

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Mariana de Barros Dlumou

**Evolução da outorga de água subterrânea no Estado de Alagoas: estudo de caso no
município de Maceió**

Maceió

2022

Mariana de Barros Dlumou

Evolução da outorga de água subterrânea no Estado de Alagoas: estudo de caso no município de Maceió

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Professora Dra. Cleuda Custódio Freire

Maceió

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

D626e Dlumou, Mariana de Barros.

Evolução da outorga de água subterrânea no estado de Alagoas : estudo de caso no município de Maceió / Mariana de Barros Dlumou. – Maceió, 2022.
57 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientador: Cleuda Custódio Freire.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 54-57.

1. Aquíferos - Maceió (AL). 2. Gestão de recursos hídricos - Estatuto legal, leis, etc. I. Título.

CDU: 556.33(813.5)

À memória de Dilza Mariano de Barros, minha avó e melhor professora do Brasil, quiçá do mundo inteiro.

Te amarei para além da eternidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a minha avó Dilza Mariano (em memória), minha maior inspiração. Sei que sua partida aconteceu quando minha trajetória na graduação nem havia começado, mas tenho certeza de que a senhora, de onde estiver, está muito feliz com a concretização desse sonho. Tenho muito orgulho de ser sua neta.

Aos meus pais, Sílvio Dlumou e Soraya Barros, principais responsáveis por todas as minhas conquistas, por todo o carinho, amor, paciência e apoio que sempre me deram. Sou imensamente grata por todo o incentivo e confiança de vocês. A todos os meus familiares que torceram e me deram apoio sempre. À Ninoca, minha cachorrinha, que foi minha maior parceira das madrugadas e maior incentivadora com seus olhares e gestos de carinho.

Agradeço imensamente à professora Cleuda Custódio, pela orientação e acompanhamento deste trabalho. Muito obrigada por colaborar da melhor maneira possível para a realização deste estudo e, principalmente, pelos comentários e instruções tão enriquecedores. Agradeço também a todas as professoras e todos os professores com quem tive o prazer de encontrar e aprender ao longo desta jornada, em especial a professora Rochana Campos e o professor Eduardo Lucena, que acreditaram no potencial deste trabalho e contribuíram com importantes considerações.

À Flávia Gomes, amiga que ganhei desde o nivelamento, por me acompanhar e incentivar desde sempre em todas as etapas do curso e pela amizade que construímos nesses anos.

À Ana Lua Telles, que tive o prazer de reencontrar e encontrar depois de tantos anos, por compartilhar desde os piores aos melhores momentos da graduação. Sou muito feliz por finalizar este ciclo com você junto a mim, nunca pensei que a gente criaria um laço tão forte de amizade como o que a gente tem. À Nathacha Cavalcante, minha companheira de graduação e de estágio, pela amizade e pela parceria, principalmente nos momentos de surto.

À Anita Gaia, minha maior referência acadêmica, por toda a amizade, carinho, ajuda e disponibilidade ao longo desses anos.

Aos meus amigos “sobreviventes”, que foram muito importantes no processo de aprendizado e crescimento: Johnatas Heber, Mariana Oliveira e Letícia Marinho. Obrigada pela partilha de vivências e de bons momentos.

Aos amigos que adquiri na faculdade, por todas as horas, boas e difíceis, que passamos juntos: Pietra Alcântara, Mateus Marinho, Augusto Alencar, Milena Abreu, Marcos Vinícius e Aduino Araújo.

Ao Centro Acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária e todos os seus membros.

À Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos por auxiliar na obtenção dos dados utilizados no estudo.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Alagoas, ao Centro de Tecnologia e ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pela oportunidade de expandir meus horizontes.

RESUMO

Apesar de representar a principal fonte de abastecimento de água potável em Maceió, as águas subterrâneas têm sido cada vez mais utilizadas em razão da demanda crescente e das melhores condições de exploração. O uso desordenado desses recursos no município, sobretudo quando fortalecido por uma gestão ineficiente e casos de clandestinidade, é preocupante. A instituição da outorga de direito de uso referente às águas subterrâneas, prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos, representa, portanto, uma maneira de atenuar esse cenário. O estudo do avanço desse instrumento é de suma importância no aprimoramento da gestão dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente pela escassez de dados hidrogeológicos e ineficiente fiscalização. Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar a evolução da outorga de água subterrânea no município de Maceió. Para tal, foram analisadas informações básicas de pleito de outorga subterrânea, como as coordenadas geográficas e as finalidades de uso, disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL), assim como os aparatos legais que se aplicam a esse recurso. A partir da análise desses dados, buscou-se relacionar a evolução da outorga com a evolução dos documentos legais referentes às águas subterrâneas entre os anos de 2001 e 2021. A relação entre ambas é evidenciada principalmente nos anos de 2009, 2010 e 2016, destacando a influência da regulamentação da Lei Nacional de Saneamento Básico e da fiscalização da outorga em Alagoas, a implantação da Lei 7.094/2009 e a implementação da Instrução Normativa SRH/SEMARH nº 01/2016. Observou-se, sobretudo, que o Termo de Cooperação Técnica SEMARH-CASAL/2016 foi determinante para o aumento da procura por parte dos usuários para outras finalidades de uso, excetuando o abastecimento humano, e para a queda no número de concessões de outorga após o ano de 2016. A distribuição espacial das outorgas apresentou uma concentração maior nos bairros com predominância de conjuntos residenciais, estabelecimentos industriais e comerciais, respectivamente. As análises, por fim, evidenciaram a não necessidade de novos marcos legais, mas sinalizaram a falta de cumprimento das medidas neles estabelecidas.

Palavras-chave: Aspectos Legais; Aquíferos; Gestão de Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Despite representing the main source of potable water supply in Maceió, the groundwater has been increasingly used due to an increasing demand and better exploration conditions. The uncontrolled use of these resources in the municipality, especially when it is strengthened by inefficient management and cases of illegality, is worrying. The institution of groundwater use rights provided for in the National Water Resources Policy, represents, therefore, a way to relieve this scenario. The advancement study of this instrument is extremely important in improving the management of groundwater resources, mainly due to lack of hydrogeological data and the inefficient inspection. In this sense, this work aims to evaluate the groundwater use rights evolution in the city of Maceió. In order to do this, basic information of groundwater use rights, such as the geographic coordinates and the purposes of use, made available by the State Department of Environment and Water Resources of Alagoas, as well as the pertinent legal apparatus. From the analysis of these data, it was sought to relate the evolution of the use rights with the evolution of legal documents referring to groundwater between the years 2001 and 2021. The relationship between both is evidenced mainly in the years 2009, 2010 and 2016, highlighting the influence of the regulation of the National Basic Sanitation Law and the inspection of the grant in Alagoas, the implementation of Law 7.094/2009 and the implementation of the Normative Instruction SRH/ SEMARH 01/2016. It was observed, above all, that the Technical Cooperation Term SEMARH-CASAL/2016 was decisive for the increase in demand from users for other purposes of use, except for human supply, and for the drop in the number of granting concessions after the year 2016. The spatial distribution of groundwater use rights was more concentrated in neighborhoods with a predominance of residential complexes, industrial and commercial establishments, respectively. Finally, the analyzes showed the lack of need for new legal frameworks but signaled the lack of compliance with the measures established therein.

Keywords: Legal Aspects; Aquifers; Water Resources Management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do tempo dos documentos legais aplicáveis ao estudo.....	17
Figura 2: Mapa da área de estudo.....	23
Figura 3: Fluxograma de metodologia utilizada.....	24
Figura 4: Evolução das outorgas concedidas ao longo do tempo.....	39
Figura 5: Evolução temporal das outorgas, com perspectiva acumulada.....	41
Figura 6: Evolução das isenções de outorgas subterrâneas	42
Figura 7: Evolução temporal das outorgas por modalidade.	42
Figura 8: Variação das validades das outorgas ao longo do tempo.....	43
Figura 9: Variação das validades – Total.	44
Figura 10: Evolução da vazão outorgada ao longo do tempo.....	45
Figura 11: Variação das finalidades de uso – Total.....	46
Figura 12: Evolução das finalidades das outorgas ao longo do tempo.....	47
Figura 13: Variação das outorgas por sistemas aquíferos - Total.....	48
Figura 14: Evolução das outorgas de acordo com seus sistemas aquíferos ao longo do tempo.	48
Figura 15: Total de outorgas subterrâneas distribuídas espacialmente na área de estudo.....	49
Figura 16: Evolução espacial das emissões de outorga.....	50
Figura 17: Distribuição espacial das outorgas emitidas pelos bairros de Maceió.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo dos documentos legais aplicáveis ao estudo.....	16
Tabela 2: Comparativo das diferenças entre as legislações dos estados de Alagoas, Bahia e São Paulo.	37
Tabela 3: Outorgas subterrâneas concedidas ao longo do tempo.....	38
Tabela 4: Evolução das vazões e volumes outorgados ao longo do tempo.....	44

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SEMARH	Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
SERHI	Secretaria de Estado de Recursos Hídricos e Irrigação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	14
	2.1 Objetivo Geral.....	14
	2.2 Objetivos Específicos.....	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
	3.1 Uso e gestão das águas subterrâneas.....	15
	3.2 Documentos legais aplicáveis ao estudo	16
	3.3 Gestão dos recursos hídricos subterrâneos em outras localidades.....	20
	3.4 Área de Estudo	22
4	METODOLOGIA	24
	4.1 Obtenção de informações.....	25
	4.2 Análise criteriosa dos documentos legais referentes às águas subterrâneas	25
	4.3 Tabulação dos dados técnicos de outorga	26
	4.4 Análise de relação entre os dados do pleito de outorga de água subterrânea e documentos legais.....	26
	4.5 Proposta de ações e estratégias para o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
	5.1 Análise criteriosa dos documentos aplicáveis ao estudo.....	27
	5.2 Tabulação dos dados e relação com documentos legais	37
	5.3 Proposta de ações e estratégias	51
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Principal fonte de água doce do planeta, as águas subterrâneas são, regularmente, alternativas mais seguras e confiáveis, capazes de regular a disponibilidade de água no tempo e no espaço (TUCCI; CABRAL, 2003). Entretanto, apesar das vantagens quantitativas e qualitativas, fatores como a contaminação e a utilização exacerbada provocam vastos efeitos nos mananciais subterrâneos (TUCCI; CABRAL, 2003).

