

# GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: O QUE PODEMOS APRENDER A PARTIR DE MODELOS INTERNACIONAIS BEM-SUCEDIDOS?

Benjamin Carreiro Lima Monteiro<sup>1</sup>  
Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral<sup>2</sup>

**Resumo:** O artigo procurou analisar três modelos de gestão (Austrália, Califórnia, Israel) em relação ao Projeto Governança das Águas Subterrâneas. Os modelos foram analisados quanto ao nível de gestão, arcabouço legal, liderança, informação, conhecimento e monitoramento, envolvimento dos atores políticos, integração com outras políticas, financiamento da gestão, diretrizes para planos diretores. Foi notado que os modelos analisados são congruentes com as recomendações do Projeto Governança das Águas Subterrâneas, diferindo principalmente quanto ao nível de gestão. Quando os modelos foram comparados entre si e com o Brasil, verifica-se que o modelo brasileiro foi o que apresentou o menor estágio de desenvolvimento no que diz respeito ao monitoramento e divulgação de informações sobre águas subterrâneas, embora ele seja destaque para o incentivo da participação dos atores políticos na gestão.

**Palavras-chave:** Governança de águas subterrâneas; modelos de gestão; boas práticas.

## GROUNDWATER MANAGEMENT: WHAT CAN WE LEARN FROM SUCCESSFUL INTERNATIONAL MODELS?

**Abstract:** The article sought to analyze three management models (Australia, California, Israel) in relation to the Groundwater Governance Project. The models were analyzed in terms of management level, legal framework, leadership, information, knowledge and monitoring, involvement of political actors, integration with other policies, management funding, guidelines for master plans. It was noted that the analyzed models are congruent with the recommendations of the Groundwater Governance Project, differing mainly in terms of management level. When the models were compared among themselves and with Brazil, it appears that the Brazilian model was the one that presented the lowest stage of development with regard to monitoring and dissemination of information on groundwater, although it stands out for encouraging the participation of political actors in the management.

**Keywords:** Groundwater governance; management models; good management practices.

## INTRODUÇÃO

Para muitos países do globo, principalmente os de clima árido e semiárido, as águas subterrâneas representam uma importante fonte para o desenvolvimento socioeconômico (Lan *et al.*, 2021; Memon *et al.*, 2023; Pandey; Singh; Singh, 2022; Silva *et al.*, 2021) contudo a sua gestão tem sido relegada a um papel secundário na gestão de recursos hídricos (Houdret; Heinz, 2022). Uma possível explicação para isso é o fato de ser um

---

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pernambuco (UFPE). Email: [pedro.benjamin@ufpe.br](mailto:pedro.benjamin@ufpe.br)

<sup>2</sup> Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Email: [jaime.cabral@ufpe.br](mailto:jaime.cabral@ufpe.br)

recurso “invisível”, com um comportamento diferente das águas superficiais, de mensuração complexa e seus problemas só tendem a ser notados quando já é tarde demais (Megdal *et al.*, 2017). Hager et al., (2002) e Molle e Closas (2020) citam também os problemas políticos no processo de gestão. Hager et al (2002) ressaltam ainda a visão limitada sobre os usos dessas águas, já que, para muitas pessoas, elas têm apenas função de abastecimento.

O uso das águas subterrâneas começa a ser desenvolvido na agricultura irrigada, com agricultores e fazendeiros investindo em tecnologias, em muitos casos com ajuda do próprio governo (Llamas; Martínez-Santos, 2005; Shah, 2007). Atualmente, 42% de toda água usada na agricultura deriva de fontes subterrâneas (FAO, 2016a).

O uso desenfreado dos aquíferos sem uma regulação adequada e uma fraca gestão acabaram gerando diversos problemas especialmente relacionados a conflitos de uso. Então, a partir dos anos 2000, a comunidade científica e autoridades governamentais começaram a se preocupar com a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. Foram criados grupos de trabalhos como *Groundwater Management Advisor Team* (GW-MATE), sistemas de informações internacionais como o *World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Program* (WHYMAP) e Global Groundwater Information System (GGIS) e o Projeto da Governança das Águas Subterrâneas (FAO, 2016; UN-IGRAC, 2017; WHYMAP, 2017).

O Projeto Governança das Águas Subterrâneas (PGAS) durou cinco anos (2011-2016), reunindo profissionais e instituições especialistas em hidrogeologia, produzindo uma série de documentos sobre gestão e governança das águas subterrâneas.

Um dos méritos do projeto foi conseguir mapear e sintetizar os gargalos da governança das águas subterrâneas, tendo a partir desse diagnóstico elaborado um guia para desenvolvimento e fortalecimento da governança nos países. Dividido em seis partes, o guia traz a necessidade de se conhecer o contexto das águas subterrâneas (tanto a nível de hidrogeologia quanto a sua importância socioeconômica para a área de estudo), bem como a necessidade de financiamento da gestão, diretrizes para elaboração de planos diretores e grau de priorização dos aquíferos e a participação e envolvimento dos atores políticos.

O PGAS tem a missão, que até em 2030, a governança de águas subterrâneas alcance de um status em que haja um equilíbrio entre a importância das águas subterrâneas e seus usos, assegurando a sustentabilidade do recurso e evitando a sua degradação a um ponto irreversível (FAO, 2016).

Concomitante ao desenvolvimento de pesquisas, os governos em algumas partes do globo também começaram a se preocupar com o uso descontrolado das águas subterrâneas e os seus impactos. Na Europa foi promulgado o Water Framework Directive e o Groundwater Directive estabelecendo diretrizes quanto ao monitoramento, enquadramento, proteção e contaminação dos aquíferos (European Commission, 2017); na África, em 2008, foi criada a Comissão Africana de Águas Subterrâneas (ACGW) com foco essencialmente na gestão de águas subterrâneas dos países membros (Gun; Amore, 2012), na Austrália houve a promulgação do National Water Initiative COAG, 2004) e na Califórnia a promulgação de Sustainable Groundwater Management Act (State of California, 2014).

No Brasil, a gestão das águas subterrâneas é essencialmente dos estados, o que acaba gerando algumas discrepâncias com relação à maneira de gerir os sistemas aquíferos, informação e conhecimento. Enquanto estados como São Paulo e Ceará investem maciçamente em gestão das águas, outros, como o Piauí, enfrentam uma série de dificuldades que impossibilitam uma melhor gestão (Monteiro; Cabral, 2018).

Considerando esse cenário, as ações concomitantes desenvolvidas a partir dos anos 2000 para governança das águas subterrâneas, o artigo procura comparar os modelos de

gestão de três locais do mundo com o Projeto Governança das Águas Subterrâneas afim de encontrar semelhanças e diferenças entre eles, bem como servir de base para boas práticas de gestão no Brasil.

