alguns casos eles reduzem a demanda hídrica calculada para 10% do valor real utilizado. O mecanismo de cobrança deve também ser progressivo, conforme porte e natureza da atividade e capacidade de pagamento, dentro e entre setores, a fim de garantir justiça social.

É necessário reformar o sistema de cobrança de água para ampliar a arrecadação e a aplicação de recursos na recuperação ambiental de bacias hidrográficas. O limite legal fixo para os custos administrativos (7,5%) deve ser mudado para um novo sistema, com faixas de limites, entre 10 e 25%, proporcionais à capacidade de arrecadação do comitê. Deve-se avaliar a pertinência e o custo de se manter a gestão descentralizada em um país da grandeza do Brasil.

É essencial que os usuários de água reconheçam o valor da cobrança como uma contribuição financeira que será reinvestida em benefício da bacia hidrográfica onde vivem. A pesquisa mostrou que os recursos devem ser aplicados de forma equivalente em estudos, planos, obras de engenharia e recuperação ambiental. Contudo, pondera-se que devem também ser estabelecidos limites mínimos de aplicação em obras e serviços de saneamento e recuperação hidroambiental.

O êxito nas reformas propostas para o sistema de cobrança brasileiro depende de transparência no processo de negociação, análises técnicas apropriadas e claro conhecimento de que os investimentos em projetos estruturantes se reverterão em benefícios para a bacia hidrográfica e seus usuários. Ações de comunicação e educação ambiental também são fundamentais para catalisar a conscientização dos usuários em relação aos impactos positivos das medidas de recuperação ambiental.

Preservando as bases da PNRH, a reforma proposta poderá integrar o instrumento da cobrança com as necessidades da bacia, com os objetivos do plano de bacia e com a classificação dos corpos de água em classes, observando metas progressivas de melhoria nos índices de quantidade e qualidade da água. Melhores estratégias de gestão da água podem proporcionar melhores padrões econômicos e de qualidade de vida à população.

O Projeto de Lei nº 495, 2017, introduz os mercados de água como uma opção a ser aplicada em situações específicas. Devem ser pesados os prós e contras do projeto. As condições de implementação e de gestão dos mercados de água são fatores cruciais para determinar se serão observados resultados positivos ou negativos na gestão da escassez. Uma boa regulamentação deve evitar burocratizar o processo e atentar-se para possíveis falhas de mercado. Se o projeto se tornar lei, será necessário mapear bacias críticas para executar projetos piloto antes de adotar o modelo em grandes bacias, como a bacia do São Francisco. O modelo desenvolvido para testar bacias hidrográficas propensas ao funcionamento dos mercados de água pode ser importante ferramenta nessa missão, a ser desenvolvida em pesquisas futuras.

Independentemente do instrumento escolhido para lidar com a escassez de água, o mais importante é que não se contamine o debate técnico por divergências políticas e que seja fornecido o maior número de ferramentas para que o Estado possa entregar os melhores resultados da gestão de recursos hídricos aos brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE BACIA HIDROGRÁFICA PEIXE VIVO (AGB PEIXE VIVO). *Desempenho do Plano de Aplicação Plurianual para o ano de 2018*. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: http://agenciapeixe vivo.org.br/wp-content/uploads/2019/01/Gr%C3%A1fico-trimestral_publica_site_2sem_2018.pdf Acesso em 28/05/2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA1). *Atlas da Irrigação – Uso da Água na Agricultura Irrigada*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/> Acesso em 20/07/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos – Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos*. Volume 7. Brasília, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA2). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Relatório Pleno 2017*. Brasília, 2017. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.caf2236b.pdf Acesso em 09/04/2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2018. Relatório Pleno*. Brasília, 2018. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.caf2236b.pdf Acesso em 15/07/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Considerações sobre Valor Econômico da Água na Bacia do Rio São Marcos. Nota Técnica nº 103/GEREG/SOF-ANA*. Brasília, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Histórico Cobrança de 1996 aos dias atuais*. Brasília, 2014. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/cobrancauso/cobranca/HistoricoCobrancaBrasil1996aDiasAtuais.xlsx> Acesso em 12/04/2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas*. Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/manual-de-outorga.pdf> Acesso em 20/07/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Painel Gerencial de Cobrança. Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos – Domínio da União. Histórico de valores cobrados (planilhas)*. Brasília, 2019. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjQ1M2Q1ZjltYzUzNC00NjA4LTk5MWU0tYUwZDI3NDVIMDgwIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9> Acesso em 25/05/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Planejamento Estratégico 2016-2019*. Brasília, 2016. Disponível em: https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-gges/planejamentoestrategico_2016_2019_cartilhaorientacoesgerais.pdf/@@download/file/PlanejamentoEstrategico_2016_2019_CartilhaOrientacoesGerais.pdf Acesso em 14/07/2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 50, de 21 de janeiro de 2015, que estabelece regras e condições de restrição de uso para captações de água*. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/gestao/resolucao-ana-dae-50.pdf> Acesso em 27/07/2019

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). *Instrução Normativa Nº 2 de 11 de outubro de 2006*. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/InstrNormat/IN002_2006.pdf Acesso em 18/07/2019.

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). *Resolução/ADASA nº. 1, de 28 de fevereiro de 2011. Define as disponibilidades hídricas dos aquíferos subterrâneos no território do Distrito Federal*. Brasília, 2011. Disponível em: http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao001_2011.pdf Acesso em 13/07/2019

ALLAN, J. A. *Returns to water in services*. MEWREW, nº 7, SOAS. London, 1996.

AUSTRALIAN BUREAU OF AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS SCIENCES (ABARES). *ABARES water market outlook*. Department of Agriculture and Water Resources. Canberra, 2019. Disponível em:

http://www.agriculture.gov.au/abares/Documents/WaterMarketOutlook_v1.0.0.pdf Acesso em 18/07/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY. *NATIONAL WATER ACCOUNT 2017. Murray-Darlin Basin: Key findings*. Canberra, 2017. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/water/nwa/2017/mdb/index.shtml> Acesso em 08/02/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY. *Recent rainfall, drought and southern Australia's long-term rainfall decline*. Canberra, 2015. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/inside/contacts.shtml?ref=hdr> Acesso em 03/02/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY. *Australian Water Resources Assessment 2012*. Canberra, 2012. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/basin-plan-roll-out/climate-change> Acesso em 07/02/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF METEOROLOGY. *Water in Australia 2016-2017*. Melbourne, 2018. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/water/waterinaustralia/files/Water-in-Australia-2016-17.pdf> Acesso em 25/02/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS (ABS1). *Gross Value of Irrigated Agricultural Production, Australia, year ended 30 June 2017*. Canberra, 2018. Disponível em: <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/4610.0.55.008> Acesso em 07/02/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS (ABS2). *Water Use on Australian Farms, year ended 30 June 2017: Key figures*. Canberra, 2018. Disponível em: <http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mf/4618.0> Acesso em 08/02/2019.

AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS (ABS3). *Water use on Australian farms by Australia, state/territory, NRM and MDB regions, 2016-2017*. Canberra, 2017. Disponível em: <http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/DetailsPage/4618.02016-17?OpenDocument> Acesso em 21/04/2019.

AUSTRALIAN CAPITAL TERRITORY (ACT). *Utilities Water Conservation Measures Approval 2010*. Canberra, 2010. Disponível em: http://www.iconwater.com.au/~/_media/Files/Icon%20Water/Permanent%20Water%20Conservation%20Measures/The%20full%20Scheme%20of%20Water%20Conservation%20Measures.ashx Acesso em 05/02/2019.

AUSTRALIAN DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND WATER RESOURCES (ADAWR). *Australian Water Markets Report 2016-17*. Canberra, 2018. Disponível em: <http://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/water/aust-water-markets-reports#national-overview> Acesso em 27 de janeiro de 2019.

BAUER, C. *The Evolving Water Market in Chile's Maipo River Basin: A Case Study for the Political Economy of Water Markets Project*. Tucson, 2016. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/56d1e36d59827e6585c0b336/t/5805460515d5dbb1ab599b91/1476740618944/Chile-Maipo-Bauer.pdf> Acesso em 30/01/2019.

BJORNKLUND, H. E MCKAY, J. (1998). *Factors Affecting Water Prices in a Rural Water Market: a South Australian Experience*. Water Resources Research, 34 (6). Adelaide, 1998. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/97WR03470> Acesso em 13/04/2018.

BLUM. B. P. M. *La Naturaleza Pública del Agua en el Mercado*. Universidad de Chile. Santiago, 2015.

BONVILLER, S.; PHU, N.; ROZAN, A. *Do water markets bring efficiency? Water market impacts on grape productivity in the Murray-Darling Basin, Australia*. Strasbourg, 2016. Disponível em: http://faere.fr/pub/Conf2016/De-Bonviller_water-markets-efficiency_FAERE2016.pdf Acesso em 20/07/2019.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, 1988.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília, 1997.

BRASIL. *Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas*. Brasília, 2000.

BRASIL. *Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 48, de 21 de março de 2005, que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos*. Brasília, 2005.

BRASIL. *Resolução da Agência Nacional de Águas nº 91, de 26 de novembro de 2018, que estabelecer que o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União para o exercício 2019, realizado com base nos mecanismos e valores definidos pelo CNRH*. Brasília, 2018.

BREWER, J. R.; GLENNON, A. KER; LIBECAP, G. *Presidential Address Water Markets In The West: Prices, Trading, And Contractual Forms*. *Economic Inquiry* 46 (2008): 91–112

BROWN, T. C. *Trends in water market activity and price in the western United States*. Fort Collins, 2006. Disponível em: https://www.fs.fed.us/rm/value/docs/trends_in_water_market_activity.pdf Acesso em 13/04/2018.