Empregadas como fonte alternativa ou complementar às falhas no abastecimento público, pode-se afirmar que as águas subterrâneas no Brasil possuem uma gestão deficiente, com destaque para o caráter oculto desses recursos e para falta de fiscalização adequada. Além disso a quantidade de extração é pouco conhecida, encoberta por muitas situações de clandestinidade, reforçando a falta de dados oficiais (HIRATA *et. al.*, 2019).

A combinação desses fatores – superexploração, má gestão e irregularidades de captações – é alarmante, principalmente em localidades que dependem de forma significativa da água subterrânea. De acordo com a ANA (2010), o uso desse recurso no estado de Alagoas decorre majoritariamente no litoral, englobando uma parcela significativa para o abastecimento de Maceió, capital do Estado. A grande utilização dessas águas na cidade, portanto, ameaça o atendimento à demanda populacional.

Esses dilemas sinalizam a importância de um manejo adequado e uso racional das águas subterrâneas, sendo a outorga de direito de uso dos recursos hídricos um instrumento primordial para garantir o controle qualitativo e quantitativo dos usos dessas águas, de forma a equilibrar e minimizar conflitos.

A outorga é concedida pelo Estado, o qual obtém o domínio das águas de forma geral, e define termos e condições para uso dos recursos hídricos. Com exceção dos usos tidos como insignificantes, a perfuração de poços e o uso dos aquíferos estão sujeitos à obtenção de outorga (HIRATA *et. al.*, 2019).

Em Alagoas, a outorga, prevista pela Lei nº 5.965 de 10 de novembro de 1997, é regulamentada por meio do Decreto Estadual nº 06 de 23 de janeiro de 2001, alterado pelos Decretos nº 170/2001, nº 49.419/2016 e nº 54.766/2017. O órgão gestor responsável por sua emissão é a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH/AL).

Tendo em vista o considerável espaço temporal desde sua regulamentação e todas as adversidades conhecidas no Estado, entende-se que o acompanhamento da evolução e dos

desdobramentos da outorga é primordial para o aprimoramento na gestão dos recursos hídricos, principalmente os subterrâneos, cujos dados relativos são escassos.

O presente estudo visa, portanto, avaliar e diagnosticar como a evolução do instrumento acontece no decorrer do tempo e do espaço no município de Maceió, levando em consideração os documentos legais aplicáveis até os dias de hoje. Um entendimento consistente do avanço da outorga na cidade proporciona um gerenciamento que seja o mais adequado para a realidade local e atual, devendo ser sempre atualizado e atento às mudanças socioeconômicas e políticas do momento.

A identificação do comportamento de alguns parâmetros, como a vazão de exploração e o regime de bombeamento, assim como as principais finalidades de uso e os prazos de validade, é fundamental para o aprimoramento de critérios de outorga já utilizados ou mesmo na criação de novos, dada a relevância das águas subterrâneas para a área de estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a evolução do instrumento de outorga de direito de usos dos recursos hídricos subterrâneos no município de Maceió.

2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar o processo de evolução da outorga ao longo do tempo e do espaço;
- Analisar a possível relação entre a evolução das outorgas e as regulamentações e alterações legais de gestão de recursos hídricos subterrâneos;
- Propor ações e estratégias com base nas análises realizadas, auxiliando o aprimoramento da gestão de recursos hídricos subterrâneos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Uso e gestão das águas subterrâneas

Constituindo a maior reserva de água potável da humanidade, as águas subterrâneas são essenciais à vida, responsáveis pelo abastecimento de cidades, desenvolvimento de atividades econômicas e suprimento de vários sistemas aquáticos. (HIRATA *et al.*, 2019). Na América Latina, grandes áreas metropolitanas, como a Cidade do México e São Paulo, têm a água subterrânea como recurso fundamental (HIRATA; ESCOLERO, 2017). Além de São Paulo, outras cidades do Brasil dependem dessa água para abastecimento, seja total ou parcialmente, como Ribeirão Preto, Natal e a região metropolitana de Recife (TUCCI; CABRAL, 2003).

De acordo com Costa (2008), nos últimos anos, observa-se cada vez mais a utilização dos recursos hídricos subterrâneos, tanto em razão das crescentes demandas, como por questões econômicas e estratégicas. A exploração do manancial subterrâneo dispõe de uma série de benefícios, desde a perspectiva bacteriológica e química, dispensando tratamentos antipoluentes, até o ponto de vista espacial, requerendo pequenas áreas de captação e proteção, e econômico, demandando menores custos (COSTA, 2008).

Apesar de sua utilização muitas vezes desempenhar um papel complementar às águas superficiais, o manancial subterrâneo é, em alguns casos, o principal manancial hídrico (ZOBY; OLIVEIRA, 2005). A contaminação e a superexploração dessas águas, em contrapartida, são inconvenientes que podem gerar problemas, como a subsidência do solo e a intrusão salina, com potencial, inclusive, de provocar efeitos irreparáveis (COSTA, 2008).

Em Maceió, essas águas são utilizadas intensamente, tanto pela grande demanda como pelas melhores condições hidrogeológicas (ANA, 2011). Representam a principal fonte de abastecimento de água potável, com poços profundos que totalizam uma vazão de cerca de 1880 L/s, resultando em quase 70% da água gerada na cidade (CASAL, 2018). Os aquíferos que garantem esse abastecimento, Barreiras e Marituba, passam com uma intensa exploração, provocando imensos rebaixamentos na superfície potenciométrica (ANA, 2011). Além disso, outro problema relacionado à exploração das águas subterrâneas na região é a clandestinidade. Segundo Gomes *et al.* (2019), a intensa utilização dos mananciais subterrâneos não é bem registrada, uma vez que muitos usuários não têm o conhecimento da necessidade de regularizar-se ou optam mesmo por permanecer em situações de ilegalidade.

Esse conjunto de fatores reforça a necessidade da adoção de medidas de orientação, gerenciamento e fiscalização dos recursos hídricos subterrâneos. A outorga de direito de uso, portanto, surge como uma ferramenta de gestão desses recursos, cujos objetivos incluem a

racionalização e a multiplicidade de usos da água. Com a sua instituição nas políticas de recursos hídricos, é possível conter os usos descontrolados e garantir os recursos de maneira sustentada (FREIRE, 2002).

3.2 Documentos legais aplicáveis ao estudo

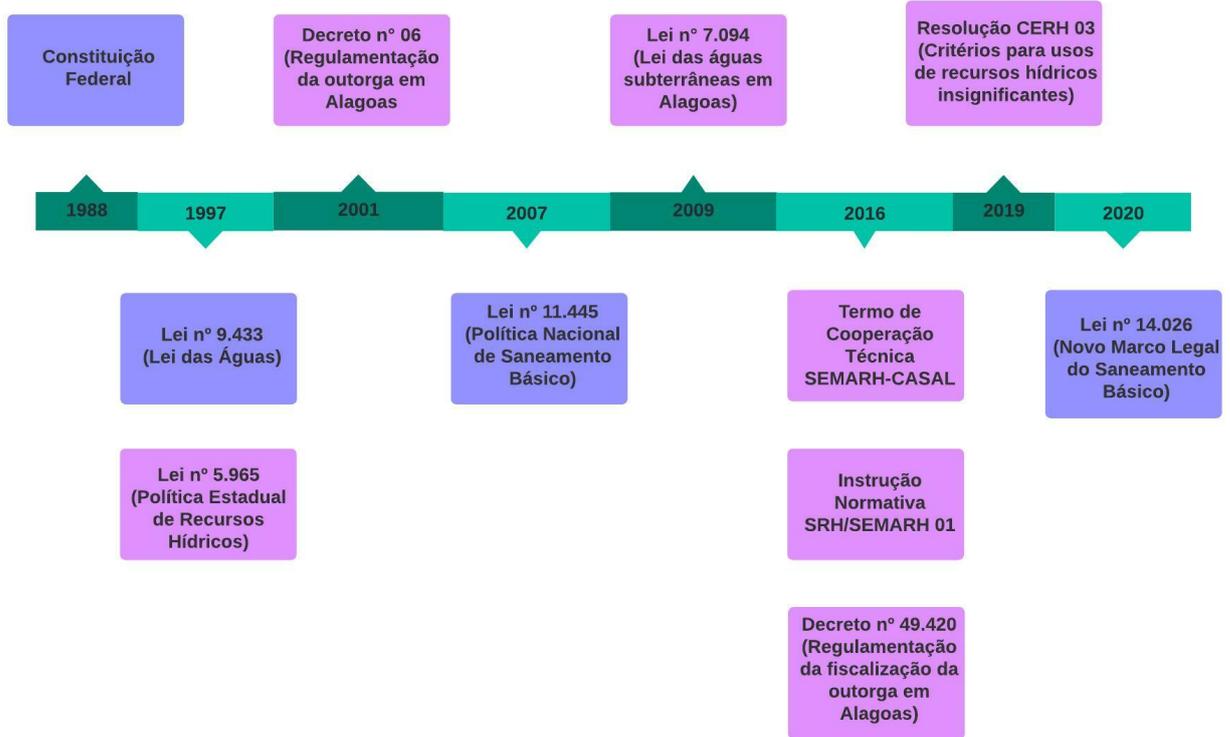
Para nortear o estudo e embasar a análise a ser realizada, alguns documentos legais foram utilizados (Tabela 1), englobando aspectos relacionados ao instrumento de outorga, estabelecimento de bens, competências e cooperações, relacionados às águas subterrâneas. Para melhor visualização, esses documentos estão apontados em ordem cronológica na Figura 1.

Tabela 1: Resumo dos documentos legais aplicáveis ao estudo.