## METODOLOGIA

A metodologia deste artigo é dividida em dois momentos. Primeiro houve uma pesquisa bibliográfica e documental acerca de três modelos de gestão: Austrália, Israel e Califórnia. Esses três modelos juntamente com o modelo brasileiro foram analisados sobre o ponto de vista do Projeto Governança das Águas Subterrâneas nos seguintes quesitos: (i) competência para gestão; (ii) tipo de gestão (se concentrada e centralizada ou não); (iii) arcabouço legal; (iv) liderança; (v) informação, conhecimento e monitoramento; (vi) envolvimento dos atores; (vii) integração com outras políticas; (viii) financiamento; (ix) diretrizes para planos diretores.

Na pesquisa para os artigos, foi utilizado o Portal de Periódico CAPES com as seguintes palavras chaves: “Califórnia”, “Israel”, “Austrália”, “groundwater governance”, “groundwater management”. Além disso, também foram utilizadas publicações oficiais dos respectivos governos e agências reguladoras a fim de conhecer a gestão e ações promovidas pelas entidades.

No segundo momento, houve uma comparação entre os modelos analisados e uma análise qualitativa das práticas adotadas e como elas poderiam ser utilizadas no Brasil.

## GESTÃO AUSTRALIANA

A Austrália é uma federação composta de seis estados e dois territórios. Cada estado e território possui sua própria constituição, parlamento, governo e leis, mas em harmonia com a Constituição Federal (Parliament of Australia, 2022). A gestão das águas no país é descentralizada e de responsabilidade dos estados, entretanto o governo federal pode intervir. (Turrall; Fugallar, 2007) explicam que questões internacionais, as preocupações jurisdicionais comuns e a possibilidade de ajuda financeira do governo federal aos estados, desenvolveram e aceleraram o papel central do Commonwealth na política de recursos hídricos do país.

A Austrália é considerada o continente mais seco do planeta, com uma alta variabilidade pluviométrica e longos períodos de seca (Productivity Commission, 2017). A partir dos anos 1980, foi feita uma série de reformas na gestão de águas do país, saindo de uma política de abundância para escassez. Essas reformas culminaram na publicação do National Water Initiative (NWI) em 2004, um acordo entre os estados-membros com o “objetivo de proporcionar maior certeza de investimento e meio ambiente e apoiar a gestão de água australiana a lidar com as mudanças de forma responsiva e justa” (COAG, 2004). O acordo traz dez objetivos dentre eles o sistema de informações (*water accounting*), mercado das águas, a redução e o uso eficiente dos recursos hídricos e também a interação entre águas subterrâneas e superficiais. Além disso, são estabelecidos metas e prazos para cada estado e território. Houve investimentos maciços em pesquisa e gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos, com a criação de um centro de pesquisa, um sistema de informação, capacitações e conhecimento na área. Atualmente, o Bureau of Meteorology, é a agência nacional responsável pela gestão, traz informações atualizadas sobre densidade de poços, volume de extração, gestão e salinidade dos aquíferos (Bureau of Meteorology, 2023).

Um dos destaques é o sistema de informações sobre águas subterrâneas. Gerenciado pelo Bureau of Meteorology (BoM), o sistema tem a missão de coletar os dados pelos estados, padronizá-los e disponibilizá-los à população em geral (Bureau of

Meteorolgy, 2017). O sistema ainda permite uma visualização 3D dos aquíferos de acordo com os limites, profundidade e idade das camadas. Também é permitido uma visualização espacial de acordo com a profundidade - superficial, intermediário e profundo - (Bureau of Meteorology, 2013). Outro ponto interessante é a gestão a partir do conceito de ecossistemas dependentes de águas subterrâneas, que seriam ecossistemas que dependem do recurso para alcançar todos ou alguns dos requisitos para a manutenção das comunidades de plantas e animais, dos processos ecológicos que os sustentam, e serviços que eles proporcionam (Richardson *et al.*, 2011).

Na Austrália, o meio ambiente acaba sendo considerado também como um usuário de água e o volume necessário para um determinado ecossistema é levado em conta quando o cálculo do balanço hídrico e consumo de água, como pode ser observado no water account.

Por último, o Productivity Commission (2021) afirma que desde a implantação do NWI houve importantes avanços na gestão de água dos estados, com a maioria das metas alcançadas por boa parte dos estados e territórios. Contudo, os recentes cenários de mudanças climáticas, a crescente população e a inclusão dos aborígenes na gestão trazem a necessidade de mudanças na legislação.

## GESTÃO CALIFORNIANA

Apesar da Califórnia não ser um país, o objeto de estudo concentrou-se na Califórnia por ser o estado americano que apresenta melhores práticas de gestão das águas subterrâneas. A Califórnia é o maior usuário de águas subterrâneas dos Estados Unidos, 16% de todo o recurso disponível no país é utilizado no estado. Em média as águas subterrâneas são responsáveis de 35 a 46% de toda a demanda da Califórnia, embora dependendo da região e condições hidrológicas, esse percentual pode chegar a 90% (DWR, 2015).

A gestão das águas subterrâneas é realizada de maneira local pelos municípios, através de agências locais, ou por ordenações locais ou acordo comum, ou ainda decisões judiciais. Com exceção do primeiro, as outras duas fogem ao poder do Estado, sendo que as ordenações locais são feitas pelos governos locais com objetivos e propósitos particulares – “em muitos casos o único propósito parece ser a exportação das águas subterrâneas” (DWR, 2003) -, já as decisões judiciais foram ações dos próprios usuários através da Corte para determinar o volume que seria extraído por cada usuário.

A alta dependência pelas águas subterrâneas, aliado com os anos de secas enfrentados pelo estado e os problemas decorrentes do uso irrestrito do recurso fizeram que o estado promulgasse em 2014 o *Sustainable Groundwater Management Act (SGMA)* (State of California, 2014). Em termos gerais, a lei incentiva o gerenciamento local das águas subterrâneas, com a criação de agências reguladoras e a produção de planos de gerenciamento e requer que todas as regiões dependentes do recurso façam um uso mais sustentável dele a fim de restabelecer o equilíbrio entre a extração e a recarga.