BUREAU OF RECLAMATION (2009). *Central Valley Project and State Water Project canal system*. Sacramento, 2009. Disponível em: <https://www.usbr.gov/projects/pdf.php?id=6> Acesso em 03/02/2019.

BUREAU OF RECLAMATION. *Secure Water Act Section 9503(c) Report to Congress Chapter 8: Sacramento and San Joaquin River Basins*. Denver, 2016. Disponível em: <https://www.usbr.gov/climate/secure/docs/2016secure/2016SECUREREport-chapter8.pdf>

CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES (CDWR). *Climate Change Characterization and Analysis in California Water Resources Planning Studies. Final Report*. Sacramento, 2010. Disponível em: http://www.water.ca.gov/climatechange/docs/DWR_CCCStudy_FinalReport_Dec23.pdf Acesso em 07/02/2019.

CALIFORNIA STATE WATER RESOURCES CONTROL BOARD (CSWRCB). *Frequently Asked Questions: Water Rights*. Sacramento, 2019. Disponível em: https://www.waterboards.ca.gov/waterrights/board_info/faqs.html#toc178761080 Acesso em 28/01/2018

CAYAN, D.; TYREE M., DETTINGER, M.; HIDALGO, H; MAURER, T; BROMIRSKI, P; GRAHAM, N; FLICK, R. *Climate Change Scenarios and Sea Level Rise Estimates for the California 2009. Climate Change Scenarios Assessment*. California Energy Commission. California, 2009. Disponível em: <https://www.energy.ca.gov/2009publications/CEC-500-2009-014/CEC-500-2009-014-F.PDF> Acesso em 07/02/2019.

CEARÁ. *Lei nº 16.103, de 2 de setembro de 2016. Cria a tarifa de contingência pelo uso dos recursos hídricos em período de situação crítica de escassez hídrica*. Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/alocacao-de-agua/oficina-escassez-hidrica/legislacao-sobre-escassez-hidrica/ceara/lei-no-16-103-2016-tarifa-contigencia/view> Acesso em 12/07/2019.

CENTRO DEL AGUA PARA ZONAS ÁRIDAS DE LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE (CAZALAC). *Estrategia Regional de Recursos Hídricos por cuenca Región de Coquimbo al 2030*. La Serena, 2015. Disponível em: <http://www.cazalac.org/publico/index.php?id=13> Acesso em 28 de janeiro de 2019.

CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN ZONAS ÁRIDAS (CEAZA). *Boletín Climático CEAZA – Febrero 2019*. Santiago, 2019. Disponível em: <http://boletin.ceazamet.cl/> Acesso em 20/07/2019.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA1). *Informativo Setor Florestal nº 212, agosto 2019*. Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0779552001569002435.pdf> Acesso em 30/08/2019.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA2). *Série de Preços para etanol hidratado combustível. Média de jul/2018 a jul/2019*. Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/series/etanol.aspx?id=103> Acesso em 30/07/2019.

COASE, R.H. *The problem of social Cost*. Journal of Law and Economics, n.3. Virginia, 1960.

CODEVASF; SUDENE; OEA. *Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco – PLANVASF*. Brasília, 1989.

COELHO E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA S. L. *Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água*. Revista Bahia Agríc., v.7, n.1. Cruz das Almas, 2005. Disponível em http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia4_v7n1.pdf Acesso em 12/04/2018.

COMISSION NACIONAL DE RIEGO (CNR). *Análisis estimación del precio privado de los derechos de aprovechamiento de aguas*. Santiago, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Donoso/publication/320068177_Analisis_Estimacion_Del_Precio_Privado_De_Los_Derechos_De_Aprovechamiento_De_Aguas_de_Chile/links/59cbea12a6fdcc451d5ce734/Analisis-Estimacion-Del-Precio-Privado-De-Los-Derechos-De-Aprovechamiento-De-Aguas-de-Chile.pdf Acesso em 18/07/2019.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (CBH-Doce). *Deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011*. Governador Valadares, 2011. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaDoce/RioDoce/Deliberacao_26_Mecanismos_Valores_de_Cobranca_31_03_11.pdf Acesso em 13/04/2018.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (Comitês PCJ1). *Deliberação dos Comitês PCJ nº 021/08, de 12/12/2008*. Piracicaba, 2008. Disponível em: <http://www.comitespcj.org.br/images/Download/DelibComitesPCJ021-08.pdf> Acesso em 13/04/2018.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (Comitês PCJ2). *Deliberação dos Comitês PCJ no 160/12, de 14/12/2012*. Piracicaba, 2012. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Legislacao/Deliberacao_PCJ_nr_160e211.pdf Acesso em 13/04/2018.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP3). *Deliberação CEIVAP nº 218/2014*. Resende, 2018. Disponível em: <http://ceivap.org.br/deliberacao/2014/deliberacao-ceivap-218.pdf> Acesso em 13/04/2018.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP1). *Relatório de Acompanhamento do Plano de Aplicação Plurianual 2017-2020*. Resende, 2019. Disponível em: <http://www.sigaceivap.org.br:8080/ceivap-gepro/relatorios/recursosPap.html?anoInicio=2017&anoFim=2020&codComitePap=1&mostrarRelatorios=true> Acesso em 13/07/2019.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP2). *Relatórios do PAP Online - Projetos no Mapa*. Resende, 2019. Disponível em: <http://sigaceivap.org.br/projetos> Acesso em 13/07/2019.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF1). *Deliberação CBHSF nº 94, de 25 de agosto de 2017, que atualiza, estabelece mecanismos e sugere novos valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco*. Brasília, 2017. Disponível em: http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=2337 Acesso em 25/05/2019.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF2). *Deliberação CBHSF nº 96, de 07 de dezembro de 2017, atualiza o Plano de Aplicação*

Plurianual – PAP referente ao período 2016 a 2018 e prorroga a vigência para o período 2018 a 2020. Paulo Afonso, 2017. Disponível em: http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=2532 Acesso em 27/05/2019.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF3). *Deliberação CBHSF nº 94, de 25 de agosto de 2017.* Belo Horizonte, 2017. Disponível em: http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/download/DELIBERACOES/deliberacoes_do_ano_de_2017/DELIBERACCA7ACC830-CBHSF-No-94-2017-METODOLOGIA-DE-COBRANCCCA7A-E-PPU-PARA-A-BHSF.PDF

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB1). *Preços de Mercado de Produtos Agropecuários. Preços médios mensais: arroz, feijão, milho, soja, cana-de-açúcar, batata, tomate, uva e manga. Período 2016-2019.* Brasília, 2019. Disponível em: <http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/> Acesso em 20/07/2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB2). *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2018-2019. Décimo Levantamento.* Brasília, 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/27148_784c4d4368c35979df1ea007136999ae Acesso em 20/07/2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB3). *Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar 2019-2020. Segundo Levantamento.* Brasília, 2019. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/27148_784c4d4368c35979df1ea007136999ae Acesso em 30/08/2019

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). *Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001, que estabelece diretrizes gerais para a gestão das águas subterrâneas.* Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/aguas-subterraneas/61-resolucao-n-15-de-11-de-janeiro-de-2001/file> Acesso em 20/07/2019.

CHONG, H.; SUNDING, D. *Water markets and trading.* Annual Review of Environment and Resources, Cornell University. Disponível em: <https://scholarship.sha.cornell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1284&context=articles> Acesso em 13/04/2018.

CHRISTOFIDIS, D. *Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil.* CDS – UnB. Brasília, 1999.

CULP, P. W., et al. *Shopping for Water: How the Market Can Mitigate Water Shortages in the American West.* Island Press. United States, 2014. Disponível em:

http://www.hamiltonproject.org/assets/files/how_the_market_can_mitigate_water_shortage_in_west.pdf Acesso em 13/04/2018.

DEBAERE, P.; RICHTER, B. D.; DAVIS, K. F.; DUVALL, M. S.; GEPHART, J. A.; O'BANNON, C. E.; PELNIK, C.; POWELL E. M.; SMITH, T. W. *Water markets as a response to scarcity*. Water Policy, 16(4), IWA Publishing. Charlottesville, 2014.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). *Atlas del Agua - Chile 2016*. Santiago, 2016. Disponível em: <http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26705/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 08/02/2019.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA1). *Diagnostico y Clasificacion de los Cursos y Cuerpos de Agua Segun Objetivos de Calidad: Cuenca del Rio Limarí*. Santiago, 2004. Disponível em: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Limari.pdf> Acesso em 05/02/2019.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA2). *Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo. TOMO I – Informe Parte 1*. Santiago, 2013. Disponível em: <http://documentos.dga.cl/ADM5443v1.pdf> Acesso em 08/02/2019

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA2). *Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo. TOMO II – Informe Parte 2*. Santiago, 2013. Disponível em: <http://documentos.dga.cl/ADM5443v2.pdf> Acesso em 23/02/2019

FARGHER, W. *Responding to scarcity: Lessons from Australian water markets in supporting agricultural productivity during drought*. OECD. Austrália, 2014.

FINKLER N. R.; MENDES L. A.; BORTOLIN T. A.; SCHNEIDER V. E. *Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica*. Curitiba, 2015. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/made/article/download/36413/25134> Acesso em 13/04/2018.

FRANÇA. *Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques*. Paris, 2006. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171&dateTexte=> Acesso em 12/04/2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) OF THE UNITED NATIONS. *Irrigation water requirement and water withdrawal by country*. FAO Aquastat Reports. Rome, 2012.

FOLHA DE SÃO PAULO (FOLHA). *Agência federal propõe criação de um 'mercado da água' no Brasil*. Autores: Geraque E.; Lobel, F. Série: Crise da Água. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/11/1703592-agencia-federal-propoe-criacao-de-um-mercado-da-agua-no-brasil.shtml>

G1. *Seca no DF: sem água, agricultores têm perdas de até 90% na produção*. Brasília, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/seca-no-df-sem-agua-agricultores-tem-perdas-de-ate-90-na-producao.ghtml> Acesso em 27/07/2019.