DOCUMENTO LEGAL	DESCRIÇÃO
Constituição Federal do Brasil/1988	Lei Fundamental e Suprema do Brasil
Lei nº 9.433/1997	Lei das Águas
Lei nº 5.965/1997	Política Estadual de Recursos Hídricos
Decreto nº 06/2001	Regulamentação da outorga no estado de Alagoas
Lei nº 11.445/2007	Política Nacional de Saneamento Básico
Lei nº 7.094/2009	Conservação e proteção das águas subterrâneas em Alagoas
Termo de Cooperação Técnica SEMARH-CASAL/2016	Cooperação na concessão de outorga de águas subterrâneas
Instrução Normativa SRH/SEMARH nº 01/2016	Procedimentos administrativos e documentos mínimos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos
Decreto nº 49.420/2016	Regulamentação da fiscalização da outorga no estado de Alagoas
Resolução CERH nº 03/2019	Estabelece critérios para usos de recursos hídricos insignificantes
Lei nº 14.026/2020	Novo Marco Legal do Saneamento Básico

Fonte: Autora, 2022

Figura 1: Linha do tempo dos documentos legais aplicáveis ao estudo.



Fonte: Autora, 2022.

No Brasil, segundo a Constituição Federal (BRASIL, 1988), as águas subterrâneas são bens dos Estados e cabe à União instituir sistema nacional de gerenciamento desses recursos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Em seguida, um importante aspecto legal promulgado, a Lei Federal nº 9.433/1997, mais conhecida como Lei das Águas, representou um significativo avanço ao instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Nela, alguns instrumentos que devem auxiliar na gestão dos recursos e no cumprimento de seus objetivos foram adotados, como a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos. O objetivo da outorga é de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, sendo a extração de água de aquífero subterrâneo sujeita a ela. A efetivação desse instrumento é dada por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, nas suas esferas de competência. Registra-se também como infração administrativa o uso das águas subterrâneas que estiver sem ou em desacordo com as condições estabelecidas (BRASIL, 1997).

No mesmo ano em que foi promulgada a Lei das Águas, dentro de alguns meses depois, o estado de Alagoas sancionou a Lei 5.965/1997, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Estadual Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa Política reitera o instrumento de outorga e a competência do Poder Público

Estadual de outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, regulamentar e fiscalizar os usos. Segundo a referida lei (ALAGOAS, 1997), esse Sistema é composto pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), órgão coordenador do Sistema (SEMARH), Unidade Executora do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, Comitês de Bacias Hidrográficas e Agências de Águas.

Em 2001, a outorga foi regulamentada no estado de Alagoas através do Decreto nº 06/2001, posteriormente alterado por outros decretos, sendo o mais recente em 2017. Foi determinado que a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas é o órgão responsável por decidir sobre a viabilidade das outorgas solicitadas. Dentre os critérios para concessão da outorga de água subterrânea, o referencial quantitativo deverá levar em conta a vazão explorável do aquífero, a capacidade de recarga do aquífero e a interferência provocada pelo poço em regime de bombeamento com outros poços circunvizinhos.

Ainda de acordo com o decreto supracitado (ALAGOAS, 2001), percebe-se a importância dos Comitês de Bacia Hidrográfica na deliberação de critérios específicos de vazão ou acumulação de volumes de água considerados insignificantes ou na instituição de regime de racionamento de água quando não houver disponibilidade num corpo hídrico.

Alguns anos mais tarde, a Política Nacional de Saneamento Básico foi instituída, através da Lei nº 11.445/2007. O único artigo que fazia alusão às águas subterrâneas, onde afirmava que a instalação hidráulica predial ligada à rede pública de abastecimento de água não poderia ser também alimentada por outras fontes, foi alvo de muitas interpretações equivocadas. Os imóveis, nessas interpretações, deveriam ter duas redes de água independentes, onde não era possível utilizar uma fonte alternativa, caso já estivessem ligados à rede pública. Esse conflito foi resolvido posteriormente, através do Decreto Regulamentador 7.217/2010, o qual definiu o que se entende por instalação hidráulica predial. Dessa forma, a legalidade da alimentação por águas subterrâneas fora desse trecho ficou definida.

Houve, ainda, uma atualização do marco legal do saneamento básico, através da Lei nº 14.026/2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento. Dentre as principais ressalvas, está a inserção como lei do texto já alterado através do Decreto Regulamentador 7.217/2010 e o acréscimo dos §§ 11 e 12, os quais, de forma resumida, expressam o reconhecimento do direito de utilizar fontes e métodos alternativos de abastecimento de água, inclusive as águas subterrâneas. A conexão à rede pública de esgotamento sanitário, quando disponível, no entanto, é obrigatória, estando o usuário passível de pagar tarifas dos serviços.

É sabido que existe uma carência de aparatos legais específicos relacionados às águas subterrâneas, havendo poucos estados com esse respaldo legal. Em 2009, o estado de Alagoas

sancionou a Lei nº 7.094/2009, que dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas no Estado. Determina-se que a gestão e o gerenciamento dessas águas devem considerar e garantir seus usos múltiplos, assim como as peculiaridades de função do aquífero, os aspectos de qualidade e quantidade, as medidas de conservação e proteção, outorgas e a fiscalização. A outorga fica condicionada à existência de condições naturais que não venham a comprometer o aquífero, quantitativa ou qualitativamente, pela exploração pretendida (ALAGOAS, 2009).

Anos depois, o Termo de Cooperação Técnica entre a Companhia de Saneamento de Alagoas e a SEMARH/AL, foi oficializado em 2016. O Termo objetiva a cooperação técnica na concessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água subterrânea e monitoramento do lençol freático no Estado.

Há um acordo entre as partes: a perfuração e/ou outorga de poço tubular profundo somente seria concedida se a CASAL não pudesse atender ao interessado na demanda solicitada, em áreas urbanas das cidades e povoados abastecidos pela CASAL. Renovações de outorgas nessas mesmas áreas também só seriam serão concedidas se a CASAL não pudesse atender ao interessado na demanda solicitada. A vigência desse Termo, no entanto, já findou. A prorrogação pode acontecer mediante termo aditivo. Observa-se que o acordo vai de encontro ao estabelecido no Novo Marco Legal de Saneamento, uma vez que o direito de utilizar fontes e métodos alternativos de abastecimento de água é cerceado.

Em maio de 2016, foi publicada a Instrução Normativa SRH/SEMARH nº 01/2016, a qual aprovou os procedimentos administrativos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos, em corpos d'água de domínio do Estado, e os documentos mínimos necessários à instrução de um processo de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Nessa Instrução, define-se que a outorga deve ser efetivada através de autorização de uso e não deve implicar em alienação parcial das águas, mas o simples direito de seu uso. As modalidades de outorga de captação de águas subterrâneas e obra hídrica foram definidas, assim como as finalidades de uso (abastecimento humano, irrigação, abastecimento industrial e outras finalidades).

Ainda mesmo ano, o Decreto nº 49.420/2016 regulamentou a fiscalização da outorga de direito de uso de recursos hídricos. Nele, a captação e perfuração ou operação de poços, sem a devida autorização do órgão competente, constituem infrações às normas de utilização dos recursos hídricos.

Finalmente, a Resolução CERH nº 03/2019, republicada em 26/03/2020, estabeleceu critérios para usos de recursos hídricos considerados insignificantes. De acordo com o artigo 1º

da referida Resolução, as vazões consideradas insignificantes nas modalidades de captação subterrânea e captação superficial correspondem aos seguintes usos:

Art. 1º [...]

- I. o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural, observado o inciso II deste artigo;
- II. o uso de recursos hídricos para o atendimento das necessidades básicas, tais como higiene, alimentação e produção de subsistência, em residências unifamiliares, em locais onde não haja sistema de abastecimento público;
- III. a exploração de água subterrânea cujo volume máximo diário seja de 5 m³ (cinco metros cúbicos);
- IV. a exploração de água subterrânea na faixa litorânea com a finalidade de uso para banho;
- V. a exploração de água subterrânea feita em poços perfurados manualmente, independente da profundidade;
- VI. a exploração de água superficial cujo volume máximo diário seja de 24 m³ (vinte e quatro metros cúbicos);
- VII. os usos emergenciais para captação destinada ao combate a incêndios (ALAGOAS, 2019, p. 1)

3.3 Gestão dos recursos hídricos subterrâneos em outras localidades

Globalmente, a água subterrânea também tem sido utilizada e muitos países, dentro de seus diferentes contextos, estão em busca de melhores cenários e diretrizes de gestão mais adequadas, principalmente pelos problemas ocasionados pelas mudanças climáticas. Alguns exemplos são descritos na sequência.

a) Espanha

Segundo (VARADY *et al.* (2012), para regularizar e controlar as águas subterrâneas, o Código de Águas Espanhol de 1985 tornou esses recursos de domínio público. A partir de então, para pessoas já usuárias das águas, os direitos de uso permaneceram, mas precisaram submeter-se a um registro. Já os novos usuários, tinham necessidade de solicitar autorização à autoridade responsável. Apesar disso, muitas captações não são registradas, resultado sustentado pela falta de capacidade e de recursos por parte do governo. Atualmente, há um apoio forte à gestão dos recursos

hídricos subterrâneos, com a promoção de formação de comunidades usuárias dessas águas e de programas de educação (VARADY *et al.*, 2012).

b) Reino Unido

Segundo a British Geological Survey, principal fornecedor do Reino Unido de dados e informações geocientíficas, atualmente, a gestão dos recursos hídricos passa por mudanças de planejamento, discutindo questões que envolvem a redução de captação de algumas fontes de abastecimento público, em prol do meio ambiente, e as consequências geradas pelas mudanças climáticas. Essas adaptações são importantes, uma vez que no Reino Unido as águas subterrâneas subsidiam principalmente o abastecimento privado para uso doméstico, agrícola e industrial (BGS, 2021).

O desenvolvimento e conservação da água subterrânea representam um grande desafio para o Brasil, apesar de já existir, de certo modo, localidades com estruturas legais bem definidas. As diversas regiões do país enfrentam diferentes realidades relacionadas às águas subterrâneas, destacando diferenças entre as leis e os critérios empregados para gestão. A seguir, foram destacados alguns exemplos.

a) Pernambuco

Segundo Assis (2012), as legislações específicas de conservação e proteção das águas subterrâneas no Estado (Lei Estadual nº 11.427/97 e o Decreto nº 20.423/98) determinam que o processo de emissão de outorga deva acontecer simultaneamente ao processo de licenciamento ambiental, circunstância já pressuposta legalmente, de forma a fortalecer o controle das águas e auxiliar os usuários nas questões documentais. O Estado tem como órgão outorgante a Agência Pernambucana de Águas e Clima, a qual se utiliza de estudos hidrogeológicos da Região Metropolitana do Recife e valores de referência para estimativa do consumo médio, tanto na gestão dos recursos como na emissão da outorga. A validade desta última varia em função da finalidade do uso respectiva.