Três pontos se destacam: as bacias subterrâneas, as agências sustentáveis de águas subterrâneas e os planos diretores. A bacia é definida como um aquífero ou conjunto de aquíferos empilhados com limites bem definidos lateralmente com elementos que impede significativamente o fluxo das águas subterrâneas e um substrato definido, e as sub-bacias seriam divisões das bacias limitadas por características geológicas e hidrológicas. Para cada bacia ou conjunto de bacia deve haver uma agência responsável pela sua gestão e gerenciamento. Essas agências têm o poder estabelecerem regras, resoluções, ordenanças e regulamentos; cobrar taxas pela extração de água ou outra atividade regulada para financiar a gestão, obrigar o registro dos usuários, a instalação de medidores e a declaração por parte dos usuários sobre os volumes extraídos anualmente

(State of California, 2014). Qualquer instituição dentro da bacia pode requerer se tornar uma agência sustentável.

Milman et al. (2018) conjecturam que os tomadores de decisão locais acabam por enfrentar um dilema com a formação ou não das agências sustentáveis. A primeira, se decidem por formar as agências, ganham poderes previstos no SGMA, mas são obrigados a produzirem, implementarem os planos diretores, instituírem uma rede de monitoramento e a limitar o uso das águas subterrâneas em um local já acostumado a não ter restrição. Por outro, se não o fizerem, outra instituição pode requerer tal prerrogativa, ou pode haver intervenção estatal.

Todos os sistemas aquíferos deverão ter um plano diretor, entretanto eles deverão ser produzidos de acordo com a ordem de priorização do sistema aquífero. Para isso, o Department of Water Resources (DWR) criou uma metodologia que leva em conta oito critérios – desde a densidade populacional até a dependência que os residentes da bacia possuem das águas subterrâneas – para classificação e ordem de priorização.

Moran e Wendell (2015) citam que muitas das bacias classificadas como alta e média prioridade são predominantemente rurais e baixa densidade populacional, o que pode ser difícil para as agências arrecadarem fundos apropriados para o financiamento de suas atividades.

O governo também criou o CASGEM, um programa para financiar o monitoramento das bacias subterrâneas, sob coordenação do DWR e execução das agências locais. Anualmente, o DWR apresenta ao executivo e legislativo um relatório sobre a implantação do programa. No relatório de 2016, o DWR apresentou as seguintes dificuldades: os custos de monitoramento especialmente em bacias de baixa prioridade, a baixa densidade de poços em algumas bacias, a dificuldade em encontrar poços adequados para o monitoramento e a permissão dos usuários para utilizar os poços.

## GESTÃO ISRAELENSE

Israel é um país situado no Oriente Médio, de clima semiárido, fazendo fronteira com o lado leste do mar Mediterrâneo. A precipitação no país varia de 1.000 mm (no norte) a 50 mm (no sul), contudo boa parte dela é evaporada. De fato, 70% da precipitação é “perdida” pela evapotranspiração, 15% destinada para infiltração e 5% vão para o escoamento dos rios (Weinberger *et al.*, 2012). Em 20% do tempo, o país ainda sofre com vários anos de seca (Schwarz; Bear; Dagan, 2016). “Esse regime, combinado com a falta de lugares apropriados para reservatórios de água (dado a estrutura geológica do país) e a alta evaporação determinou o desenvolvimento das águas subterrâneas em Israel” (Schwarz; Bear; Dagan, 2016).

Os aquíferos de maior expressão no país são três: o Mar da Galileia; o Aquífero Costeiro e o Aquífero Montanhoso. Os três juntos recebem 80% da recarga (proveniente da chuva e outras fontes) anual do território (Schwarz; Bear; Dagan, 2016). Essas três fontes também são responsáveis por fornecer água a todo o Estado de Israel através da National Water Carrier (NWC), uma imensa obra da engenharia hidráulica inicialmente desenvolvida para fornecer água para a agricultura, mas que hoje atende aos usos múltiplos principalmente ao abastecimento humano. A sua operação é baseada na extração segura (safe yield), permitindo através de simulação saber qual o volume máximo de extração de água dos aquíferos sem comprometer as suas reservas ou a qualidade pela intrusão salina.

A lei das águas de Israel (The Water Law) foi promulgada em 1959. Por ela, foi extinguido o direito privado à água e o Estado passou a ser o único detentor dessa. Kislev (2011) argumenta que o regime de proprietário público da água e da estrutura interconectada permitiram uma transformação relativamente barata no setor da água. “Teria sido muito mais difícil e caro alcançar tamanha transformação sob uma estrutura

completamente descentralizada e uma doutrina da propriedade privada da água” (Kislev, 2011).

Vale destacar que The Water Law lida apenas com a água e sua regulação, mas há diversas outras leis que cuidam da parte do planejamento, infraestrutura hídrica, construção, saúde e proteção ao meio ambiente (Kislev, 2011).

Em 2007, foi criada a Water Authority, o órgão gestor nacional, responsável pela concessão do direito de uso das águas desde que de acordo com os preceitos da Water Law. Esses direitos podem ser trocados, alugados, ou comercializados com a permissão do Ministério da Agricultura (OCDE, 2015).

Ademais, também foi implementado uma política de preços, como forma de incentivar o uso racional da água. Em Israel são utilizados dois tipos de cobrança: (i) pelo custo da água e (ii) taxa da água. O primeiro se refere ao custo de abastecimento e extração, enquanto o segundo seriam tarifas que devem levar em consideração o poder de compra do usuário, o período do ano (inverno ou verão), se é um ano chuvoso ou seco, entre outros.

Outra política implementada em Israel é a recarga dos aquíferos. As recargas são feitas através de poços de infiltração utilizando como fontes água das chuvas ou do Mar da Galiléia. Contudo, Schwarz; Bear e Dagan (2016) afirmam que esse procedimento trouxe outros desafios para a gestão como, por exemplo, entender o processo de interação entre águas de diferentes qualidades e o entupimento de solos em lagoas de infiltração e em torno de telas de poços de infiltração.

Israel ainda possui outros programas como a reutilização de esgotos tratados, recuperação de rios que visa fornecer água para os rios a fim desses reestabelecerem seus aspectos hidrológicos, ecológicos e recreacionais (OCDE, 2013). Apesar disso, as projeções mostram que o país deve sofrer com a crise hídrica. Becker (2013) estima que a demanda para 2030 seja de 3.000 milhões de m<sup>3</sup>, enquanto que o volume de água disponível será de apenas 1.300 milhões de m<sup>3</sup>.

## GESTÃO BRASILEIRA

Com a promulgação da Constituição de 1988 (Brasil, 1988), as águas no território brasileiro passaram a ser competência de dois entes da federação: estados e União. Contudo, enquanto a gestão as águas superficiais podem ser de competência dos estados ou da União, a gestão das águas subterrâneas é apenas dos estados, embora os limites dos aquíferos ultrapassem os limites dos estados ou até mesmo do país, como é o caso do Sistema Aquífero Guarani.