GARCIA, M. F. P. D. *O lugar do direito na proteção do ambiente*. Coimbra: Almedina, 2007.

GOMÉZ, R. F. *El Estado de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Chile: Estudio de casos em la cuenca del río Limarí*. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) e Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, 2013. Disponível em: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/125651/rfg1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 13/04/2018.

GOULBURN-MURRAY WATER. *Goulburn-Murray Water Region Map*. Melbourne, 2018. Disponível em: <https://www.g-mwater.com.au/about/regionalmap> Acesso em 25/02/2019.

GRAFTON R. Q., LIBECAPY G., McGLENNONZ S., LANDRYJJ C., O'BRIEN, B. *An Integrated Assessment of Water Markets: A Cross-Country Comparison*. Oxford University. England, 2011. Disponível em: http://gradwater.oregonstate.edu/sites/gradwater.oregonstate.edu/files/Readings/reep_water_markets_grafton_et_al.pdf Acesso em 13/04/2018.

GRIFFIN, R.; BOADU, F. *Water marketing in Texas: opportunities for reform*. Natural Resources Journal 32, 265–288. Local, 1992.

GVCES. *Estudo de Aplicação de Instrumentos Econômicos à Gestão dos Recursos Hídricos em Situações Críticas: Sumário Para Tomadores de Decisão*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes/original/gvces-instrumentos-economicos-na-gestao-de-recusos-hidricos-2017.pdf> Acesso em 02/07/2019.

HAGERTY, N. *Liquid Constrained in California: Estimating the Potential Gains from Water Markets*. Berkeley, 2019. Disponível em: <https://economics.mit.edu/files/14178> Acesso em 20/07/2019.

HARDIN, G. *The Tragedy of the Commons*. Science, New Series, Vol. 162, No. 3859. American Association for the Advancement of Science. New York, 1968. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/1724745?origin=JSTOR-pdf&seq=1#page_scan_tab_contents Acesso em 30/03/2018.

HARTMANN, P. *A Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento Econômico na Política Ambiental. Estudo Comparativo e Avaliação Econômica dos Modelos de Cobrança pelo Uso da Água Bruta Propostos e implementados no Brasil*. AEBA. Porto Alegre, 2010.

HORTIFRUTI BRASIL (HFBR). *Anuário 2016-2017 do Setor de Hortifruti*. Centro Avançado de Estudos em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (CEPEA/USP). Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/retrospectiva-2016-perspectivas-2017.aspx> Acesso em 20/07/2019.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). *Recomendação Técnica do Centro de Frutas para Manga e Uva*. Campinas, 2019. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas.php> Acesso em 20/07/2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Contas Nacionais Trimestrais - 4º Trimestre de 2017*. Coordenação de Contas Nacionais. Brasília, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Projeção de População do Brasil 2013*. Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/notatecnica.html> Acesso em 03/04/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Tabela 1612 – Área Plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. Referência ano 2017*. Brasília, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612#resultado> Acesso em 12/07/2019.

INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS (IFAG). *Estimativa de Custo de Produção de Feijão Irrigado (terra própria), maio/2019*. Goiânia, 2019. Disponível em: <http://ifag.org.br/custos-de-producao> Acesso em 12/07/2019.

INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE (IIC). *Temas prioritários para uma Política Nacional de Recursos Hídricos. Comisión de Aguas*. Santiago, 2011. Disponível em: <http://documentos.dga.cl/REH5332.pdf> Acesso em 08/02/2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). *Cambios estructurales en la agricultura chilena. Análisis inter censal 1976-1997-2007, Gobierno de Chile*. Santiago, 2009.

INSTITUTE FOR TECHNOLOGY AND RESOURCES MANAGEMENT IN THE TROPICS AND SUBTROPICS (ITT). *Limari Catchment, Chile Physical Features*. Santiago, 2013. Disponível em: <http://www.hidro-limari.info/es/la-cuenca-del-rio-limari/entorno-natural> Acesso em 13/04/2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento Instituto Trata Brasil 2018*. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf> Acesso em 20/07/2019.

INVESTING. *US Dollar Brazil Real (USD/BRL) Historical Data*. Média jul/2014 a jul/2019. Madrid, 2019. Disponível em: <https://www.investing.com/currencies/usd-brl-historical-data> Acesso em 17/07/2019.

JOURALEV, A. S. *Integrating Equity, Efficiency and Environment in the Water Allocation Reform*. Presentation at the International Seminar Water Rights Development in China. Santiago, 2005.

KAUFFMAN, E. *Atlas of the Biodiversity of California: Climate and Topography. A remarkable geography*. Sacramento, 2003. Disponível em: https://www.sandiegounified.org/schools/sites/default/files_link/schools/files/Domain/7724/climates%20and%20topography%20ca.pdf Acesso em 05/02/2019.

LAGO, M., MYSIK, J., GÓMEZ, C.M., DELACÁMARA, G., MAZIOTIS, A. *Use of Economic Instruments in Water Policy: Insights from International Experience*. Ed. Springer. 2015.

LEE T. R., JOURAVLEV A. S. *Prices, Property and Markets in Water Allocation*. UN-CEPAL. Santiago, 1998

MADDOCKS, A.; PARKER, A. *Australia's Water Markets Succeeding, Yet Severe Challenges Loom*. Washington, 2013. Disponível em:

<http://www.circleofblue.org/2013/world/map-30-years-of-trading-water-in-australia/>

Acesso em 13/04/2018.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. *Seleção de Sistemas de Irrigação para Hortaliças*. Brasília, 1998.

MAY, P.; LUSTOSA, M.; VINHA, V. *Economia do meio ambiente*. Elsevier Brasil, 2010.

MINISTERIO DE AGRICULTURA DE CHILE. *Estudio básico: “Diagnóstico para desarrollar Plan de riego en cuenca de Limar”*. Santiago, 2016. Disponível em: https://www.cnr.gov.cl/DivisionDeEstudios/Documents/7_IF%20PGR%20Cuenca%20Limar%C3%AD.pdf Acesso em 28/01/2019.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DE CHILE (MOP). *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2025*. Santiago, 2012. Disponível em: https://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf Acesso em 10/02/2019.

MURRAY-DARLING BASIN AUTHORITY (MDBA1). *Basin Plan roll-out*. Canberra, 2019. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/basin-plan-roll-out> Acesso em 28 de janeiro de 2019.

MURRAY-DARLING BASIN AUTHORITY (MDBA2). *Discover the basin, Landscape, Climate*. Canberra, 2019. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/discover-basin/landscape/climate> Acesso em 03/02/2019.

MURRAY-DARLING BASIN AUTHORITY (MDBA). *Basin Plan annual report 2015–16*. Canberra, 2016. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/publications/mdba-reports/basin-plan-annual-report-2015-16> Acesso em 07/02/2019.

MURRUMBIDGEE IRRIGATION. *Fact sheets: MIA System Information*. Leeton, 2018. Disponível em: <https://www.mirrigation.com.au/Learning-Centre/Fact-Sheets> Acesso em 30/01/2019

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). *U. S. Climate Atlas: Average Annual Precipitation Based on 1981-2010 Normals Annual*. Asheville, 2019. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/climateatlas/> Acesso em 07/02/2019.

NATIONAL WATER COMMISSION (NWC). *The impacts of water trading in the southern Murray–Darling Basin: an economic, social and environmental assessment*. Canberra, 2010.

NATIONAL WATER COMMISSION (NWC). *Water markets in Australia: a short story*. Canberra, 2011. Disponível em: <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2011/12/apo-nid27438-1224671.pdf> Acesso em 18/07/2019.

NEWLIN, B. D., M. W. JENKINS, LUND J. R.; HOWITT R. E. *Southern California Water Markets: Potential and Limitations*. Journal of Water Resources Planning And Management (2002) : 21-32

NULL S., VIERS J. *In bad waters - water year classification in nonstationary climates*. Water Resources Research. California, 2013. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wrcr.20097> Acesso em 07/02/2019.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). *Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil: Caminhos a seguir*. Paris, 2017. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/cobrancas-pelo-uso-de-recursos-hidricos-no-brasil_9789264288423-pt Acesso em 12/07/2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*. Paris, 2015. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/governance/governanca-dos-recursos-hidricos-no-brasil_9789264238169-pt#page4 Acesso em 14/07/2019.

PEIXOTO, G. C. C. *Análise Econômica do Direito Ambiental: aplicação das teorias de Pigou e Coase*. Revista Direito e Liberdade. Natal, 2013. Disponível em: http://www.esmarn.tjrj.jus.br/revistas/index.php/revista_direito_e_liberdade/article/viewFile/551/523 Acesso 02/04/2018.

PEREIRA, G. *Desenvolvimento de Um Procedimento para Avaliação de Superfícies Irrigadas por Meio de Imagens de Satélite para Fiscalização de Outorga*. PTARH-UnB. Brasília, 2017. Acesso em 12/04/2018.

PIGOU, A. C. *The Economics of Welfare*. Londres: Macmillan, 1920. Disponível em: http://files.libertyfund.org/files/1410/Pigou_0316.pdf Acesso em 30 de março de 2018.

PUBLIC POLICY INSTITUTE OF CALIFORNIA (PPIC). *California's Future: Water*. San Francisco, 2019. Disponível em: <https://www.ppic.org/wp-content/uploads/californias-future-water-january-2019.pdf> Acesso em 30/01/2019

PUBLIC POLICY INSTITUTE OF CALIFORNIA (PPIC). *California Water Today. Report 211, Chapter 2*. San Francisco, 2011. Disponível em: https://www.ppic.org/content/pubs/report/R_211EHChapter2R.pdf Acesso em 03/02/2019

PUBLIC POLICY INSTITUTE OF CALIFORNIA (PPIC). *Water Stress and a Changing San Joaquin Valley*. San Francisco, 2017. Disponível em: https://www.ppic.org/content/pubs/report/R_0317EHR.pdf Acesso em 29/01/2019.