As explorações dos aquíferos estão concentradas na Região Metropolitana de Recife, onde há a maior quantidade de poços. A principal finalidade de uso dos poços avaliados é o abastecimento humano, enquanto as vazões outorgadas eram, majoritariamente, concedidas para o abastecimento público. Tal situação pode ser explicada pelo fato de que a companhia de saneamento do Estado faz uso das águas subterrâneas em grandes quantidades para o abastecimento público (Assis, 2012).

b) Ceará

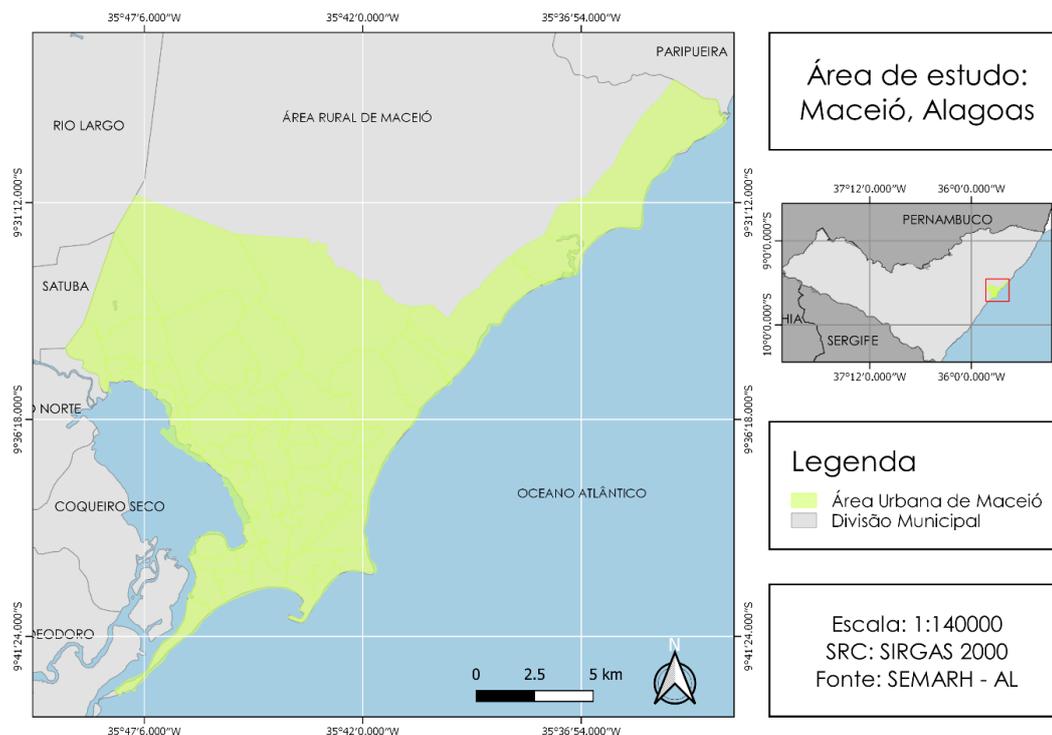
De acordo com a Política Estadual dos Recursos Hídricos, disposta na Lei nº 14.844/2010, “as águas subterrâneas devem ser gerenciadas de forma integrada com as águas superficiais e estão sujeitas às ações de conservação e proteção” (CEARÁ, 2010).

França (2018), em estudo realizado no período de estiagem de 2009 a 2017, verificou que as solicitações de outorga de captação subterrânea prevalecem quando comparadas às de fontes superficiais. As maiores vazões outorgadas, no entanto, são de águas superficiais. No ano de 2017, o Estado possuía 4.758 poços cadastrados, sendo 54% dedicados ao abastecimento humano.

3.4 Área de Estudo

A análise das outorgas de água subterrânea foi limitada ao município de Maceió, capital do Estado de Alagoas. Compreendendo a maior população de Alagoas, estimada para o ano de 2021 em 1.031.597 pessoas, Maceió está inserida na Mesorregião do Leste Alagoano e na Microrregião de Maceió (IBGE, 2021). Abrange uma área territorial de 509,32 km² e localiza-se entre as coordenadas 35°44’07” e 09°39’57” (geolocalização do bairro Centro do município) (GOVERNO DE ALAGOAS, 2018). Faz divisa com municípios como Paripueira, Rio Largo, Satuba, entre outros (Figura 2).

Figura 2: Mapa da área de estudo.



Fonte: Autora, 2022.

a) Climatologia

De acordo com a classificação de Köppen, o município possui clima tropical e quente, com chuvas de outono-inverno. O Estado, de forma geral, não enfrenta grandes oscilações de temperatura, variando, no litoral, entre 23°C e 28°C (EMBRAPA, 2012).

b) Bacias Hidrográficas

Dentre as bacias hidrográficas que fazem parte da área de estudo, a Região Hidrográfica do Rio Pratagy, que tem o Rio Reginaldo, Jacarecica, Pratagy, Meirim e Sapucaia como rios integrantes, possui um Comitê de Bacia. Criado em 2005, foi o segundo Comitê formado em Alagoas (SILVA JÚNIOR et al., 2005).

c) Sistemas Aquíferos

Os sistemas aquíferos Barreiras e Marituba representam os principais aquíferos de Maceió (ANA, 2011). A depender da localidade, estes sistemas funcionam como um só aquífero ou mesmo como sistemas isolados. O sistema aquífero Marituba não ocorre em superfície e, em faixa que se inicia nas margens da Laguna Mundaú, ao norte de Maceió e se estende ao nordeste, a Formação Barreiras sobrepõe os sedimentos da Formação Marituba (SANTOS et al., 2001). Na área urbana, o conjunto formado pela junção dos dois aquíferos, Barreiras-Marituba, predomina em 90% da região, com as

melhores condições hidrogeológicas para fornecimento de água para atender às demandas hídricas de usos diversos (ANA, 2011).

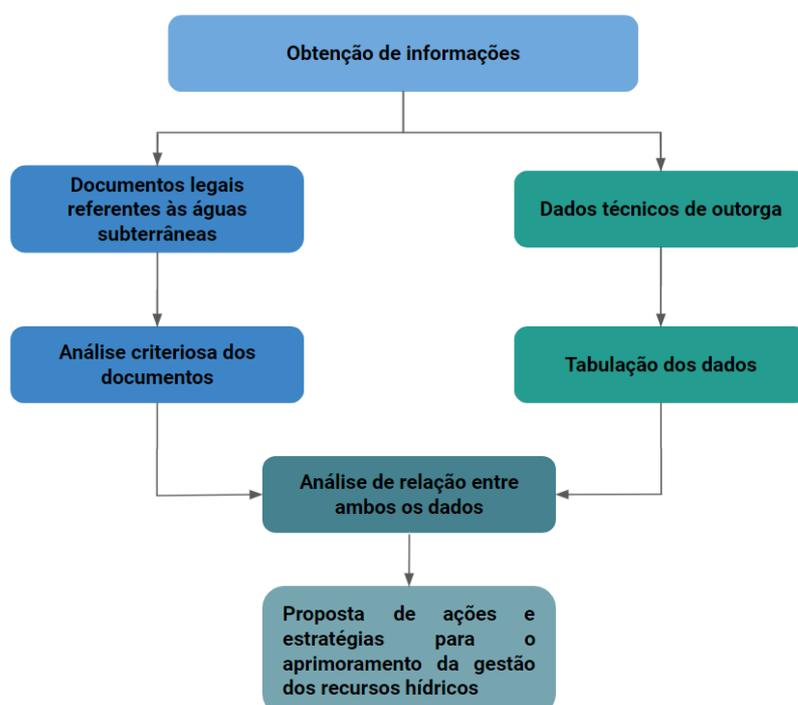
Em estudo realizado na Região Metropolitana de Maceió, sabe-se que: o sistema aquífero Barreiras-Marituba apresenta um caráter de livre a semiconfinado, com cargas potenciométricas muito baixas; o total de reserva permanente do sistema Barreiras-Marituba corresponde a 20,65% do total das reservas permanentes em uma faixa com espessura máxima de 270 m de depósitos saturados (ANA, 2011).

Na área urbana de Maceió, o aquífero Barreiras sofre ameaça de degradação graças à expansão urbana, onde os efeitos mais sérios concentram-se na drenagem que funciona como rede coletora do esgoto urbano, sistema de saneamento com deposição in situ de efluentes domésticos (fossas e sumidouros) e da ocupação desordenada do terreno. Além disso, outros fatores possuem potencial para interferir no aquífero, como, os cemitérios, postos de gasolina, a fertirrigação da monocultura da cana-de-açúcar na periferia da zona urbana, entre outros (ANA, 2011).

4 METODOLOGIA

A metodologia aplicada para realização do estudo pode ser vista resumidamente na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma de metodologia utilizada.



Fonte: Autora, 2022.

4.1 Obtenção de informações

Para a execução do estudo, utilizou-se como fonte de pesquisa os principais documentos legais que regem as águas subterrâneas, com ênfase na outorga dessas águas no estado de Alagoas, e informações técnicas requeridas para o pleito de outorga de água subterrânea para a área de estudo, como as coordenadas geográficas, finalidade de uso, vazão, regime de bombeamento e volume outorgado.

Tratando-se dos documentos legais levantados, como leis, decretos, resoluções, todos foram encontrados de forma *online*. Aqueles que atendem a esfera federal foram consultados no *site* do Planalto, o qual mantém toda a legislação federal atualizada, sendo considerado um portal de referência. Já os documentos que atendem a esfera estadual foram obtidos no *site* da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

As informações técnicas pertinentes à outorga de água subterrânea também foram obtidas através do *site* da SEMARH/AL, que as divulga de forma livre até o ano de 2019. De modo a complementar e permitir uma análise mais completa e atualizada, solicitou-se à Secretaria, via e-mail, os dados mais recentes, os quais foram enviados e representados até o mês de agosto do ano de 2021.