Há ainda outra complicação. Se as águas subterrâneas contiveram determinadas qualidades físico-químicas, serão consideradas um recurso mineral e, portanto, de competência da União (Brasil, 1945). Assim, há ao todo 28 instituições responsáveis por gerir os recursos hídricos subterrâneos e muitas vezes com áreas sobrepostas e regras distintas.

O nível de gestão estadual dos recursos hídricos é variado. A Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), enquadrando os estados em diferentes tipologias de gestão na implementação do Progestão. Os estados foram classificados em quatro tipologias (A, B, C, D) considerando sua matriz institucional e o grau de complexidade da gestão, sendo A a tipologia mais básica e D, a mais complexa (ANA, 2018). A maioria dos estados possui tipologia B. Esse cenário mostra a diversidade dos níveis de gestão no país. Estados como São Paulo e Ceará com uma gestão robusta, uma ampla rede de informações e conhecimentos e outros como Piauí e Maranhão com uma gestão incipiente.

Com relação ao arcabouço legal, pode-se citar as resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que estabelecem critérios mínimos para concessão de

outorga de águas subterrâneas, a troca de informações entre as licenças ambientais e outorga e entre as águas minerais e subterrâneas (CNRH, 2011). Interessante é a resolução 107/2010 que incube a ANA e CPRM pela implementação e gerenciamento da rede de monitoramento de águas subterrâneas.

A CPRM já realiza o monitoramento de alguns sistemas aquíferos no Brasil através da Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS), divulgando os dados através do Sistema de Informações sobre Águas Subterrâneas (SIAGAS), entretanto esse sistema atua de forma independente dos estados, não havendo integração nem com sistemas de informações nacionais.

Segundo o SIAGAS, o Brasil possui atualmente aproximadamente 370 mil poços perfurados, 30% dos quais concentrados no estado de São Paulo, Pernambuco e Piauí. Infelizmente, não há informações completas sobre esses poços, o que dificulta um diagnóstico sobre volume de extração, aquíferos mais utilizados e até mesmo os usos mais constantes. Seria necessário investigar o banco de dados dos estados, entretanto sem uma padronização das informações, torna-se um trabalho árduo. Além disso, estados como o Piauí não possuem um sistema informatizado e de fácil acesso, gerando mais um obstáculo.

Dentre os instrumentos da gestão está a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, todavia apenas poucas bacias e estados o implementaram. Apenas Ceará, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraíba, Minas Gerais e Paraná aplicam o instrumento.

Em 2013, a ANA criou o Progestão, um programa com a finalidade de ajudar financeiramente os estados através da consecução de metas. O programa é dividido em metas nacionais e estaduais, que deverão ser acordadas entre a ANA, estados e Conselhos Estaduais. Desde a implantação do programa, a agência exige informações dos estados sobre as águas subterrâneas para complementar o relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos. A agência ainda disponibiliza aos órgãos gestores recursos para serem investidos em pesquisa sobre os aquíferos locais, contudo para utilização deles é preciso apresentar um projeto, termo de referência para análise na ANA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são discutidos os resultados encontrados da pesquisa realizada. No quadro 1 é feito um resumo esquemático dos modelos de gestão pesquisados.

### NÍVEL DA GESTÃO

O projeto Governança das Águas Subterrâneas estabelece que a gestão deve ser descentralizada e local, mas integrada com as esferas de poder. Como as águas subterrâneas são um recurso essencialmente local, o ideal é que haja agências locais de gerenciamento, com uma equipe capacitada, com o vasto conhecimento do recurso e da realidade local para tomada de decisões. Elas ainda devem ser responsáveis pelo envolvimento dos *atores* na gestão.

Os outros níveis de gestão (estadual e nacional) devem ser responsáveis pelo suporte financeiro, estratégias de monitoramento, alocação de recursos, regulamentações; ou seja, devem ocupar um nível mais estratégico.

Porém, o que se nota é que há uma preferência pela escala regional, ficando a gestão centralizada nesse nível. O PGAS critica esse tipo de gestão, pois é no nível local que o trabalho é mais intenso, onde são necessários profissionais com perfis de líderes, capazes de resolver problemas, mas também com um know-how suficiente para saber coletar, analisar e interpretar os dados do monitoramento.

Apenas a Califórnia prioriza a gestão local, determinando a criação das agências sustentáveis e da elaboração dos planos diretores, os demais a gestão é centralizada no estado. No caso brasileiro, há a previsão de agências de bacias, porém não há uma regulamentação para sua criação, e a sua operação está condicionada aos recursos financeiros provenientes da cobrança. Nesse sentido são poucas as agências existentes, mas um bom exemplo é o estado do Ceará, em que existem inspetorias do órgão gestor espalhadas pelas unidades de gerenciamento.

Na Austrália, embora o NWI tenha firmado um pacto pelo fortalecimento da gestão das águas no país, os estados-membros têm autonomia sobre a gestão das águas. Situação semelhante à brasileira, a União fica com um papel de ditar procedimentos gerais e dar incentivos para a gestão.

Em Israel a gestão é nacional, centralizada e concentrada. o Estado é detentor da água presente no seu território, inclusive das águas da chuva, e muito embora haja a previsão de outorga de direito de uso, essa é muito difícil de ser emitida como afirma OCDE (2015).

Quadro 1. Comparação entre os modelos de acordo com o Projeto Governança das Águas Subterrâneas

| Variável Analisada              | Austrália   | Califórnia  | Israel   | Brasil  |
|---------------------------------|---|---|--|---|
| Competência                     | Estadual  | Local   | Nacional   | Estadual  |
| Descentralização                | Sim   | Sim   | Não  | Sim   |
| Desconcentrada                  | Sim   | Sim   | Não  | Sim   |
| Lei Principal                   | NWI   | SGMA  | The Water Law  | PNRH  |
| Plano Diretor                   | Sim, Estabelecido no NWI  | Sim, Estabelecido no SGMA   | Sim, sem uma lei específica  | Sim, Resolução nº CNRH 22/2002  |
| Financiamento                   | Mercado das Águas, é permitido cobrar dos usuários  | Cobrança de taxas, é permitido cobrar dos usuários pela extração ou outra atividade regulada  | Cobrança pelo uso dos recursos hídricos, diferenciada por finalidade                             | Há previsão legislativa e aplicação em algumas bacias hidrográficas e estados |
| Liderança                       | Agências Estaduais  | Agências Locais   | Agência Nacional   | Agências Estaduais  |
| Informação e Conhecimento       | NGIS, water accounting  | BMP e Bulletin 118  | Possui sistema de informação nacional, divulgando os resultados regularmente                     | SIAGAS, Relatório Conjuntura  |
| Monitoramento                   | Cada estado possui sua rede de monitoramento, mas há uma preocupação na padronização dos dados                        | As agências locais são incentivadas a fazer parte do CASGEM.  | Feito pelo Water Authority. Todos os usuários são monitorados                                    | RIMAS   |
| Participação social             | A sociedade tem que ser consultada na elaboração dos planos diretores e ser informada sobre os usos e títulos de água | A sociedade tem que participar de todo o processo de elaboração dos planos diretores, há procedimentos específicos para informação da população | Não há uma participação efetiva. Governo se preocupa com programas de conscientização ambiental. | CNRH, CBHs  |
| Integração com outras políticas | Integração com o saneamento e a exigência de gestão conjunta com as águas superficiais e meio ambiente                | Integração com o setor de saneamento, mas a necessidade de integração é delegada aos planos   | Ampla integração com setor de saneamento   | Exigido na política, mas delegado aos planos diretores                        |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