REUTERS. *California governor orders 25 percent reduction in water usage statewide*. Sacramento, 2015. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-usa-drought-california/california-governor-orders-25-percent-reduction-in-water-usage-statewide-idUSKBN0MS55W20150401> Acesso em 07/02/2019.

RODRIGUES L. N.; RAMOS M. M.; PRUSKI F. F.; SILVA D. D.; SILVEIRA S. F. R. *Análise de Desempenho da Irrigação em Áreas da Bacia do Rio São Francisco*. Projeto ONU/OEA/ANA. Viçosa, 2003. Disponível em: www.cpac.embrapa.br/baixar/924/t Acesso em 02/04/2018.

SCHAIBLE, G. D., AILLERY, M. P. *Challenges for US Irrigated Agriculture in the Face of Emerging Demands and Climate Change*. Washington, 2017. Disponível em: <http://scitechconnect.elsevier.com/wp-content/uploads/2017/01/Challenges-for-US-Irrigated-Agriculture-in-the-Face-of-Emerging-Demands-and-Climate-Change.pdf> Acesso em 13/04/2018.

SECRETARIA DE AGRICULTURA DO DISTRITO FEDERAL (SEAGRI). *Decreto nº 37.976, de 24 de janeiro de 2017, que decreta situação de emergência e determina restrições para o uso de água no Distrito Federal*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.seagri.df.gov.br/decreto-no-37-976-de-24-de-janeiro-de-2017> Acesso em 27/07/2019.

SENADO. *Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017, que altera a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para introduzir os mercados de água como instrumento destinado a promover alocação mais eficiente dos recursos hídricos*. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/131906> Acesso em 19/07/2019.

SERÔA DA MOTTA, R. *Utilizando Critérios Econômicos para a Valorização da Água no Brasil. (Estudo integrante do Projeto Planagua de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, SEMA-GTZ)*. Rio de Janeiro, 1997.

SOUZA FILHO, F. A.; PORTO, L. L. *Mercado de Água e o Estado: Lições da Teoria dos Jogos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol. 13 n.4. Porto Alegre, 2008. Disponível em:

http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/1989/1/2008_art_fasouzafilho_Mercado_de_agua.pdf Acesso em 02/04/2018.

TESTEZLAF, R. *Irrigação: métodos, sistemas e aplicações*. FEAGRI. Campinas, 2017. Disponível em: www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=74329 Acesso em 02/04/2018.

TIMBAL, B. *Murray Basin Cluster Report, Climate Change in Australia Projections for Australia's Natural Resource Management Regions: Cluster Reports*. Editores: Ekström, M et al., CSIRO and Australian Bureau of Meteorology. Australia, 2015. Disponível em: <https://www.climatechangeinaustralia.gov.au/en/climate-projections/future-climate/regional-climate-change-explorer/clusters/?current=MBC&popup=true&tooltip=true> Acesso em 07/02/2019.

UNITED NATIONS (UN). *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development*. International Conference on Water and the Environment. Dublin, 1992. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html>

UNITED NATIONS (UN). *Resolution 64/292. The human right to water and sanitation*. General Assembly of United Nations, 64th Session. New York, 2010. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292 Acesso em 21/03/2018.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Farm and Ranch Irrigation Survey*. Washington, 2014. Disponível em: https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2012/Online_Resources/Farm_and_Ranch_Irrigation_Survey/fris13.pdf Acesso em 18/07/2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Economic Research Service using USDA, National Agricultural Statistics Service, 2012. Census of Agriculture, State data*. Washington, 2012. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/farm-practices-management/irrigation-water-use/#where> Acesso em 20/07/2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). *The Central Valley: San Joaquin Basin: Valley Facts*. California Water Science Center. California, 2017. Disponível em: <https://ca.water.usgs.gov/projects/central-valley/san-joaquin-basin.html> Acesso em 08/02/2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). *Estimated Use of Water in the United States in 2015 Circular 1441. Water Availability and Use Science Program*. Virginia, 2018. Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/cir1441> Acesso em 08/02/2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS1). *Estimated Use of Water in the United States in 2015 Circular 1441. Water Availability and Use Science Program*. Virginia, 2018. Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/cir1441> Acesso em 08/02/2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS2). *Estimated Use of Water in the United States County-Level Data for 2015 (ver. 2.0, June 2018)*. Virginia, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5066/F7TB15V5> Acesso em 10/02/2019.

VICUÑA, S.; MCPHEE, J.; GARREAUD, R. *Agriculture Vulnerability to Climate Change in a Snowmelt-Driven Basin in Semiarid Chile*. *Journal of Water Resources Planning and Management*. Santiago, 2012. Disponível em: <http://dgf.uchile.cl/rene/PUBS/vulnerASCE.pdf> Acesso em 07/02/2019.

WESTWATER RESEARCH (WR). *The Value of Irrigated Agriculture in the Western States*. 2015. Disponível em: <http://www.waterexchange.com/wp-content/uploads/2015/10/15-0917-WWInsider-1pg-fnlLO-RES1.pdf> Acesso em 13/04/2018.

WESTWATER RESEARCH (WR). *Water Market Outlook 2017*. Boise, 2017. Disponível em: http://www.waterexchange.com/wp-content/uploads/2017/01/WMI_2016Q2_011117.pdf Acesso em 13/04/2018.

WHITE, S. B.; BIERNAT, J., DUFFY, K., KAVALAR, M. H., KORT, W. E., NAUMES, J. S., SLEZAK, M. R.; STOFFEL, C. R. *Water markets of the United States and the world: A strategic analysis for the Milwaukee water council*. University of Wisconsin-Milwaukee School of Continuing Education. Milwaukee, 2010. Disponível em: <https://thewatercouncil.com/wp-content/uploads/2015/08/EDA-Report.pdf> Acesso em 03/04/2018.

WORLD BANK. *Chile: Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos*. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Región para América Latina y el Caribe. Santiago, 2011. Disponível em: http://www.dga.cl/eventos/Diagnostico%20gestion%20de%20recursos%20hidricos%20en%20Chile_Banco%20Mundial.pdf Acesso em 15/07/2019.

APÊNDICES

A – Fatores de Aptidão ao Mercado de Águas

Tabela A. Fatores de Aptidão os Mercados de Água e Amplitude de Pontuação

| FATORES DE APTIDÃO AOS MERCADOS DE ÁGUA | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
|---|--------------------------|
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | 1-5 |
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água predominante na bacia | 1-5 |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | 1-5 |
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | 1-5 |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | 1-5 |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | 1-5 |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | 1-5 |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | 1-5 |
| TOTAL | 8-40 |

B – Detalhamento Fatores de Aptidão aos Mercados de Água, Situações e Pontuação

Tabela B. Fatores de Aptidão aos Mercados de Água, Situações e Pontuação

| | |
|---|--------------------------|
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
| Situação 1 – há competição, mais de 75% dos usuários possuem outorga e medição da vazão captada | 5 |
| Situação 2 – há competição, mais de 50% dos usuários possuem outorga e medição da vazão captada | 4 |
| Situação 3 – há competição, mais de 50% dos usuários possuem outorga e menos de 50% realizam medição | 3 |
| Situação 4 – há competição, até 50% dos usuários possuem outorga e medição indiferente | 2 |
| Situação 5 – não há competição, até 50% dos usuários possuem outorga e medição indiferente | 1 |
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água importante na bacia | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
| Situação 1 – consumo de água com irrigação 80-100% | 5 |
| Situação 2 – consumo de água com irrigação 60-80% | 4 |
| Situação 3 – consumo de água com irrigação 40-60% | 3 |
| Situação 4 – consumo de água com irrigação 20-40% | 2 |
| Situação 5 – consumo de água com irrigação 0-20% | 1 |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
| Situação 1 – fruticultura, horticultura e culturas de alto valor cobrem mais de 30% da área irrigada na bacia | 5 |
| Situação 2 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 15-30% da área total irrigada na bacia | 4 |
| Situação 3 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 10-15% da área irrigada na bacia | 3 |
| Situação 4 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 5-10% da área irrigada na bacia | 2 |

| | |
|---|--------------------------|
| Situação 5 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 0-5% da área irrigada na bacia | 1 |
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
| Situação 1 – Clima árido ou semiárido predominante, mudanças climáticas indicam de redução das precipitações, pelo menos 3 anos de seca nos últimos 15 anos, com ações do governo para mitigar a escassez de água. | 5 |
| Situação 2 – Clima árido ou semiárido predominante, mudanças climáticas indicam de redução das precipitações, pelo menos 3 anos de seca nos últimos 30 anos, com ou sem ações do governo para mitigar a escassez de água. | 4 |
| Situação 3 – Clima indiferente, mudanças climáticas indiferentes, pelo menos 3 anos com escassez de água nos últimos 15 anos, com ações do governo para mitigar a escassez de água. | 3 |
| Situação 4 – Clima indiferente, mudanças climáticas indiferentes, pelo menos 3 anos com escassez de água nos últimos 30 anos, com ou sem ações do governo para mitigar a escassez de água. | 2 |
| Situação 5 – Clima indiferente, mudanças climáticas indiferentes, menos de 3 anos com escassez de água nos últimos 30 anos, com ou sem ações do governo para mitigar a escassez de água. | 1 |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
| Situação 1 – capacidade máxima de reservação de água maior que 20 milhões de m ³ e mais de 1.000 km de canais | 5 |
| Situação 2 – capacidade máxima de reservação de água maior que 20 milhões de m ³ e menos de 1.000 km de canais | 4 |
| Situação 3 – capacidade máxima de reservação de água entre 2 e 20 milhões de m ³ e mais de 1.000 km de canais | 3 |
| Situação 4 – capacidade máxima de reservação de água entre 2 e 20 milhões de m ³ e menos de 1.000 km de canais | 2 |
| Situação 5 – capacidade máxima de reservação de água inferior a 2 milhões de m ³ , dimensão dos canais indiferente | 1 |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | PONTUAÇÃO (1 a 5) |