4.2 Análise criteriosa dos documentos legais referentes às águas subterrâneas

Considerando que o objetivo principal do estudo é compreender como se dá a evolução da outorga de água subterrânea no estado de Alagoas, entende-se que os documentos legais pertinentes ao tema do estudo e suas respectivas alterações ao longo do tempo podem interferir em seus desdobramentos. Nesse sentido, o desenvolvimento deste item foi fundamentado no aprofundamento teórico acerca das águas subterrâneas, com ênfase em sua outorga no estado de Alagoas, mediante leitura e análise comparativa de amplos atos administrativos instituídos pelos órgãos de gestão.

A análise conjunta desses documentos buscou relacionar as informações documentais, verificar a existência ou não de integração entre elas e assimilar os pormenores, recorrendo também aos documentos legais que regem outras localidades, como Bahia e São Paulo, verificando critérios e procedimentos adotados na implementação e emissão das outorgas de águas subterrâneas, evidenciando os aspectos mais relevantes para entendimento dos sistemas de gestão.

4.3 Tabulação dos dados técnicos de outorga

A tabulação dos dados foi realizada mediante o uso de programas, como o Excel, e o QGIS, sendo possível gerar representações gráficas para facilitar a visualização da evolução do instrumento de outorga. Nas planilhas de análise foi possível utilizar filtros para limitar a análise para a cidade de Maceió, as modalidades de licença/outorga de obra hídrica e captação subterrânea para os anos de 2001 a 2021. Em seguida, realizou-se cálculos simples, como soma e média e, posteriormente, conseguiu-se gerar tabelas e gráficos que expressassem os resultados de forma resumida. Nesta etapa, informações incompletas ou visivelmente errôneas foram filtradas e desprezadas das análises. As mesmas planilhas inicialmente filtradas foram importadas para o software de geoprocessamento, contendo as localizações geográficas de cada outorga emitida.

4.4 Análise de relação entre os dados do pleito de outorga de água subterrânea e documentos legais

Como terceiro passo, uma possível relação entre a evolução das outorgas e os documentos legais supracitados foi analisada. Nesse item, pretendeu-se sobrepor as informações apuradas no item anterior no decorrer do tempo e do espaço para a checagem de possíveis tendências e causas de possíveis resultados. Os resultados mais expressivos foram associados ao documento legal daquele período, havendo fundamento.

Nessa etapa também buscou-se encontrar outras razões, por meio de pesquisas em *sites* de busca, para aqueles resultados que não pareciam em conformidade com a implementação legal ocorrida na época.

4.5 Proposta de ações e estratégias para o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos

Por fim, de posse dos dados governamentais obtidos, manipulados e possivelmente relacionados aos documentos legais, buscou-se encontrar lacunas para a sugestão de incrementos nas normas referentes às águas subterrâneas já existentes, assim como melhorias focadas nas dificuldades encontradas para o cumprimento dessas normas, como a deficiente fiscalização e as falhas de interlocução para com a sociedade e entre os órgãos relacionados aos recursos hídricos. É esperado que essas ações possam subsidiar futuras tomadas de decisão por parte do órgão gestor outorgante.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise criteriosa dos documentos aplicáveis ao estudo

Com base na Constituição Federal (BRASIL, 1988), marcada por significativa preocupação ambiental, o meio ambiente ecologicamente equilibrado tornou-se um bem de uso comum de todos. A concepção de propriedade privada, historicamente presente até então, foi rompida. Os recursos hídricos, caracterizados como bens ambientais, portanto, foram contemplados nesse dispositivo constitucional, não sendo suscetíveis de apropriação privada.

Além de provocar alterações em relação à dominialidade das águas no Brasil, a referida Constituição ampliou o domínio dos estados e incorporou as águas subterrâneas entre os bens estaduais. Como bens do Estado, as águas subterrâneas não são apropriadas por ele, mas sujeitas à gestão ou gerenciamento por parte dele. A União, por sua vez, tem a incumbência de instituir sistema nacional de recursos hídricos e de definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Já o registro, acompanhamento e fiscalização da exploração dos recursos hídricos é competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios (BRASIL, 1988).

A Lei Federal nº 9.433 (BRASIL, 1997), referenciada também como a Lei das Águas, representando um importante marco para a construção do desenvolvimento sustentável do Brasil, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A implementação dessa lei estabeleceu um novo modelo de gestão sistêmico apoiado no fortalecimento da participação e descentralização, onde processos decisórios permitem a participação do poder público, dos usuários do sistema e da sociedade.

Dentre os seus preceitos, a Lei das Águas reiterou o domínio público da água estabelecido pela Constituição Federal e reconheceu a restrição, dada a finitude e vulnerabilidade, e o valor econômico do recurso. Além disso, manifestou preocupação com multiplicidade dos recursos e adotou a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. As diretrizes gerais de ação para a implementação da PNRH expressam a importância de não dissociar os recursos hídricos dos demais recursos e de integrar a gestão deles às diversidades e realidades dos diversos locais do país. Com a finalidade de atingir seus objetivos, alguns instrumentos de gestão essenciais foram instituídos, dentre eles a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A efetivação da outorga, dada por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos estados ou do Distrito Federal, garante o controle em quantidade e qualidade dos usos da água, assim como o exercício do direito de acesso à água. A extração de água de

aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo é um tipo de atividade que está sujeito à outorga pelo poder público, mas caso esse uso seja para satisfação das necessidades de pequenos núcleos habitacionais no meio rural ou caso a extração for considerada insignificante, o uso independerá de outorga. A perfuração ou operação de poços para a extração de água subterrânea sem a devida autorização é considerada uma infração. (BRASIL, 1997).

Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica promover espaços de discussões e negociações de questões relacionadas aos recursos hídricos e a articulação entre os vários órgãos e entidades envolvidas, além de arbitrar os conflitos existentes, aprovar e acompanhar a execução dos Planos de Recursos Hídricos das bacias. A composição dos Comitês é dada por representantes da União, dos estados, Distrito Federal, municípios, usuários das águas e de entidades civis de recursos hídricos situados na área de atuação, confirmando uma atuação descentralizada e participativa (BRASIL, 1997).

Com a implantação da Lei nº 5.965/1997, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, muitas medidas já estabelecidas na PNRH foram reiteradas. Dentre as novidades, está uma ordem de deferimento da outorga de direito de uso, sendo: I - aos serviços públicos de abastecimento coletivo de água (hospitais, quartéis, presídios, colégios); II - outros abastecimentos coletivos não residenciais (entidades públicas da indústria, do comércio e de serviços); III - ao abastecimento para fins agropecuários; e IV - outros usos permitidos. A norma também preconiza três diferentes modalidades de outorga: cessão de uso, de caráter gratuito ou oneroso, para órgãos e entidades públicas; autorização de uso, em caráter unilateral e precário a pessoa física ou jurídica; e concessão de uso, de caráter contratual e permanente. É estabelecido, no entanto, que quando as disponibilidades hídricas não são conhecidas e dimensionadas, apenas serão outorgadas as modalidades de autorização de uso (ALAGOAS, 1997).

Com a regulamentação da outorga prevista na Lei nº 5.965/1997, por meio do Decreto nº 06/2001, alterado pelos Decretos nº 170/2001, nº 49.419/2016 e nº 54.766/2017, algumas novas diretrizes foram estabelecidas. Dentre os usos que dependem de outorga, houve um maior detalhamento de um item já estabelecido na Lei das Águas, o qual determina a necessidade de outorga para outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água, agora incluindo a execução de obras ou serviços que configurem interferência e impliquem alteração do regime, da quantidade ou da qualidade da água existente em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo (ALAGOAS, 2001).

A SEMARH, órgão gestor outorgante, pode também emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, as quais são caracterizadas como outorgas destinadas a reservar uma vazão passível de outorga e apresentar a disponibilidade hídrica para os usos requeridos, de forma a auxiliar o planejamento de empreendimentos que farão uso do recurso. Este tipo de outorga tem um prazo de validade fixado de acordo com a complexidade do planejamento, sendo de no máximo 3 anos (ALAGOAS, 2001).

Ainda de acordo com o decreto (ALAGOAS, 2001), dentre os critérios de concessão da outorga, verificou-se que a outorga deve especificar, além da vazão máxima outorgada, a obrigatoriedade do outorgado de implantar e manter infraestrutura de medição de vazão em funcionamento, prazo de vigência e outras informações que sejam relevantes, deixando o usuário ciente de seus direitos e deveres. Além disso, a disponibilidade hídrica deve ser avaliada em função das características hidrogeológicas do aquífero ou sistema aquífero onde recai a outorga, observando a vazão explorável do aquífero ou sistema aquífero, a capacidade de recarga do aquífero, prevista em portaria da SEMARH, e a interferência provocada pelo poço em regime de bombeamento com outros poços circunvizinhos.

No que diz respeito às renovações, o usuário interessado em renovar a outorga deve apresentar um requerimento à SEMARH e este somente será atendido sendo observadas as normas, critérios e prioridades vigentes à época. As solicitações feitas com antecedência mínima de 120 dias da expiração do prazo de validade da outorga resultarão em prorrogação da outorga até manifestação definitiva da SEMARH (ALAGOAS, 2001).

Em 2007, houve a implementação da Política Nacional do Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.445, a qual estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil. Conforme disposto na lei, os serviços de saneamento básico englobam o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. O abastecimento de água potável compreende as atividades e disponibilização e manutenção de infraestrutura e instalações operacionais fundamentais ao abastecimento público de água potável, a começar pela captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição (BRASIL, 2007).

No tocante à temática das águas subterrâneas, o artigo 45 da lei manifestou dubiedade e controvérsia, principalmente aos usuários industriais. Inicialmente, a norma permitia inferir um suposto impedimento do uso das águas subterrâneas pelos usuários que porventura já se utilizassem da rede de abastecimento público, não admitindo outras fontes de alimentação para a instalação hidráulica predial. As soluções individuais de abastecimento seriam admitidas somente na ausência de redes públicas de saneamento básico (BRASIL, 2007). Além de grandes

usuários industriais, existem edificações que fazem uso de sistemas alternativos, como poços e cisternas, para melhoria da eficiência hídrica. É válido ressaltar também que a rede pública é passível de falhas e essa possibilidade não é levada em consideração na lei.