## ARCABOUÇO LEGAL

O projeto da Governança das Águas Subterrâneas (FAO, 2016) recomenda que os direitos de uso da água sejam separados do direito de propriedade do solo, as águas subterrâneas sejam públicas, licenças para poços tubulares e extração de água, transparência e compartilhamento de dados, e controle da poluição. Com relação a esse último, os modelos brasileiro e de Israel são, sem dúvida, o que mais se destacam, apresentando parâmetros específicos para as águas subterrâneas de acordo com a classe. Em Israel, os parâmetros de qualidade das águas são ditados pelo Ministério da Saúde, enquanto no Brasil existem a resolução CONAMA nº 396/2008 (MMA, 2012) e a portaria PRC MS nº 05/2017 (MS, 2017). Os demais modelos, apenas trazem, na sua legislação, aspectos genéricos da qualidade, preocupando-se muito com a intrusão salina.

Com relação aos outros aspectos apontados, a Califórnia mais uma vez destoa dos demais. Isso porque o estado não respeita os dois primeiros quesitos. No estado impera o direito ribeirinho. Entretanto, com a promulgação do SGMA os usuários ficam obrigados a informar as agências locais sobre o volume extraído e a sua finalidade. Além disso, os usuários precisam preencher um formulário anualmente informando uma série de parâmetros para as agências.

O modelo australiano é um caso interessante, pois o NWI é um acordo feito entre os estados membros que devem perseguir os objetivos em comuns através do desenvolvimento dos oito pontos-chaves. O NWI determina que os estados devam seguir os princípios da gestão adaptativa (“aprendendo fazendo”). Além disso, o meio ambiente é considerado um usuário de recursos hídricos e para que os estados devam identificar os ecossistemas dependentes das águas, caracterizá-los, identificar o volume e a qualidade da água necessária para esse ecossistema, bem como a sua resiliência às mudanças.

O NWI incentiva o mercado das águas, pois entende que ele pode propiciar um uso mais eficiente do recurso, contudo ele só pode ser aplicado, em regiões que possuam um grande conhecimento do regime hídrico. Também cita-se a questão dos títulos de água, que podem ser provisórios ou vitalícios. Esses títulos são fornecidos pelos órgãos gestores após análises, assim como as outorgas de direito de uso, entretanto, o usuário pode vender o uso dessa água a outrem desde que informe aos órgãos competentes.

O modelo brasileiro e de Israel são parecidos quanto a concepção do arcabouço legal, possuindo uma lei mais genérica sobre a gestão de águas subterrâneas e atos normativos que ditam aspectos específicos da gestão. The Water Law é responsável apenas pela regulação da gestão da água, havendo outros normativos para regular a qualidade, o planejamento, a construção e a proteção ao meio ambiente.

No caso de Israel embora sejam emitidos documentos para direito de uso da água é algo bem raro de algum usuário conseguir. Como se viu anteriormente, o Estado de Israel detém o controle de toda a água e essa é distribuída pelo NWC e/ou pelas concessionárias que distribuem aos usuários.

No modelo brasileiro, tem-se a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e as resoluções dos conselhos nacionais, contudo, cada estado possui sua própria legislação para a gestão de águas subterrâneas. Estados como São Paulo Pernambuco e Goiás possuem uma lei específica sobre o tema, enquanto estados como o Amazonas e o Piauí destinam um capítulo de suas Políticas Estaduais de Recursos Hídricos. No caso do Amazonas, há ainda o decreto regulamentador da

Política Estadual e a resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 01/2016 sobre os pedidos de outorgas, que contém os critérios de análise para as águas subterrâneas.

## LIDERANÇA

Para o PGAS é essencial que haja alguém ou alguma instituição com papel de líder, pois a esse caberá executar as ações da gestão, motivar o envolvimento dos atores, buscar apoio político e dar credibilidade à gestão. Em todos os modelos analisados, esse papel é exercido por instituições públicas. Mas enquanto na Califórnia, há uma preferência (um requisito) por agências locais, nos demais essa função é exercida por agências a nível regional ou nacional, no caso de Israel.

Em todos os modelos também nota-se uma preocupação em haver ações coordenadas com instituições de escala nacional. Assim, na Califórnia há as agências locais que se comunicam com o *Department of Water Resources*; na Austrália os órgãos gestores estaduais com a *Bureau of Meteorology* (BoM), e a *Productivity Commission* (PC) e acima deles o *Council of Australian Government* (COAG); em Israel a liderança é exercida pela *The Water Authority*, órgão gestor e no Brasil há os órgãos gestores estaduais.

Vale ressaltar que a identificação do líder nem sempre significa que ele tenha a devida credibilidade para gerir as águas subterrâneas. É o caso do Piauí, em que apesar da SEMAR ser o órgão gestor e, por lógica, o líder; percebe-se no estado uma pulverização e competências da gestão e uma alta descredibilidade do órgão, num cenário em que há um alto número de usuários irregulares, e ações de gestão são executadas por órgãos em que nada tem a ver com a gestão de recursos hídricos.

## INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO E MONITORAMENTO

Para o PGAS, há quatro pilares que sustentam a informação e o conhecimento: (i) coleta de dados, (ii) armazenamento, processamento e interpretação de dados; (iii) compartilhamento da informação, (iv) tradução e disseminação.

Há uma preocupação nos modelos australiano e californiano em seguir esse padrão. Ambos possuem uma rede de monitoramento, um sistema de informação e divulgação dos dados à população. Mais uma vez, o modelo australiano chama a atenção, porque há uma preocupação em padronizar os dados coletados e facilitar a sua análise e, por conseguinte, a sua divulgação. No país houve uma preocupação em padronizar as unidades geológicas, sua delimitação, a frequência do monitoramento, e estabelecer procedimentos para o processamento dos dados. Também se destaca o *Water Accountig*, que é o relatório emitido anualmente pelo BoM informando a porcentagem do volume de água utilizada pelo meio ambiente e demais usuários de águas subterrâneas.