| | |
|--|--------------------------|
| Situação 1 – existem comitês de bacia hidrográfica ou similares, em associação com empresas de abastecimento rural, com competência para gestão de sistemas de reservatórios e canais para abastecimento de água | 5 |
| Situação 2 – existem comitês de bacia hidrográficas ou similares com competência para gestão de sistemas de reservatórios e canais para abastecimento de água | 4 |
| Situação 3 – existem comitês de bacia hidrográficas ou similares sem competência para gestão de sistemas de reservatórios e canais para abastecimento de água | 3 |
| Situação 4 – existem organizações da sociedade civil relacionadas a recursos hídricos, mas não comitês de bacia hidrográfica ou similares | 2 |
| Situação 5 – inexistem organizações da sociedade civil relacionadas a recursos hídricos | 1 |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
| Situação 1 – legislação de recursos hídricos disciplina os mercados de água, com segurança jurídica, plano de bacia hidrográfica contém diagnóstico da bacia, estudos hidrológicos, dos usos de recursos hídricos e diretrizes para funcionamento dos mercados de água | 5 |
| Situação 2 – legislação de recursos hídricos disciplina os mercados de água, plano de bacia hidrográfica contém diagnóstico da bacia, estudos hidrológicos, dos usos de recursos hídricos, mas não traça diretrizes para funcionamento dos mercados de água | 4 |
| Situação 3 – legislação de recursos hídricos disciplina mercados de água, mas não há plano de bacia hidrográfica | 3 |
| Situação 4 – legislação de recursos hídricos não trata de mercados de água, plano de bacia hidrográfica contém diagnóstico da bacia, estudos hidrológicos, dos usos de recursos hídricos | 2 |
| Situação 5 – legislação de recursos hídricos não trata de mercados de água, não há plano de bacia hidrográfica | 1 |

| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | PONTUAÇÃO (1 a 5) |
|---|--------------------------|
| Situação 1 – pena privativa de liberdade e valor máximo da multa superior a R\$ 1.000.000 | 5 |
| Situação 2 – pena privativa de liberdade e valor máximo da multa inferior a R\$ 1.000.000 | 4 |
| Situação 3 – não há pena privativa de liberdade e valor máximo da multa superior a R\$ 500.000 | 3 |
| Situação 4 – não há pena privativa de liberdade e valor máximo da multa entre R\$ 100.000-R\$ 500.000 | 2 |
| Situação 5 – não há pena privativa de liberdade e valor máximo da multa inferior a R\$ 100.000 | 1 |

C – Testes de Aptidão ao Mercado de Águas com as Bacias Hidrográficas do Murray-Darling (Austrália), Limarí (Chile) e San Joaquin (Estados Unidos)

Tabela C. Aplicação de Testes de Aptidão ao Mercado de Águas com as Bacias Hidrográficas do Murray-Darling (Austrália), Limarí (Chile) e San Joaquin (Estados Unidos) com base nas informações levantadas no Capítulo 5.1 deste trabalho.

| TESTE DE APTIDÃO AOS MERCADOS DE ÁGUA - MURRAY-DARLING (AUSTRÁLIA) | | PONTUAÇÃO (0 a 5) |
|---|--|--------------------------|
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | | 5 |
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água predominante na bacia | | 5 |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | | 3 |
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | | 5 |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | | 5 |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | | 5 |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | | 5 |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | | 5 |
| TOTAL | | 38 |
| RESULTADO DO TESTE | | |
| PONTUAÇÃO < 20 | INAPTA AOS MERCADOS DE ÁGUA | |
| PONTUAÇÃO 20-25 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MUITOS AJUSTES | |
| PONTUAÇÃO 25-30 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MÉDIOS AJUSTES | |
| PONTUAÇÃO 30-35 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM POUCOS AJUSTES | |

| | |
|---|--|
| PONTUAÇÃO 35-40 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA |
| TESTE DE APTIDÃO AOS MERCADOS DE ÁGUA - LIMARÍ (CHILE) | |
| | PONTUAÇÃO (0 a 5) |
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | 3 |
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água predominante na bacia | 5 |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | 5 |
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | 5 |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | 5 |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | 4 |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | 4 |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | 5 |
| TOTAL | 36 |
| RESULTADO DO TESTE | |
| PONTUAÇÃO < 20 | INAPTA AOS MERCADOS DE ÁGUA |
| PONTUAÇÃO 20-25 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MUITOS AJUSTES |
| PONTUAÇÃO 25-30 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MÉDIOS AJUSTES |
| PONTUAÇÃO 30-35 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM POUCOS AJUSTES |
| PONTUAÇÃO 35-40 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA |
| TESTE DE APTIDÃO AOS MERCADOS DE ÁGUA - SAN JOAQUIN (ESTADOS UNIDOS) | |
| | PONTUAÇÃO (0 a 5) |
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | 5 |

| | |
|---|--|
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água predominante na bacia | 4 |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | 5 |
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | 5 |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | 5 |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | 4 |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | 4 |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | 4 |
| TOTAL | 36 |
| RESULTADO DO TESTE | |
| PONTUAÇÃO < 20 | INAPTA AOS MERCADOS DE ÁGUA |
| PONTUAÇÃO 20-25 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MUITOS AJUSTES |
| PONTUAÇÃO 25-30 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MÉDIOS AJUSTES |
| PONTUAÇÃO 30-35 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM POUCOS AJUSTES |
| PONTUAÇÃO 35-40 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA |

D – Resultados Questionário sobre Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

Tabela D. Resultados Questionário sobre Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos (9 questões)

| Questão 1 - Na sua opinião, a cobrança pelo uso de recursos hídricos: | Respostas Brasileiros | Percentual |
|---|--------------------------|------------|
| Tem sido efetiva para induzir o uso racional e para levantar recursos financeiros a serem aplicados na bacia hidrográfica | 3 | 23% |
| Tem sido efetiva para induzir o uso racional, mas não para levantar recursos financeiros a serem aplicados na bacia hidrográfica | 1 | 8% |
| Não tem sido efetiva para induzir o uso racional, mas sim para levantar recursos financeiros a serem aplicados na bacia hidrográfica | 1 | 8% |
| Não tem sido efetiva para induzir o uso racional, nem para levantar recursos financeiros a serem aplicados na bacia hidrográfica | 7 | 54% |
| Outros: O participante nº 17 indica que em alguns casos tem sido efetiva para levantar recursos, porém o problema é o passivo ambiental pré-existente em muitas bacias hidrográficas. Pondera que faltam estrutura administrativa compatível, principalmente nos estados, e melhores critérios de outorga para que esse instrumento possa induzir o uso racional. | 1 | 8% |
| Questão 2 - As metas de enquadramento dos corpos hídricos em classes estabelecidas em uma bacia hidrográfica: | Respostas Brasileiros | Percentual |
| Devem ser cumpridas por meio de intervenções financiadas com recursos privados da cobrança pelo uso de recursos hídricos | 8 | 44% |
| Devem ser cumpridas por meio de intervenções financiadas com recursos do poder público | 1 | 6% |

| | | |
|--|----------------------------------|-------------------|
| Devem ser atingidas por meio da mudança de comportamento dos usuários de água da bacia | 6 | 33% |
| Deveriam deixar de ser aplicadas no País, em razão da insuficiência de recursos para reverter situações de degradação de algumas bacias hidrográficas | 0 | 0% |
| Outros | 3 | 17% |
| OBS: O participante nº 3 expressou como resposta uma combinação das três primeiras alternativas. Já o participante nº 7 manifestou que as metas de enquadramento “devem servir de balizamento para uma série de ações coordenadas. A cobrança pode contribuir, mas não é razoável supor que deva financiar todo alcance do enquadramento”. O participante nº 17 expressou que as metas devem ser cumpridas com recursos da cobrança e do setor privado, exigindo esforços de todos os setores. | | |
| Questão 3 - Os recursos arrecadados a título de cobrança pelo uso de recursos hídricos: | Respostas Brasileiros | Percentual |
| Devem ser aplicados predominantemente em obras e serviços de engenharia mediante construção de estações de tratamento de efluentes, obras de infraestrutura hídrica e recuperação de áreas degradadas, a fim de reverter quadros de degradação ambiental na bacia hidrográfica e atingir metas de enquadramento para corpos hídricos | 1 | 7% |
| Devem ser aplicados de forma equivalente em obras e serviços estruturantes e em estudos, planos e eventos estratégicos | 8 | 57% |
| Devem ser aplicados predominantemente em estudos, planos e eventos estratégicos, de modo que investimentos em obras e serviços estruturantes devem ficar exclusivamente a cargo do poder público | 0 | 0% |
| Devem ser aplicados predominantemente em estudos, planos e eventos estratégicos, de modo que apenas pequenas obras e serviços estruturantes fiquem a cargo do comitê | 0 | 0% |
| Outros | 5 | 36% |