No entanto, com a publicação do Decreto 7.217/2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, e da Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), que atualiza o marco legal do saneamento, algumas condições acerca do saneamento no país foram aprimoradas. O conceito de instalação hidráulica predial como “a rede ou tubulação de água que vai da ligação de água da prestadora até o reservatório de água do usuário” elucidou a interpretação que antes inviabilizava o uso de fontes alternativas. Dessa forma, a alimentação por águas subterrâneas fora da rede hidráulica predial é permitida.

O citado artigo 45 também foi incrementado com alguns parágrafos, estabelecendo que a utilização da água subterrânea como fonte alternativa de abastecimento de água pelas edificações não residenciais e condomínios pode ser realizada, mediante autorização de órgão gestor competente e pagamento pela utilização do recurso hídrico, quando realizado. A obrigatoriedade da conexão à rede pública de rede de coleta e tratamento de esgoto permanece, sendo o consumo contabilizado e pago de forma equivalente ao volume de água captado.

O estado de Alagoas possui lei específica no que tange às águas subterrâneas, a Lei nº 7.094/2009 (ALAGOAS, 2009), regulamentada pelo Decreto nº 20.029/2012, que dispõe sobre a conservação e proteção dessas águas no domínio do estado. Dentre suas disposições preliminares, a interconexão entre as águas subterrâneas e as águas superficiais e as interações que ocorrem no ciclo hidrológicos são consideradas, sendo uma legislação com vistas à gestão integrada dos recursos hídricos. A gestão e o gerenciamento dessas águas necessitam atender e garantir seus usos múltiplos, as singularidades dos aquíferos e o desenvolvimento sustentável.

Ainda de acordo com a Lei nº 7.094/2009 (ALAGOAS, 2009), o órgão gestor de recursos hídricos deve promover um gerenciamento eficaz das águas subterrâneas por meio de algumas implantações, como de rede de monitoramento da qualidade e disponibilidade dos aquíferos, de cadastro atualizado de captações e de sistema de informações das águas subterrâneas, programas permanentes de proteção, conservação e recuperação dos aquíferos. Em prol da gestão efetiva dessas águas no estado, o órgão gestor é facultado de celebrar Termos de Cooperação Técnica e Convênios com a União para o estabelecimento de parcerias. A articulação entre o órgão gestor e os municípios também é estimulada em vários momentos da norma, principalmente no que diz respeito ao uso e ocupação do solo e a mobilização social necessária para proteção e conservação das águas.

No que diz respeito às outorgas de direito de uso de águas subterrâneas, medidas que proporcionem a gestão integrada das águas (superficiais, subterrâneas e meteóricas) devem ser incorporadas, de modo a não prejudicar a qualidade e quantidade dos aquíferos e demais corpos hídricos interligados. Estudos hidrogeológicos e projetos de captação de águas subterrâneas devem ser utilizados para avaliação de disponibilidade hídrica e de garantia da qualidade do aquífero explorado, considerando a capacidade de recarga dos aquíferos e a interferência que o poço pode provocar em poços circunvizinhos (ALAGOAS, 2009).

Além disso, o uso de alguns equipamentos, como os hidrométricos ou os que possam impedir o desperdício (no caso de poços jorrantes), são necessários. Para a execução das obras referentes à captação de águas subterrâneas, é necessária uma licença de execução, instrumento de cadastramento e controle instituído pela Portaria Nº 037 SERHI/2001, emitida pelo órgão gestor. Já os prazos de validade das cessões, concessões e autorizações devem obedecer a prazos compatíveis com a natureza do serviço a que se destine o aproveitamento, também levando em consideração a disponibilidade atual (ALAGOAS, 2009).

O cadastro de toda captação de água subterrânea no estado, isenta ou não de outorga, deve ser realizado pelo órgão gestor de recursos hídricos, formando assim um banco de dados de águas subterrâneas no estado de Alagoas. Este deve compor o Sistema Estadual de Informações de Águas Subterrâneas do Estado de Alagoas, com elementos de utilidade pública e sendo de livre acesso. A fiscalização da utilização das águas subterrâneas será realizada também pelo órgão gestor, o qual deve impedir a contaminação, uso indevido, superexploração e efeitos indesejáveis tanto para o aquífero como para a saúde da população. As infrações cometidas pelos usuários podem gerar penalidades a começar por advertência por escrito até a obstrução do poço (ALAGOAS, 2009).

Com a oficialização do Termo de Cooperação Técnica entre a Companhia de Saneamento de Alagoas e a SEMARH/AL no ano de 2016, estabeleceu-se uma parceria mútua na concessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água subterrânea e monitoramento do lençol freático no estado de Alagoas. No termo, a perfuração e/ou outorga de poço tubular profundo em áreas urbanas das cidades e povoados abastecidos pela CASAL só é permitida quando a Companhia não puder atender ao interessado na demanda solicitada. As renovações para os poços já outorgados nessas localidades também só será concedida no caso do não atendimento de demanda pela companhia.

Nessa perspectiva, as solicitações e processos de licença de obra hídrica e de outorga de captação subterrânea com a finalidade de abastecimento humano devem ser encaminhadas previamente à CASAL para pronunciamento quanto à possibilidade de atendimento da

demanda requerida ou de previsão de atendimento. Essa manifestação expressa da companhia torna-se um documento necessário no ato da solicitação de outorga de direito de uso. O acompanhamento da execução do termo deve ser realizado por uma comissão formada por membros de ambos os partícipes.

A publicação desse termo implica sentido contrário ao que já havia sido explicitado na última atualização do marco legal do saneamento básico, que legitima a alimentação por águas subterrâneas fora da rede hidráulica predial. No momento em que a utilização da água subterrânea como fonte alternativa de abastecimento de água por edificações não residenciais e condomínios pode ser realizada por intermédio do órgão gestor competente, entende-se que o uso deve ser autorizado pelo órgão, uma vez que todo uso sem a devida outorga é considerado uma infração, sendo prevista a aplicação de penalidades.

Em contrapartida, quando o órgão gestor condiciona a outorga à possibilidade da concessionária de atender à demanda solicitada, o direito reconhecido na legislação é invalidado, não havendo sequer espaço para o contrário, ainda que parcialmente. Esse impedimento pode, indiretamente, estimular a clandestinidade, uma vez que aquelas pessoas que fizerem uso de poços como fontes alternativas não conseguirão validá-los.

Atualmente, uma nova concessionária divide os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em 10 cidades da Região Metropolitana de Maceió, entre elas a própria cidade de Maceió, assumindo as operações de distribuição e atendimento ao cliente. A CASAL, por sua vez, mantém os serviços de captação e tratamento de água. Explicitamente, não há conhecimento quanto à parceria estabelecida anteriormente com a SEMARH. Sabe-se que a declaração de viabilidade do atendimento da CASAL antes solicitada no ato de abertura de processo de solicitação de outorga não consta mais na lista de documentação necessária disponibilizada no site do órgão gestor.

A partir da publicação da Instrução Normativa SRH/SEMARH 01/2016, com a aprovação dos procedimentos administrativos para a emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos, em corpos d'água de domínio do Estado, e dos documentos mínimos necessários à instrução de um processo de outorga, foram sanadas todas as medidas necessárias para a solicitação de outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Fixadas as modalidades de captação subterrânea e de obra hídrica, tal como as finalidades de abastecimento humano, irrigação, abastecimento industrial e outras finalidades, o usuário deve apresentar formulários específicos (disponibilizados de forma *online*) preenchidos à SEMARH, assim como uma série de documentos.

A documentação jurídica é composta pelo requerimento de solicitação de outorga, cópia de RG/CPF do responsável legal, procuração com firma reconhecida quando a solicitação for assinada por procurador legal do requerente, comprovante de inscrição no CNPJ (se pessoa jurídica), boleto e comprovante de pagamento dos emolumentos cobrados e cópia do contrato social ou do estatuto da empresa ou da ata de eleição mais recente (se pessoa jurídica). Para renovação de outorga, esses documentos são reduzidos, uma vez que a Secretaria deve manter essas informações salvas em seu banco de dados.

Já a documentação técnica depende da modalidade de outorga requerida. Para a modalidade de captação de águas subterrâneas, além dos formulários, devem ser entregues: I - cópia do relatório técnico do poço tubular, com o teste de vazão escalonado (no mínimo em 3 etapas de 2 horas cada) ou contínuo de 24 h (aquífero poroso), ou de 12 h (aquífero fissural); II - laudo hidrogeológico, contendo informações de interferência, vulnerabilidade, vazão de exploração, vazão máxima permissível e vazão máxima possível, a justificativa da demanda para a finalidade escolhida, localização do ponto de captação, análise físico-química e microbiológica da água e foto do hidrômetro. Para a modalidade de obra hídrica, além dos formulários, devem ser entregues o anteprojeto do poço tubular, a localização da obra hídrica e, se houver, o contrato com o profissional responsável pela execução da obra.

A fiscalização da outorga de direito de uso de recursos hídricos, regulamentada pelo Decreto nº 49.420 (ALAGOAS, 2016), tem como unidade de planejamento e atuação a bacia hidrográfica. Em consonância com a Lei das Águas, a perfuração ou operação de poços para a extração de água subterrânea sem a devida autorização constitui infração, sendo o usuário sujeito a penalidades. Demais medidas estabelecidas nesse decreto não constituem especificações para as águas subterrâneas.

Com a Resolução CERH nº 03/2019, alguns critérios para derivações e captações de recursos hídricos subterrâneos considerados insignificantes são estabelecidos, como: o uso para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais no meio rural; o uso para atendimento das necessidades básicas em residências unifamiliares, em locais onde não haja sistema de abastecimento público; a exploração de água subterrânea cujo volume máximo diário seja de 5 m³; a exploração de água subterrânea na faixa litorânea com a finalidade de uso para banho; e a exploração de água subterrânea feita em poços perfurados manualmente, independente da profundidade. Aquelas captações por um mesmo usuário em uma mesma propriedade devem ser cadastradas baseadas na soma da vazão captada.