Na Califórnia, com a introdução do CASGEM (Monitoramento dos Níveis Piezométricos das Águas Subterrâneas), não há um problema com a padronização do monitoramento. Na verdade, a principal preocupação é a sua operacionalização, já que muitas bacias estão localizadas em áreas pouco adensadas, logo elas devem pedir auxílio financeiro e técnico ao DWR.

Em Israel, todas essas funções são exercidas pela *The Water Authority*. O país mantém todos os usos sob monitoramento e medição e regularmente divulga seus dados na página do órgão.

No caso brasileiro, há apenas a rede administrada pela CPRM - o RIMAS – que se concentra em alguns aquíferos no território. Contudo há a intenção da implantação de uma rede em nível nacional e mais abrangente para monitorar aspectos quantitativos e qualitativos (MMA, 2014).

## ENVOLVIMENTO DOS ATORES

O PGAS em vários momentos lembra que o envolvimento dos atores no processo de gestão é importante. O PGAS entende que a participação dos vários atores na gestão leva a boas políticas e melhores planos de gerenciamento. Além disso, com o envolvimento deles, cresce a importância do tema e as ações tornam-se mais fáceis de serem implementadas.

Em todos os modelos foram notados dispositivos para a participação popular. Tanto o modelo australiano quanto o californiano exigem a participação da sociedade na elaboração dos planos diretores, sendo o segundo mais incisivo, exigindo que a população participe desde a elaboração para a produção do plano. No primeiro, a participação popular tem um caráter mais consultivo. Em Israel, embora o governo faça campanhas para a conscientização ambiental e no conselho da The Water Authority seja destinado assentos para a sociedade, as pessoas que ocupam tais assentos são indicadas pelo Ministério de Energia, o que faz com que a gestão das águas permaneça majoritariamente a cargo do governo.

O modelo brasileiro estabelece procedimentos para a participação. São as chamadas arenas de debates, que são os conselhos e comitês. Cada uma dessas arenas possuem um regimento e constituição própria, mas sendo respeitado o disposto na lei nº 9.433/1997. Quanto a efetividade do modelo, Jacobi (2003) cita que ainda há muito que ser feito, isso porque apesar do grande número de comitês formados, muitos enfrentam problemas de atuação. Geralmente, os órgãos gestores tratam essas arenas como uma etapa burocrática do processo de gestão; há uma dificuldade na participação dos pequenos usuários; há dificuldade na mobilização dos atores; e muitos não estão capacitados ou não entendem como funciona a gestão de recursos hídricos.

## INTEGRAÇÃO COM OUTRAS POLÍTICAS

É importante que a gestão das águas subterrâneas não seja tratada de modo isolado, que seja entendido como ela afeta, impacta as demais políticas. O projeto Governança das Águas Subterrâneas estabelece dois tipos de links que devem ser vistos: os internos, de impacto direto, e os externos, impacto indireto. Os primeiros estão relacionados com a gestão das águas superficiais e saneamento, já o segundo refere-se às políticas de uso e ocupação do solo, do espaço subsuperficial e a energia.

Dos modelos analisados, percebe-se que os links internos são bem definidos na gestão. Tanto o modelo australiano quanto o californiano, há uma preocupação com o saneamento, principalmente com o componente do abastecimento público. Ainda, no australiano, o NWI estabelece que onde houver uma interação direta entre águas superficiais e subterrâneas, esses recursos devem ser geridos como se fossem um.

O modelo australiano apresenta uma visão interessante quanto à integração com a gestão de meio ambiente ao inserir o conceito de ecossistemas dependentes de águas subterrâneas (GDE). Como já se mencionou anteriormente, deve se identificar tais ecossistemas e a sua necessidade pelas águas subterrâneas. Esses

ecossistemas devem ser monitorados e as tomadas de decisões devem levar em consideração a sua preservação e conservação.

Nesse ponto, o governo australiano por intermédio do BoM produziu um extensivo trabalho identificando todos os GDE e, ainda, elaborou duas cartilhas para auxiliar os estados no gerenciamento e caracterização deles. O problema dessa gestão refere-se ao fato que os impactos não são percebidos a curto prazo e nem tampouco de fáceis identificação, o que pode acabar frustrando os gestores. Logo, é preciso um monitoramento constante e de longo prazo.

Israel é o que mais se destaca nesse quesito. Dado a sua gestão centralizada e concentrada, o estado consegue monitorar todos os usos e usuários de água. Além disso, as políticas de alocação de água levam em conta diversos fatores desde os climáticos até o tipo de cultura, no caso da agricultura.

No modelo brasileiro, no art 3º da PNRH é dado um pequeno rol de políticas que devem ser integradas (meio ambiente; uso e ocupação do solo; diversidades físicas, demográficas, econômicas, sociais, culturais), entretanto a integração entre as políticas fica a cargo dos planos diretores que ao fazer o planejamento devem considerar todas as interferências na gestão.

Quanto aos links externos, não se destacou nenhuma ação de gestão, embora haja a exigência de, quando da elaboração dos planos diretores, que eles sejam identificados e levados em consideração. O Quadro 1 apresenta um resumo das análises feitas.

## FINANCIAMENTO DA GESTÃO

Nessa parte é discutido como conseguir recursos para financiar a gestão e o fortalecimento das águas subterrâneas. O Projeto cita a direta relação entre a economia e o uso das águas subterrâneas e a necessidade de redirecionar recursos para a sua preservação e proteção. Nesse ponto entra em pauta a valoração da água, e os instrumentos financeiros de gestão como forma não só de promover o uso consciente, mas também de financiar a gestão.

Embora o modelo australiano exija que haja uma política de preços para financiamento da gestão, ele não é muito claro sobre quais instrumentos utilizar. Na verdade, o NWI traz uma série de recomendações sobre a precificação da água para as regiões metropolitanas e zonas rurais, além disso, exige que sejam públicos todos os custos com o gerenciamento dos recursos hídricos. Uma das exigências feitas é quanto ao cálculo do preço da água: que nele seja incluído os impactos ao meio ambiente, mas somente quando for viável. Por outro lado, é preciso reconhecer o aporte financeiro concedido pelo Estado para pesquisa, conhecimento e divulgação sobre águas subterrâneas que culminaram num centro de pesquisas somente sobre águas subterrâneas e convênios com as universidades para pesquisa.