OBS: O participante nº 3 opinou que “os recursos devem ser aplicados em ações efetivas, que façam a diferença na bacia/estado. Evitar pulverizações”. O participante nº 6 argumentou que “apesar de considerar que devem ser aplicados em intervenções, atualmente o custo irrisório da água não permite esse tipo de aplicação na maior parte das bacias hidrográficas”. O participante nº 7 recomendou que os recursos da cobrança “devem ser aplicados prioritariamente na operacionalização dos instrumentos de gestão” O participante nº 14 ponderou que “é importante observar cada caso, verificando o potencial de investimento de cada comitê de bacia”. O participante nº 17 destacou que processo de formação e informação em uma bacia hidrográfica também é vital para que o investimento em obras e serviços estruturantes tenham a compreensão e o acompanhamento da sociedade.

| Questão 4 - Eventuais ajustes nos Preços Públicos Unitários (PPUs) e nas equações de cobrança para indução do uso racional da água deveriam: | Respostas Brasileiros | Percentual |
|---|-----------------------|------------|
| Aumentar os PPUs e excluir coeficientes redutores nas equações de cobrança aplicáveis a práticas sustentáveis | 2 | 13% |
| Aumentar os PPUs e manter coeficientes redutores nas equações de cobrança aplicáveis a práticas sustentáveis | 9 | 60% |
| Manter os PPUs e excluir coeficientes redutores aplicáveis a práticas sustentáveis | 2 | 13% |
| Não deveriam ser alterados, pois os valores cobrados estão adequados e não há necessidade de ajustes nos PPUs e nas equações de cobrança | 0 | 0% |
| Outros | 2 | 13% |

OBS: O participante nº 6 discorreu que “apesar de acreditar que os coeficientes redutores sejam necessários, cabe atribuir ao PPU um custo adequado que realmente seja suficiente para induzir uma alteração no comportamento do usuário”.

| Questão 5 - Considerando a possibilidade de modificações no mecanismo da cobrança para aumentar a participação do valor cobrado pela água no custo total de produção de grãos, que se situa entre 0,024 e 0,038% na bacia do São Francisco. O valor cobrado pelo uso da água como insumo do processo produtivo deveria representar: | Respostas Brasileiros | Percentual |
|--|-----------------------|------------|
|--|-----------------------|------------|

| | | |
|---|--------------------------|------------|
| 0,5% do custo total de produção | 1 | 6% |
| 1% do custo total de produção | 7 | 44% |
| 5% do custo total de produção | 5 | 31% |
| 10% ou mais do custo total de produção | 1 | 6% |
| Outros | 2 | 13% |
| OBS: O participante nº 14 entende que a o valor cobrado pelo uso da água “deve avaliar a importância da água no processo produtivo”. O participante nº 17 afirma que a simples elevação da cobrança não resolve o problema, pois ela tem de ser trabalhada em conjunto com os demais instrumentos, de forma a garantir que os recursos sejam reinvestidos na bacia. | | |
| Questão 6 - O mecanismo da cobrança, em regra, não considera as leis do mercado de oferta e demanda na regulação da água. Ou seja, na maioria das bacias hidrográficas, PPU e as equações de cobrança não se alteram mesmo em condições de severa crise hídrica. As populações mais pobres, em sua maioria, não são cobradas, pois seus usos não são passíveis de outorga. Considerando que seja possível propor um novo modelo de cobrança, responda a opção que mais se aproxima da sua convicção: | Respostas Brasileiros | Percentual |
| A metodologia de cobrança deveria manter-se indiferente às leis do mercado, pois essa foi a decisão estabelecida de forma participativa pelo comitê de bacia hidrográfica, porém usuários de culturas de alto valor (frutas, hortaliças, etc.) deveriam contribuir com maiores valores | 1 | 6% |
| A metodologia de cobrança deveria considerar as variações de oferta e demanda de água, com diferenciação do valor cobrado a produtores de culturas de baixo valor (grãos, forragens, etc.) e de alto valor (frutas, hortaliças, etc.), conforme capacidade de pagamento | 6 | 35% |

| | | |
|---|-----------------------|------------|
| A metodologia de cobrança deveria considerar as variações de oferta e demanda de água com estabelecimento de gatilhos que elevem o valor cobrado em períodos de escassez e reduzam o valor cobrado nos períodos de elevada disponibilidade hídrica | 8 | 47% |
| Outros | 2 | 12% |
| OBS: O participante nº 14 respondeu que “uma estratégia de para gestão de crises é a criação de coeficientes de gestão de crise para ajuste de valores da cobrança”. O participante nº 17 manifestou-se favorável a mecanismos na metodologia de cobrança relacionados a mudanças climáticas, que já impactam o ciclo hidrológico. | | |
| Questão 7 - A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelece no art. 38, inciso VI, que compete ao comitê de bacia hidrográfica “estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados”. Dessa forma, o estabelecimento da cobrança e a revisão de seus valores dependem de aprovação no comitê de bacia e no respectivo conselho de recursos hídricos. Marque a alternativa que mais se aproxima da sua opinião: | Respostas Brasileiros | Percentual |
| No modelo proposto dificilmente serão estabelecidos valores de cobrança que estimulem o uso racional da água, pois não é interesse do comitê de bacia hidrográfica, composto pelos próprios usuários, propor aumentos significativos nos valores cobrados, em especial na irrigação | 6 | 38% |
| No modelo proposto dificilmente serão estabelecidos valores de cobrança que estimulem o uso racional da água, cabendo aos conselhos de recursos hídricos estabelecer critérios de cobrança (inclusive valores mínimos de cobrança e equações) que estimulem o uso racional da água, restando aos comitês apresentar propostas que complementem os critérios gerais, segundo suas especificidades | 5 | 31% |

| | | |
|--|-----------------------|------------|
| No modelo proposto serão estabelecidos valores de cobrança que estimulem o uso racional da água, ainda que essa medida seja contrária ao interesse de usuários de água, cabendo ao comitê de bacia ao longo do tempo decidir sobre essa questão, em conformidade com os princípios da gestão participativa e descentralizada preconizada na Política Nacional de Recursos Hídricos e na Declaração de Dublin de 1997 | 4 | 25% |
| No modelo proposto os valores de cobrança estabelecidos pelos comitês de bacia hidrográfica brasileiros já são suficientes para induzir o uso racional da água | 0 | 0% |
| Outros: | 1 | 6% |
| O participante nº 17 afirma que no modelo proposto será difícil estabelecer valores de cobrança que estimulem o uso racional da água, se o debate continuar sendo feito de forma isolada dos outros instrumentos. Lembrou que sempre haverá disputa política entre setores nos comitês de bacias e também nos Conselhos de recursos hídricos. Argumenta que o Comitê de Bacia é uma excelente instância para discussão, porém, “ainda não há aprendizado suficiente para qualquer alteração neste modelo, pois nossa cultura e formação, não foi de valorizar a participação social”. | | |
| Questão 8 - Em uma bacia hidrográfica hipotética, com usos nas seguintes proporções: abastecimento humano 20%, indústria 20% e irrigação 60%, ocorrem captações de água no curso principal do rio Exemplo. A cobrança foi instituída e os usuários pagam valor fixo correspondente vazão outorgada para seu uso. No mês de junho ano Y, a companhia de saneamento e a indústria repuseram estoques de insumos para o processo produtivo e os irrigantes realizaram operações de correção do solo, adubação e plantio. Em julho, as vazões do rio Exemplo reduziram significativamente, e o órgão gestor de recursos hídricos determinou racionamento com redução de 30% das vazões praticadas na indústria e na irrigação, para garantir o abastecimento humano. Escolha a afirmativa que mais se aproxima da sua convicção, independentemente do que determina a legislação atual: | Respostas Brasileiros | Percentual |

| | | |
|--|--------------------------|------------|
| O racionamento com redução de 30% das vazões captadas na indústria e na irrigação foi justo, pois deve ser aplicado de maneira igualitária, independentemente da capacidade de geração de renda e emprego de cada atividade | 3 | 21% |
| O racionamento com redução de 30% das vazões captadas na indústria e na irrigação foi justo, porém os usuários que sofreram prejuízos com o racionamento devem ser ressarcidos pelo poder público | 1 | 7% |
| O racionamento com redução de 30% das vazões captadas na indústria e na irrigação foi injusto, pois poderia ter sido garantido o abastecimento humano e, ao mesmo tempo, mantidas apenas atividades que geram maior renda e emprego na bacia hidrográfica: indústria e agricultura de alto valor (frutas, hortaliças, etc.) | 6 | 43% |
| O racionamento com redução de 30% das vazões captadas na indústria e na irrigação foi injusto, pois os usuários suportaram sozinhos os prejuízos com a redução da produção. Não é importante garantir atividades que geram maior renda e emprego na bacia hidrográfica e, sim, garantir apenas o abastecimento humano | 0 | 0% |
| Outros | 4 | 29% |
| OBS: O participante nº 3 indicou que “o ressarcimento poderia ocorrer com os recursos da cobrança. Uma pequena parte da arrecadação poderia pagar uma seguradora, para que numa seca os produtores pudessem ser ressarcidos”. O participante nº 6 recomendou que “o poder público poderia financiar medidas de racionalização do uso da água, principalmente em processos agrícolas pouco eficientes”. O participante nº 7 respondeu que “a redução da demanda global foi justa, porém se houvesse mecanismos de alocação negociável, o resultado provavelmente seria mais eficiente do ponto de vista econômico”. O Participante nº 17 considera injusta a decisão de racionamento equitativo em 30%. Argumenta que as regras de outorga devem aperfeiçoadas e serem claras em face das mudanças climáticas. A falta de água gera prejuízos o fechamento de fábricas gera demissões problemas problema sociais. Reforça a necessidade de que a sociedade compreenda cada vez mais o drama que pode ser a falta de água. | | |
| Questão 9 - Em alguns países, em zonas áridas e semiáridas, optou-se por adotar instrumento alternativo à cobrança, os mercados de água, para induzir o uso racional da água e a alocação eficiente desse recurso. Nos | Respostas Brasileiros | Percentual |

| mercados de água, permite-se que usuários da bacia negociem entre si seus direitos de uso e o valor do direito de uso varia conforme demanda e disponibilidade. Em um contexto de escassez de recursos hídricos, selecione a alternativa que mais se aproxima da sua opinião: | | |
|--|---|-----|
| O modelo atual de cobrança pelo uso de recursos hídricos, aliado ao racionamento, é a opção mais justa e indutora do uso racional no caso indicado | 1 | 7% |
| A cobrança pelo uso de recursos hídricos, com valores diferenciados em função da disponibilidade hídrica e da atividade econômica, aliada ao racionamento, é a opção mais justa e indutora do uso racional no caso indicado | 8 | 53% |
| Um mercado de águas, que permita a negociação voluntária de direitos de uso, com alocação dos recursos hídricos em atividades que gerem maior emprego e renda, é a opção mais justa e indutora do uso racional no caso indicado | 4 | 27% |
| Outros | 2 | 13% |
| <p>O participante nº 17 argumenta que a cobrança aliada com outros instrumentos é a forma mais adequada. E posicionou-se contra o mercado de águas. Avaliou que a própria outorga por vezes é dada com dados precários, e não permite que o usuário seja “dono da água”. Ponderou que se for utilizado mercado de água o usuário passará a ser “dono da água”, o que não é permitido. Exemplificou: se o usuário possui uma outorga com valor X e utilizou um valor menor, a água sobressalente é um bem público, que deve ser gerido pelo Estado.</p> | | |