No cenário nacional, diversos estados aplicam critérios gerais estabelecidos por legislações nacionais, sendo poucas diferenças observadas. No estado da Bahia, o Instituto do

Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) é o órgão gestor responsável pela outorga de direito de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio estadual. Além de prevista pela Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei Federal nº 9.433/1997, a outorga é também prevista pela Política Estadual de Recursos Hídricos, segundo a Lei Estadual nº 11.612/2009. Esta lei também dispõe sobre o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências para o gerenciamento estadual das águas.

O estabelecimento de outros critérios e diretrizes são feitos pela Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) nº 96/2014 e pela Portaria INEMA nº 11.292/2016. Considerados esses documentos vigentes, sabe-se que as outorgas de direito de uso de recursos hídricos são emitidas na modalidade de autorização, com prazos que não excedam 35 anos. No ato de emissão das outorgas de águas subterrâneas, deve-se constar a finalidade, o prazo de vigência, a vazão máxima outorgada, o seu regime de variação e o período de bombeamento, assim como no estado alagoano. Para o caso de exploração de águas subterrâneas que apresentem risco para o aquífero, a outorga pode ser revisada e, caso haja necessidade, suspensão parcial ou totalmente, por prazo determinado.

Em razão de sua importância estratégica, as águas subterrâneas devem estar sujeitas a programas permanentes de conservação e proteção, visando seu uso sustentado. Nesse sentido, para assegurar a quantidade e a qualidade dessas águas, o órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos deve instituir área de proteção dos aquíferos, estabelecer distâncias mínimas entre poços tubulares e entre estes e os cursos d'água, apoiar/executar projetos de recarga de aquífero, medidas também adotadas pela legislação específica de águas subterrâneas de Alagoas.

Apesar de não dispor de uma legislação particular de águas subterrâneas, o capítulo que discorre acerca das águas subterrâneas na PERH/BA, norma relativamente recente, apresenta diretrizes que são comumente vistas em legislações específicas, como quando exige, nas captações, dispositivos adequados de proteção sanitária para evitar a contaminação de aquíferos e dispositivos adequados de controle de vazão para poços perfurados que apresentarem surgência.

Tratando-se de usos dispensados de outorga, o limite adotado na Resolução CONERH nº 96/2014, nos termos previstos no Art. 14, para as derivações e captações subterrâneas é de 0,5 L/s. Em Alagoas, como visto, o uso das águas subterrâneas é considerado insignificante quando o volume máximo diário corresponde a 5m³. Os usuários de recursos hídricos dispensados da outorga, todavia, devem realizar o registro no Cadastro Estadual de Usuários

dos Recursos Hídricos, para fins de monitoramento, controle e fiscalização do uso dos recursos hídricos, bem como o estabelecido para o estado de Alagoas.

Para o caso de um mesmo usuário com mais de um ponto de captação de água subterrânea para uma mesma propriedade, o cadastro deve ser realizado com base na somatória dos volumes captados. Caso seja comprovado que os valores totais utilizados por um mesmo usuário com mais de um ponto de captação superem o previsto para a dispensa de outorga, exige-se a outorga de direito de uso da água.

De acordo com a Portaria INEMA nº 11.292/2016, os prazos de vigência das outorgas de direito de uso de recursos hídricos são fixados em função da natureza, finalidade e do porte do empreendimento, podendo levar em consideração o período de retorno do investimento, similarmente ao estabelecido no estado alagoano. Outro fator utilizado como parâmetro para a determinação dos prazos de vigência das outorgas do estado da Bahia, nesse caso para as renovações, é a existência ou não de licenciamento ambiental do empreendimento, sendo concedido o mesmo prazo de vigência da licença ambiental para aqueles que a possuem, enquanto aqueles que dispensam ou independem dela estão sujeitos a um prazo de vigência mínimo de quatro anos.

A solicitação da renovação de outorga deve ser realizada dentro de um prazo de antecedência mínima de 90 dias, a contar da data de término do prazo de vigência da outorga. Quando solicitada em prazo posterior, considera-se infração administrativa, acarretando a imputação de multa. Até a manifestação definitiva do órgão gestor, a outorga é considerada automaticamente prorrogada, assim como em Alagoas, com a diferença de que o prazo de antecedência mínima para solicitação da renovação é de 120 dias da expiração de seu prazo de validade.

Já no estado de São Paulo, a outorga e o cadastro das águas subterrâneas é uma atribuição do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), quantos aos aspectos quantitativos. Por meio da Lei nº 7.663/1991, estruturou-se no estado o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, bem como a Política Estadual de Recursos Hídricos. Anteriormente a isso, em 1988, a Lei Estadual nº 6.134 foi promulgada, dispondo sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do estado, sendo posteriormente regulamentada pelo Decreto Lei nº 32.955/1991.

De acordo com o supracitado decreto, o DAEE e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), esta última responsável pelos aspectos qualitativos das águas subterrâneas, podem definir áreas de proteção para seu controle. O capítulo III, referente às áreas de proteção, estabelece medidas a serem adotadas a partir da classificação dessas áreas,

assim como na regulamentação da Lei nº 7.094/2009 de Alagoas, sendo elas: área de proteção máxima, área de restrição e controle e área de proteção de poços e outras captações. Nesta última, são instituídos os Perímetros de Alerta e o Perímetro Imediato de Proteção Sanitária, assim como especificações para lajes de proteção sanitária.

Com a publicação do Decreto Estadual nº 41.258/1996, regulamentador da outorga de direito de uso dos recursos hídricos, e da Portaria DAEE nº 717/1996, o DAEE passou a desempenhar de forma definitiva o papel de agente fiscalizador. A partir da Portaria DAEE nº 1.631/2017, que especifica regras e condições para o enquadramento de usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e reservatórios de acumulação que independem de outorga, extrações de águas subterrâneas com volumes iguais ou inferiores a 15 m³/dia são considerados usos insignificantes. Para a situação de vários usos em um mesmo empreendimento, o valor estipulado para avaliação deve corresponder ao somatório das extrações de águas subterrâneas em um mesmo aquífero, como nos estados de Alagoas e da Bahia.

São dispensados de outorga e de cadastro, segundo a Portaria DAEE nº 1.630/2017, a qual dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa para obtenção de manifestação e outorga de direito de uso e de interferência em recursos hídricos de domínio do estado de São Paulo: poços construídos para monitoramento do nível freático e de qualidade da água do aquífero; poços com a finalidade de rebaixamento do lençol freático, não havendo aproveitamento da água resultante do rebaixamento; poços utilizados para remediar áreas contaminadas, sem uso do recurso hídrico.

Os usuários que se utilizam de usos insignificantes são obrigados a requerer ao DAEE a dispensa de outorga e a enviar uma documentação específica através de um Sistema de Outorga Eletrônica. Apesar de não possuírem outorga, não são isentos de: preservar as características físicas e químicas das águas subterrâneas; encaminhar ao DAEE a leitura do volume de água captado, registrado no hidrômetro que deve ser instalado nas captações de subterrâneas, com frequência, prazo e modo que ela determinados.

Entende-se também que a execução de obra para extração de águas subterrâneas depende de uma prévia outorga de licença de execução, medida também adotada pelo órgão gestor de Alagoas, e o requerimento da licença de execução deve correr em paralelo ao de sua respectiva outorga de direito de uso de água subterrânea. As renovações de outorga podem ser solicitadas até a data de seu respectivo vencimento, diferentemente das diretrizes estabelecidas nos estados de Alagoas e da Bahia. Quando a solicitação é realizada em período posterior, a outorga é considerada sem efeito, podendo o usuário apresentar um pedido de regularização do uso ou novo pedido para os casos de licença de execução de poço. Na ausência de manifestação

expressa do DAEE em relação ao pedido de renovação, para o caso de uma solicitação que cumpra os termos acima citados, a outorga também é automaticamente renovada.

Com relação aos prazos de validades, em casos comuns são estabelecidos valores máximos para os diferentes atos de outorga: 1 ano ou até o término das obras, para licenças de execução; de 5 anos para as autorizações; 10 anos para as concessões e 30 anos para as obras hidráulicas. Prazos inferiores podem ser fixados, em caráter excepcional, devidamente justificado.

As pequenas diferenças notadas nas legislações dos estados, resumidas na Tabela 2, permeiam os critérios adotados para a insignificância de captações, os prazos de vigência das outorgas e as solicitações de renovação de outorga. Há também uma diferença nas datas de implantação dos documentos legais, sendo os estados de São Paulo e de Alagoas aqueles que mais cedo instituíram suas respectivas normas.

Tabela 2: Comparativo das diferenças entre as legislações dos estados de Alagoas, Bahia e São Paulo.

Diferenças	Alagoas	Bahia	São Paulo
Crítérios para usos insignificantes	Exploração de água subterrânea cujo volume máximo diário seja de 5 m ³	Limite adotado para as derivações e captações subterrâneas de 0,5 L/s	Extrações de águas subterrâneas com volumes iguais ou inferiores a 15 m ³ /dia
Prazos de validade	Compatíveis com a natureza do serviço a que se destine o aproveitamento e com a disponibilidade hídrica atual	Fixados em função da natureza, finalidade e do porte do empreendimento; renovações utilizam o mesmo prazo do licenciamento ambiental, se houver	Estabelecidos valores máximos para os diferentes atos de outorga
Renovação de outorga	Apresentar requerimento à SEMARH com antecedência mínima de 120 dias da expiração do prazo de validade	Solicitação realizada dentro de um prazo de antecedência mínima de 90 dias; posteriormente, considera-se infração administrativa	Podem ser solicitadas até a data de seu respectivo vencimento; posteriormente, a outorga é considerada sem efeito

Fonte: Adaptado de SEMARH - AL (2021), DAEE (2019) e INEMA (2021).

5.2 Tabulação dos dados e relação com documentos legais

De acordo com os dados fornecidos pela SEMARH/AL, o cadastro das outorgas de direito de usos dos recursos hídricos subterrâneos teve início em 2001, ano em que a outorga foi regulamentada no estado de Alagoas. Considerando, portanto, as outorgas emitidas até agosto de 2021, última atualização fornecida, levantou-se o quantitativo delas, apresentando

números também para cada modalidade: captação subterrânea e obra hídrica/perfuração de poço (Tabela 3). Ressalta-se que a modalidade de obra hídrica foi expressamente reconhecida por meio de Instrução Normativa da SEMARH nº 01/2016. Para efeito de análise quantitativa, as licenças de obra hídrica antes concedidas foram somadas às outorgas de obra hídrica.