Os modelos californiano e brasileiro estabelecem a cobrança pelo uso de recursos hídricos, embora nesse ainda é um instrumento pouco aplicado. O californiano ainda deixa a critério das agências para que essas cobrem por outras atividades como forma de financiar a gestão, no entanto, tanto os preços como as taxas devem ser justificadas à população.

No modelo de Israel são cobradas duas taxas: (i) uma referente ao custo de abastecimento e operação do sistema; (ii) e outra pela extração de água. Os usuários são enquadrados em cotas de volume em que é definido um valor pelo metro cúbico da água. Ainda há os investimentos feitos pelo próprio governo para desenvolver novas tecnologias para aumentar a oferta hídrica.

## DIRETRIZES PARA O PLANO DIRETORES

Os planos de gerenciamento deverão ser criados a partir da caracterização dos aquíferos, do seu estado atual, oportunidades e riscos, dos objetivos do gerenciamento, do monitoramento, da avaliação e ajustamentos para um novo ciclo. É importante citar que nem todos os aquíferos necessitam de um plano de gerenciamento. Esse deve ser produzido principalmente para aquíferos prioritários, que devem ser escolhidos ou ranqueados a partir da consideração de fatores sociais, econômicos, dos objetivos do gerenciamento, do foco ambiental, e outros fatores.

Dos modelos, o californiano é o que segue à risca o que diz o Projeto. Embora todos contenham diretrizes gerais para a elaboração dos planos, o californiano estabelece que esse devem ser feitos primeiramente para as bacias prioritárias, havendo prazos para sua elaboração e execução. Foi estabelecido uma metodologia para a escolha das bacias prioritárias, que levam uma série de oito fatores como, densidade demográfica, número de poços perfurados, vulnerabilidade, dependência socioeconômica, entre outros.

Essas bacias foram classificadas em quatro níveis: alta prioridade, média prioridade, baixa e muito baixa prioridade. Aos dois primeiros foram estabelecidos os prazos para a produção do plano. Por essa classificação também há uma preferência para o monitoramento.

Nos demais modelos, há diretrizes gerais para o estabelecimento dos planos diretores nas leis principais, com exceção de Israel. Na verdade, existe um plano diretor para o país, chamado de Master Plan, produzido em 2012 e com horizonte de projeto de 08 anos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se nota, há uma certa congruência entre os modelos analisados e o projeto Governança das Águas subterrâneas, principalmente no que diz respeito ao monitoramento e divulgação das informações. Ainda há uma preocupação com a participação da sociedade na gestão (embora seja notada que essa aconteça em diversos níveis) e também com as formas para o financiamento da gestão.

Contudo eles destoam do PGAS quanto ao nível de gestão, em que há uma preferência para uma gestão centralizada e a nível mais estadual. Também quanto as licenças, apenas a Califórnia não segue esse princípio, embora haja um acompanhamento dos usos feitos. Com relação a integração entre outras gestões, nota-se uma certa heterogeneidade. Embora a maioria encarregue os planos diretores para isso, há uma preocupação maior com as políticas de saneamento (destacando o componente de abastecimento de água). A Austrália, ao implementar a análise de risco e gestão dos ecossistemas dependentes de águas subterrâneas promove uma interessante integração entre o meio ambiente e recursos hídricos.

O modelo brasileiro, apesar de cumprir boa parte dos requisitos ditados no PGAS, ainda carece de uma rede de monitoramento e informações detalhadas sobre os aquíferos. Vale ainda ressaltar, que devido ao variado grau de complexidade da gestão entre os estados, pode-se encontrar diferentes níveis de informações sobre os aquíferos. Além disso, outra deficiência do modelo é quanto a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, que seria uma maneira de financiar a gestão.

Do modelo brasileiro pode-se destacar a participação social, possuindo arenas de debates e procedimentos específicos para a participação. É claro que o nível de

participação varia de estado para estado, mas quando comparado, por exemplo, com Israel, nota-se que nesse a sociedade tem uma participação passiva e, embora tenha representantes dentro do conselho do órgão gestor, eles são indicados pelo governo.

Assim, dos modelos analisados percebe-se que eles apresentam os requisitos necessários para uma boa governança das águas subterrâneas, como recomenda o PGAS, ainda que estejam em diferentes níveis de implementação e operacionalização.

## REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas - Progestão**. [S. l.], 2018. Disponível em: <http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao>. Acesso em: 5 out. 2020.

BECKER, Nir. Introduction. *In*: BECKER, Nir (org.). **Water Policy in Israel. Context Issues and Options**. [S. l.]: Springer, 2013. v. 53, p. 287.

BOM - BUREAU OF METEOROLGY. **National Groundwater Information System**. Melbourne: [s. n.], 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasil: 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 12 ago. 2020.

BRASIL. **Decreto-lei nº 7.841, de 8 de agosto de 1945**. Código de Águas Minerais. Brasil: Diário Oficial da União, 8 ago. 1945. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/del7841.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del7841.htm). Acesso em: 23 ago. 2023.

BUREAU OF METEOROLOGY. **Australian Groundwater Insight**. [S. l.], 2023. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/water/groundwater/insight/#/hydrogeology/summary>. Acesso em: 3 maio 2023.

BUREAU OF METEOROLOGY. **Infosheet 16 - National Groundwater Information System**. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: [www.bom.gov.au/water/groundwater/ngis](http://www.bom.gov.au/water/groundwater/ngis).

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **CONJUNTO DE NORMAS LEGAIS**. [S. l.: s. n.], 2011.

COAG - COUNCIL OF AUSTRALIAN GOVERNMENT. **Intergovernmental Agreement on a National Water Initiative**. National Water Initiative. Australia: 2004.

DWR - CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES. California's Groundwater: Update 2013. *In*: CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES (org.). **California's Grounwater Update 2013: A compilation of Enhanced Content for California Water Plan Update 2013**. [S. l.: s. n.], 2015. p. 1–90.

DWR - DEPARTMENT OF WATER RESOURCES. **Bulletin 118 - California's Groundwater**. Sacramento: [s. n.], 2003.

EUROPEAN COMMISSION. **Groundwater**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/groundwater/framework.htm>. Acesso em: 24 fev. 2022.

FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Framework for Action to Achieve the Vision on Groundwater Governance**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <http://www.cashlearning.org/downloads/calp-framework-web.pdf>.

GUN, Jac van der.; AMORE, Luiz. **Groundwater and global change: trends opportunities and challenges**. [S. l.]: Unesco, 2012.

HAGER, F. P. V. *et al.* A PROBLEMÁTICA DA GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, [s. l.], p. 1–17, 2002.