E – Resultados Questionário sobre Modelo para Teste de Aptidão aos Mercados de Água

Tabela E. Resultados Questionário sobre Modelo para Teste de Aptidão aos Mercados de Água (11 questões)

| Questão 1 - Com relação ao Fator 1 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição. Situação 1 – há competição, mais de 75% dos usuários possuem outorga e medição da vazão captada Situação 2 – há competição, mais de 50% dos usuários possuem outorga e medição da vazão captada Situação 3 – há competição, mais de 50% dos usuários possuem outorga e menos de 50% realizam medição Situação 4 – há competição, até 50% dos usuários possuem outorga e medição indiferente Situação 5 – não há competição, até 50% dos usuários possuem outorga e medição indiferente | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |
|---|-----------------------|------------------------|-------|
| As Situações vinculam-se ao Fator 1 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 7 | 10 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 1, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 0 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 1, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 1, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 1 | 1 |
| OBS: O participante brasileiro nº 21 comentou que “os fatores exemplificam formas de mensurar oferta e demanda de água”. O participante estrangeiro nº 7 comentou que “a gestão de recursos hídricos funciona melhor quando há abundância de dados. Em locais onde usuários de água não informam seus usos, pode haver desperdícios devido a superabastecimento, além de subabastecimento. | | | |

| Questão 2 - Com relação ao Fator 2 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. FATOR 2 – Irrigação como uso de água importante na bacia Situação 1 – consumo de água com irrigação 80-100% Situação 2 – consumo de água com irrigação 60-80% Situação 3 – consumo de água com irrigação 40-60% Situação 4 – consumo de água com irrigação 20-40% Situação 5 – consumo de água com irrigação 0-20% | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |
|---|-----------------------|------------------------|-------|
| As Situações vinculam-se ao Fator 2 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 5 | 8 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 2, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 1 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 2, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 0 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 2, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 2 | 2 |
| OBS: O participante estrangeiro nº 7 informou que há outras situações que deveriam ser definidas para esse fator. Menciona que “no <i>San Joaquin Valley</i> a irrigação consome cerca de 89% da água. De alguma maneira, os usuários responsáveis por 11% do consumo de água estão subsidiando os usuários da irrigação pagando por água a valores mais altos em razão da escassez hídrica”. O participante estrangeiro nº 14 também entende que há outras situações que devam ser consideradas nesse fator, citando “práticas de cultivos irrigados, como o aperfeiçoamento de sistemas de irrigação (por exemplo, conversão para o gotejamento), rotação de culturas e terras disponíveis para produção deveriam constar nos fatores”. | | | |
| Questão 3 - Com relação ao Fator 3 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |

| | | | |
|---|--------------------------|---------------------------|-------|
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor Situação 1 – fruticultura, horticultura e culturas de alto valor cobrem mais de 30% da área irrigada na bacia Situação 2 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 15-30% da área irrigada na bacia Situação 3 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 10-15% da área irrigada na bacia Situação 4 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 5-10% da área irrigada na bacia Situação 5 – fruticultura e horticultura e culturas de alto valor cobrem 0-5% da área irrigada na bacia | | | |
| As Situações vinculam-se ao Fator 3 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 6 | 9 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 3, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 1 | 2 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 3, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 3, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 1 | 1 |
| Questão 4 - Com relação ao Fator 4 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca Situação 1 – Clima árido ou semiárido predominante, mudanças climáticas indicam de redução das precipitações, pelo menos 3 anos de seca nos últimos 15 anos, com ações do governo para mitigar a escassez de água. Situação 2 – Clima árido ou semiárido predominante, mudanças climáticas indicam de redução das precipitações, pelo menos 3 anos de seca nos últimos 30 anos, com ou sem ações do governo para mitigar a escassez de água. | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |

| | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-------|
| Situação 3 – Clima indiferente, mudanças climáticas indiferentes, pelo menos 3 anos com escassez de água nos últimos 15 anos, com ações do governo para mitigar a escassez de água. | | | |
| Situação 4 – Clima indiferente, mudanças climáticas indiferentes, pelo menos 3 anos com escassez de água nos últimos 30 anos, com ou sem ações do governo para mitigar a escassez de água. | | | |
| Situação 5 – Clima indiferente, mudanças climáticas indiferentes, menos de 3 anos com escassez de água nos últimos 30 anos, com ou sem ações do governo para mitigar a escassez de água. | | | |
| As Situações vinculam-se ao Fator 4 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 6 | 9 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 4, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 4, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 0 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 4, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 1 | 1 |
| OBS: O participante estrangeiro nº 7 argumentou que “secas prolongadas influenciam intensamente os mercados de água e as alocações. O <i>San Joaquin Valley</i> passou por uma seca de 4-5 anos e sua capacidade de reservação foi construída para suportar 2 anos de seca. Portanto, entendo que três anos de seca seja um período um pouco curto.” | | | |
| Questão 5 - Com relação ao Fator 5 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. | | | |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |
| Situação 1 – capacidade máxima de reservação de água maior que 20 milhões de m ³ e mais de 1.000 km de canais | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|------------------------|--------|
| Situação 2 – capacidade máxima de reservação de água maior que 20 milhões de m ³ e menos de 1.000 km de canais | | | |
| Situação 3 – capacidade máxima de reservação de água entre 2 e 20 milhões de m ³ e mais de 1.000 km de canais | | | |
| Situação 4 – capacidade máxima de reservação de água entre 2 e 20 milhões de m ³ e menos de 1.000 km de canais | | | |
| Situação 5 – capacidade máxima de reservação de água inferior a 2 milhões de m ³ , dimensão dos canais indiferente | | | |
| As Situações vinculam-se ao Fator 5 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 5 | 75,00% |
| As Situações vinculam-se ao Fator 5, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0,00% |
| As Situações não se vinculam ao Fator 5, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0,00% |
| As Situações não se vinculam ao Fator 5, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 0 | 25,00% |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 2 | 0,00% |
| O participante estrangeiro nº 7 afirmou que “escassez de água influencia a as opções de gestão de recursos hídricos e a sua habilidade de amortecer impactos das mudanças climáticas”. O participante estrangeiro nº 16 explicou que “a disponibilidade de água subterrânea e a sua contribuição (ou não) para a disponibilidade hídrica e para os mercados de água devem ser consideradas”. | | | |
| Questão 6 - Com relação ao Fator 6 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | | | |

| | | | |
|--|-----------------------|------------------------|-------|
| Situação 1 – existem comitês de bacia hidrográfica ou similares, em associação com empresas de abastecimento rural, com competência para gestão de sistemas de reservatórios e canais para abastecimento de água | | | |
| Situação 2 – existem comitês de bacia hidrográficas ou similares com competência para gestão de sistemas de reservatórios e canais para abastecimento de água | | | |
| Situação 3 – existem comitês de bacia hidrográficas ou similares sem competência para gestão de sistemas de reservatórios e canais para abastecimento de água | | | |
| Situação 4 – existem organizações da sociedade civil relacionadas a recursos hídricos, mas não comitês de bacia hidrográfica ou similares | | | |
| Situação 5 – inexistem organizações da sociedade civil relacionadas a recursos hídricos | | | |
| As Situações vinculam-se ao Fator 6 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 5 | 8 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 6, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 1 | 2 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 6, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 6, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 0 | 0 |
| OBS: O participante estrangeiro nº 6 afirmou que “o Fator nº 6 é irrelevante”. | | | |
| Questão 7 - Com relação ao Fator 7 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. | | | |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |

| | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-------|
| Situação 1 – legislação de recursos hídricos disciplina os mercados de água, com segurança jurídica, plano de bacia hidrográfica contém diagnóstico da bacia, estudos hidrológicos, dos usos de recursos hídricos e diretrizes para funcionamento dos mercados de água | | | |
| Situação 2 – legislação de recursos hídricos disciplina os mercados de água, plano de bacia hidrográfica contém diagnóstico da bacia, estudos hidrológicos, dos usos de recursos hídricos, mas não traça diretrizes para funcionamento dos mercados de água | | | |
| Situação 3 – legislação de recursos hídricos disciplina mercados de água, mas não há plano de bacia hidrográfica | | | |
| Situação 4 – legislação de recursos hídricos não trata de mercados de água, plano de bacia hidrográfica contém diagnóstico da bacia, estudos hidrológicos, dos usos de recursos hídricos | | | |
| Situação 5 – legislação de recursos hídricos não trata de mercados de água, não há plano de bacia hidrográfica 1 | | | |
| As Situações vinculam-se ao Fator 7 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 6 | 9 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 7, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 0 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 7, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 7, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 0 | 0 |
| Questão 8 - Com relação ao Fator 8 e às 5 (cinco) situações apresentadas, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. | | | |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |

| | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-------|
| Situação 1 – pena privativa de liberdade e valor máximo da multa superior a R\$ 1.000.000 | | | |
| Situação 2 – pena privativa de liberdade e valor máximo da multa inferior a R\$ 1.000.000 | | | |
| Situação 3 – não há pena privativa de liberdade e valor máximo da multa superior a R\$ 500.000 | | | |
| Situação 4 – não há pena privativa de liberdade e valor máximo da multa entre R\$ 100.000-R\$ 500.000 | | | |
| Situação 5 – não há pena privativa de liberdade e valor máximo da multa inferior a R\$ 100.000 | | | |
| As Situações vinculam-se ao Fator 8 e exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 3 | 5 | 8 |
| As Situações vinculam-se ao Fator 8, mas não exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 1 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 8, mas exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 1 | 0 | 1 |
| As Situações não se vinculam ao Fator 8, nem exercem influência no funcionamento dos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há outras Situações relevantes não definidas para este Fator e/ou recomendo ajustes nas Situações. | 0 | 0 | 0 |
| Questão 9 - Com relação aos 8 (oito) Fatores apresentados, marque a alternativa que mais se aproxime da sua opinião. | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |
| Os fatores elencados são suficientes para avaliar a aptidão de uma bacia hidrográfica aos mercados de água. | 2 | 3 | 5 |
| Os fatores elencados são insuficientes para avaliar a aptidão de uma bacia hidrográfica aos mercados de água. | 0 | 0 | 0 |
| Há fatores que deveriam ser excluídos da lista apresentada. | 0 | 1 | 1 |
| Há fatores que deveriam ser incluídos à lista apresentada. | 2 | 3 | 5 |
| OBS: O participante brasileiro nº 6 salientou que há fatores que deveriam ser incluídos na lista, “por exemplo, fatores culturais”. O participante estrangeiro nº 6 ponderou que o modelo deve avaliar se o “uso total de água deve estar limitado ou restrito, pois não é possível imaginar o funcionamento de um mercado de água sem um limite máximo para os usos totais”. O participante estrangeiro nº 7 manifestou que “o modelo poderia | | | |

também discutir a questão da água subterrânea, seus usos e contribuições”. O participante estrangeiro nº 8 informou que na sua realidade “raramente a irrigação é o maior consumidor de água, o modelo deveria avaliar demandas com a finalidade de abastecimento humano”. O participante estrangeiro nº 14 agregou que deveriam ser considerados “disponibilidade de terras adicionais, crescimento populacional, estabelecimento de direitos de recursos hídricos para manter a ecologia local”. O participante nº 16 destacou que no modelo “a qualidade da água deveria ter um papel importante, especialmente se as águas subterrâneas fizerem parte do mercado de água”. Sugeriu ver “regras alocativas para águas subterrâneas salinas no estado de Nova Gales do Sul, Austrália.”

| Questão 10 - Se cada Fator fosse multiplicado por um peso referente ao grau de influência sobre o funcionamento dos mercados de água, qual peso (de 1 a 5) você atribuiria a cada um deles? (1 -baixo grau de influência e 5 - alto grau de influência). Participantes devem marcar a alternativa e escrever o peso. | Respostas Brasileiros | Respostas Estrangeiros | Total |
|---|------------------------|-------------------------------------|-----------|
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | 2x peso 5 | 4x peso 5 1x peso 4 | 34 pontos |
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água predominante na bacia | 2x peso 5 | 1x peso 4 2x peso 3 2x peso 2 | 24 pontos |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | 1x peso 5 1x peso 4 | 3x peso 4 1x peso 3 1x peso 2 | 26 pontos |

| | | | |
|---|------------------------|-------------------------------------|------------|
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | 2x peso 5 | 4x peso 5 1x peso 3 | 33 pontos |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | 1x peso 3 1x peso 5 | 3x peso 5 2x peso 4 | 31 pontos |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de canais e reservatórios | 1x peso 1 1x peso 2 | 4x peso 4 1x peso 1 | 20 pontos |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | 1x peso 5 1x peso 3 | 2x peso 5 2x peso 4 1x peso 3 | 29 pontos |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | 1x peso 3 1x peso 1 | 1x peso 5 3x peso 3 1x peso 2 | 20 pontos |
| Questão 11 - Qual a sua opinião sobre utilização dos mercados de água como instrumento econômico aplicado à gestão de recursos hídricos? | | Respostas Brasileiros | Percentual |
| É um instrumento que deveria ser aplicado em situações de escassez hídrica de forma complementar à cobrança pelo uso de recursos hídricos. | | 2 | 40% |
| É um instrumento que deveria ser aplicado em todo o Brasil em substituição ao sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos. | | 0 | 0% |
| É um instrumento que não deveria ser aplicado no Brasil; pois, em situações de escassez hídrica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos tem sido eficaz para promover o uso racional da água. | | 0 | 0% |

| | | |
|---|---|-----|
| É um instrumento não deveria ser aplicado no Brasil, pois acirra as desigualdades sociais na medida em que apenas os usuários mais ricos terão acesso à água. | 2 | 40% |
| É um instrumento que deveria ser testado em projetos-piloto a fim de avaliar seu efeito sobre a alocação eficiente dos recursos hídricos. | 1 | 20% |
| Outros | 0 | 0% |
| OBS: O participante nº 21 comentou em sua resposta que “tornar a água uma moeda pode ser prejudicial e não tão estratégico para o País. Verificar a aplicabilidade em regiões específicas”. | | |

F –Modelo Ajustado para Teste de Aptidão aos Mercados de Água

Tabela F. Modelo Ajustado para Teste de Aptidão aos Mercados de Água

| MODELO AJUSTADO PARA TESTE DE APTIDÃO AOS MERCADOS DE ÁGUA | PONTUAÇÃO MÁXIMA (0 a 5) | Kp | PONTUAÇÃO AJUSTADA MÁXIMA |
|---|--|-----------|--|
| FATOR 1 – Usos de recursos hídricos registrados, monitorados e em competição | 5 | 0,97 | 4,85 |
| FATOR 2 – Irrigação como uso de água predominante na bacia | 5 | 0,69 | 3,45 |
| FATOR 3 – Produção irrigada de frutas, hortaliças e culturas de alto valor | 5 | 0,74 | 3,70 |
| FATOR 4 – Clima, escassez hídrica e políticas públicas para lidar com a seca | 5 | 0,94 | 4,70 |
| FATOR 5 – Presença de infraestrutura hídrica para abastecimento de áreas irrigadas | 5 | 0,89 | 4,45 |
| FATOR 6 – Organização dos usuários de água para gestão de reservatórios e canais | 5 | 0,57 | 2,85 |
| FATOR 7 – Legislação de recursos hídricos e plano de bacia hidrográfica | 5 | 0,83 | 4,15 |
| FATOR 8 – Sistema punitivo para usos irregulares de recursos hídricos | 5 | 0,57 | 2,85 |
| TOTAL | 40 | - | 31,00 |
| RESULTADO DO TESTE AJUSTADO | | | |
| PONTUAÇÃO AJUSTADA < 15 | INAPTA AOS MERCADOS DE ÁGUA | | |
| PONTUAÇÃO AJUSTADA 15-19 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MUITOS AJUSTES | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| PONTUAÇÃO AJUSTADA 19-23 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM MÉDIOS AJUSTES | | |
| PONTUAÇÃO AJUSTADA 23-27 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA COM POUCOS AJUSTES | | |
| PONTUAÇÃO 27-31 | APTA AOS MERCADOS DE ÁGUA | | |
| OBS: A pontuação ajustada foi elaborada criando-se faixas com intervalos proporcionais aos estabelecidos no Apêndice C, porém com tomando como base o valor de 31 como pontuação máxima a ser obtida. | | | |

G – Conversão de unidade do valor cobrado pela vazão captada na agricultura do Chile

A Conversão do valor cobrado no Chile de US\$/L.s⁻¹ para US\$/m³.ano⁻¹ foi feita pela Equação G:

$$Preço \left(\frac{US\$}{m^3.ano} \right) = \frac{Preço \left(\frac{US\$}{Q} \right) \cdot Demanda \text{ Hídrica da cultura } (Q)}{Demanda \text{ Hídrica } (A)} \quad \text{Equação G}$$

Preço (US\$/Q) = US\$ 9,52/L.s⁻¹ no Chile (Tabela Z)

Demanda hídrica do milho (Q): 0,82 L/s/ano (ADASA, 2006)

Demanda hídrica do feijão (Q): 0,75 L/s/ano (ADASA, 2006)

Demanda hídrica (A) milho: 6.057 m³ . ha⁻¹ . ano⁻¹ (CODEVASF *et al*, 1989).

Demanda hídrica (A) feijão: 4.573 m³ . ha⁻¹ . ano⁻¹ (CODEVASF *et al*, 1989).

$$Preço \text{ milho} = Preço \left(\frac{US\$}{m^3.ano} \right) = \frac{9,52 \cdot 0,82}{6057}$$

$$Preço \text{ milho} = 1,5 \cdot 10^{-3} \left(\frac{US\$}{m^3.ano} \right)$$

$$Preço \text{ feijão} = Preço \left(\frac{US\$}{m^3.ano} \right) = \frac{9,52 \cdot 0,75}{4573}$$

$$Preço \text{ feijão} = 1,3 \cdot 10^{-4} \left(\frac{US\$}{m^3.ano} \right)_{cv}$$