HOUDRET, Annabelle; HEINZ, Rebecca. Groundwater governance through institutional bricolage? Participation in Morocco's Chtouka aquifer contract. **Water International**, [s. l.], v. 47, n. 4, p. 565–582, 2022.

JACOBI, Pedro Roberto. Espaços públicos e práticas participativas na gestão do meio ambiente no Brasil. **Sociedade e Estado**, [s. l.], v. 18, n. 1–2, p. 315–338, 2003.

KISLEV, Yoav. Chapter 11: Regulation and Legislation. *In*: NACHSHON-SHARON, Dalit (org.). **The Water Economy of Israel**. Internet Eed. Jerusalem: Translation: Erez, M., 2011. p. 103–107.

LAN, Le *et al.* Performance of a uniform proportional “cut” to manage declining groundwater in Western Australia. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 598, 2021.

LLAMAS, M. R.; MARTÍNEZ-SANTOS, P. Intensive groundwater use: Silent revolution and potential source of social conflicts. **Journal of Water Resources Planning and Management**, [s. l.], v. 131, n. 5, p. 337–341, 2005.

MEGDAL, Sharon B. *et al.* Innovative Approaches to Collaborative Groundwater Governance in the United States: Case Studies from Three High-Growth Regions in the Sun Belt. **Environmental Management**, [s. l.], v. 59, n. 5, p. 718–735, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-017-0830-7>.

MEMON, Aneela Hameem *et al.* Study of GIS-based groundwater potential zones for agricultural sustainability: an arid region. **Water Practice and Technology**, [s. l.], 2023.

MILMAN, A *et al.* Establishment of agencies for local groundwater governance under California's Sustainable Groundwater Management Act. *Water Alternatives* 11(3): 458–480 Establishment of Agencies for Local Groundwater Governance under California's

Sustainable Groundwater Management Act. [s. l.], v. 11, 2018. Disponível em: [www.water-alternatives.org](http://www.water-alternatives.org).

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Conjunto de Normas Legais dos Recursos Hídricos**. 8. ed. Brasília: [s. n.], 2014.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do CONAMA: Resoluções Vigentes Publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Edição Esped. Brasília - DF: [s. n.], 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>.

MOLLE, François; CLOSAS, Alvar. **Why is state-centered groundwater governance largely ineffective? A review**. [S. l.]: John Wiley and Sons Inc, 2020.

MONTEIRO, Pedro; CABRAL, Jaime. Análise SWOT da Gestão de Águas Subterrâneas no Piauí. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 5–5, 2018.

MORAN, Tara; WENDELL, Dan. **THE SUSTAINABLE GROUNDWATER MANAGEMENT ACT OF 2014: Challenges and Opportunities for Implementation**. [S. l.: s. n.], 2015.

MS - MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasil, n. PRC n 05/2017, 2017.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO. *Water*. In: OECD ENVIRONMENTAL PERFORMANCE REVIEWS: ISRAEL 2011. [S. l.]: OECD, 2013. p. 215. Disponível em: [http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-performance-reviews-south-africa-2013\\_9789264202887-en](http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-performance-reviews-south-africa-2013_9789264202887-en).

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Water Resources Allocation**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-allocation\\_9789264229631-en](https://www.oecd-ilibrary.org/environment/water-resources-allocation_9789264229631-en).

PANDEY, Hemant Kumar; SINGH, Vishal Kumar; SINGH, Sudhir Kumar. Multi-criteria decision making and Dempster-Shafer model-based delineation of groundwater prospect zones from a semi-arid environment. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 29, n. 31, p. 47740–47758, 2022.

PARLIAMENT OF AUSTRALIA. **Infosheet 20 - The Australian system of government**. [S. l.], 2022. Disponível em: [https://www.aph.gov.au/About\\_Parliament/House\\_of\\_Representatives/Powers\\_practice\\_and\\_procedure/00\\_-\\_Infosheets/Infosheet\\_20\\_-\\_The\\_Australian\\_system\\_of\\_government](https://www.aph.gov.au/About_Parliament/House_of_Representatives/Powers_practice_and_procedure/00_-_Infosheets/Infosheet_20_-_The_Australian_system_of_government). Acesso em: 20 fev. 2022.

PRODUCTIVITY COMMISSION. **National Water Reform - Overview and Draft Recommendations**. Canberra: [s. n.], 2017.

PRODUCTIVITY COMMISSION. **National Water Reform 2020: Inquiry Report**. Canberra: [s. n.], 2021.

RICHARDSON, S *et al.* **Ecosystems Toolbox Part 1 : Assessment Tools**. Canberra: [s. n.], 2011.

SCHWARZ, J.; BEAR, J.; DAGAN, G. Groundwater Development in Israel. **Groundwater**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 143–148, 2016.

SHAH, Tushaar. The Groundwater Economy of South Asia: An Assessment of Size, Significance and Socio-ecological Impacts. *In*: GIORDANO, M.; VILLHOLTH, K. G. (org.). **The Agricultural Groundwater Revolution Opportunites and Threats to Development**. Sri Lanka: [s. n.], 2007. v. 1, p. 7–36.

SILVA, M. I. *et al.* Assessment of groundwater quality in a Brazilian semiarid basin using an integration of GIS, water quality index and multivariate statistical techniques. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 598, 2021.

STATE OF CALIFORNIA. Sustainable Groundwater Management Act. **Division of Agriculture and Natural Resources. University of California, Davis.**: California, 1168, 2014. Disponível em: <http://groundwater.ucdavis.edu/SGMA/%0Awww.downeybrand.com>.

TURRAL, Hugh; FUGALLAR, Imogen. Institucional Directions in Groundwater Management in Australia. *In*: GIORDANO, M; VILLHOTH, Karen G. (org.). **The Agricultural Groundwater Revolution Opportunites and Threats to Development**. Sri Lanka: [s. n.], 2007. p. 32.

UN-IGRAC - INTERNATIONAL GROUNDWATER RESOURCES ASSESSMENT CENTER. **Global Groundwater Information System**. Westvest - Netherlands: [s. n.], 2017. Disponível em: <http://www.un-igrac.org>.

WEINBERGER, Gavriel *et al.* **The Natural Water Resources Between the Mediterranean Sea and the Jordan River** Hidrological Service of Israel. Jerusalém: [s. n.], 2012.

WHYMAP - WORLD-WIDE HYDROGEOLOGICAL MAPPING AND ASSESSMENT PROGRAMME. **World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme (WHYMAP)**. [S. l.], 2017. Disponível em: [https://www.whymap.org/whymap/EN/Home/whymap\\_node.html](https://www.whymap.org/whymap/EN/Home/whymap_node.html). Acesso em: 24 fev. 2022.