Tabela 3: Outorgas subterrâneas concedidas ao longo do tempo

Ano	Quantidade de Outorgas Concedidas	Captação Subterrânea	Perfuração de Poço/Obra Hídrica
2001	1	0	1
2002	3	3	0
2003	14	12	2
2004	21	21	0
2005	34	34	0
2006	29	28	1
2007	26	19	7
2008	36	18	18
2009	55	18	37
2010	279	125	154
2011	60	24	36
2012	153	74	79
2013	132	57	75
2014	76	43	33
2015	149	71	78
2016	286	151	135
2017	197	103	94
2018	174	93	81
2019	186	92	94
2020	129	69	60
2021	73	30	43
Total	2113	1085	1028

Fonte: Adaptado de SEMARH - AL (2021).

Durante o período de estudo, 2113 outorgas foram emitidas, sendo os totais de cada modalidade similares. A princípio, observa-se que apesar de próximos, os totais de outorgas para cada modalidade divergem. Partindo do pressuposto de que a autorização para perfuração de um poço independe de uma captação neste de forma imediata, podendo a solicitação da outorga de captação ser efetuada posteriormente, esperava-se encontrar uma quantidade de captações subterrâneas igual ou inferior à quantidade de perfurações, visto que a captação, por sua vez, subentende o uso de um poço regularizado. Como isso não acontece na metade dos anos analisados (2003 a 2007, 2014, 2016 a 2018 e 2020), há um apontamento para irregularidades de perfurações e captações já mencionadas nesse estudo.

Observando o gráfico apresentado na Figura 4, verificam-se dois grandes picos de concessões de outorgas, sendo eles em 2010 e 2016, também evidenciados na Tabela 2,

demonstrando um aumento na regularização dos usuários de recursos hídricos de domínio do Estado. O pico observado em 2010 pode estar associado a alguns fatores: a regulamentação da Lei Nacional de Saneamento Básico, através do Decreto 7.217/2010, que elucida que a alimentação por águas subterrâneas é legal e permitida fora da instalação hidráulica predial; a instituição da Lei 7.094/2009, que dispõe minuciosamente sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas de domínio no estado de Alagoas, sinalizando uma possível preocupação dos usuários de recursos hídricos subterrâneos na regularização de suas captações e prestação por parte do órgão gestor em executar as orientações da lei específica. É válido ressaltar que a publicação dessa Lei foi realizada no mês de setembro, sendo razoável que os resultados sejam mais expressivos no ano seguinte, em 2010.

Em 2016, quando houve outro pico de concessões de outorga, sabe-se que a fiscalização da outorga no Estado foi regulamentada. Pode-se inferir que essa recente regulamentação tenha auxiliado a iniciativa dos usuários de regularizar seus usos. Além disso, também houve a aprovação de procedimentos administrativos e documentos mínimos necessários à instrução de um processo de outorga de direito de uso de recursos hídricos, através da Instrução Normativa SRH/SEMARH nº 01/2016. Essa implementação também pode justificar o aumento de concessões, visto que esclarece de forma minuciosa todos os passos que devem ser seguidos para a emissão da outorga, salientando eventuais dúvidas por parte dos usuários.

Figura 4: Evolução das outorgas concedidas ao longo do tempo.



Fonte: Autora, 2022.

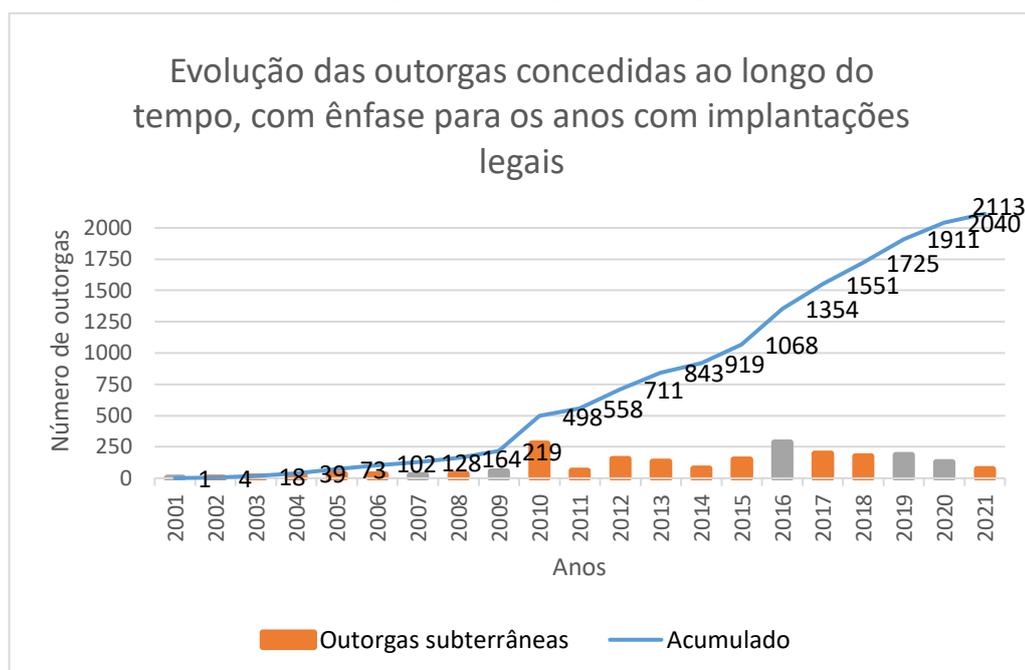
Ainda observando a Figura 4, nota-se também que aconteceram duas baixas significativas nos anos de 2011 e 2014. Dentre os documentos legais levantados e analisados, não há implementação de normas no ano de 2011 e 2014 e, para as implementações dos anos mais próximos, não foram observados fatos motivadores para esse comportamento. A lenta evolução das outorgas nos primeiros anos, entre 2001 e 2008, pode ser explicada pelo fato de que nessa época ainda se iniciava os primeiros debates e instituições de documentos legais reguladores dos recursos hídricos no Estado.

As quedas posteriores ao ano de 2016 podem ser explicadas pelo impacto do acordo firmado entre SEMARH/AL e CASAL, através do Termo de Cooperação Técnica. Uma vez que o acesso à outorga de perfuração de poços e de captação subterrânea ficou limitado, onde a prioridade de abastecimento é da CASAL, a tendência é de que os números de outorgas concedidas pela SEMARH para abastecimento humano realmente diminuíssem, principalmente na área urbana de Maceió.

Para além das questões legais, sabe-se que a partir de 2020 teve início no Brasil a pandemia de Covid-19 e, por meio da Portaria nº 144/2020, a SEMARH suspendeu temporariamente o atendimento presencial. A abertura e consulta de processos de outorga foram sendo realizados de forma *online*, o que requer uma fase de adaptação tanto por parte dos funcionários da Secretaria, quanto dos usuários. O aumento da clandestinidade também pode ter sido estimulado de forma indireta, uma vez que as pessoas foram submetidas a medidas de isolamento e quarentena nesses períodos.

Quando a evolução da outorga é analisada também de acordo com seus resultados acumulados ao longo dos anos (Figura 5), observa-se que dentre os anos referenciados na linha do tempo (Figura 1), destacados em cinza no gráfico, os impactos das normas legais no quantitativo de outorgas é evidenciado principalmente em 2010. Esse resultado reflete a importância da implementação de uma lei específica de conservação e proteção das águas subterrâneas em Alagoas.

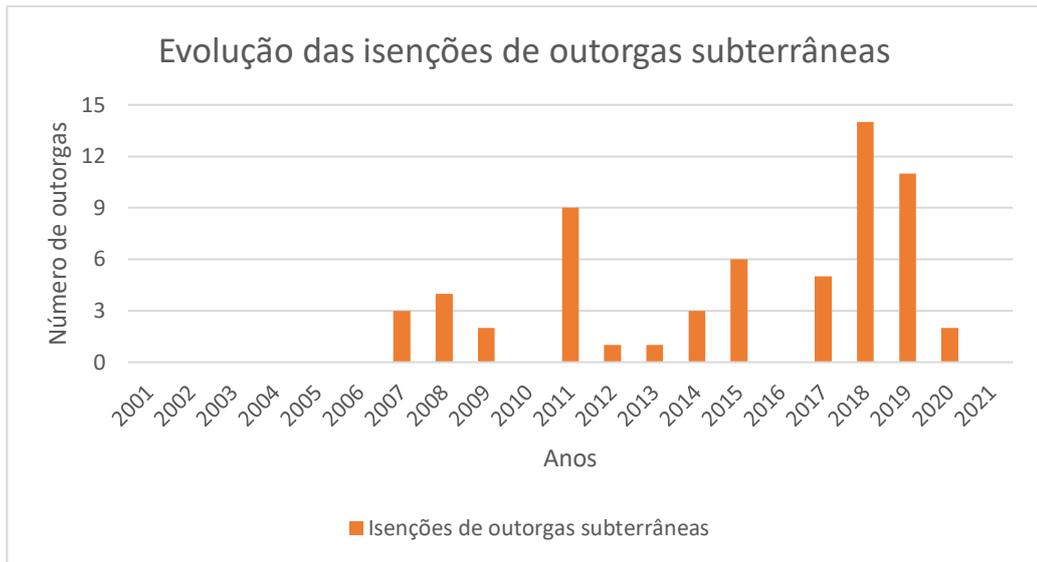
Figura 5: Evolução temporal das outorgas, com perspectiva acumulada.



Fonte: Autora, 2022.

Ao averiguar a evolução das isenções de outorga no período entre 2001 e 2021 (Figura 6), nota-se que os critérios para usos de recursos hídricos considerados insignificantes estabelecidos, por meio da Resolução CERH 03 em 2019, não foram determinantes para os anos posteriores para o município de Maceió. É válido salientar que, nos últimos anos, a SEMARH esteve empenhada em garantir o acesso à água para o maior número de pessoas, visitando municípios e promovendo campanhas de conscientização com o objetivo de regularizar proprietários de poços. Nessas campanhas, as isenções de outorga costumam ser concedidas em grande número. No entanto, esses eventos têm como maior público-alvo regiões mais desassistidas, o que não representa exatamente a área de estudo aqui analisada.

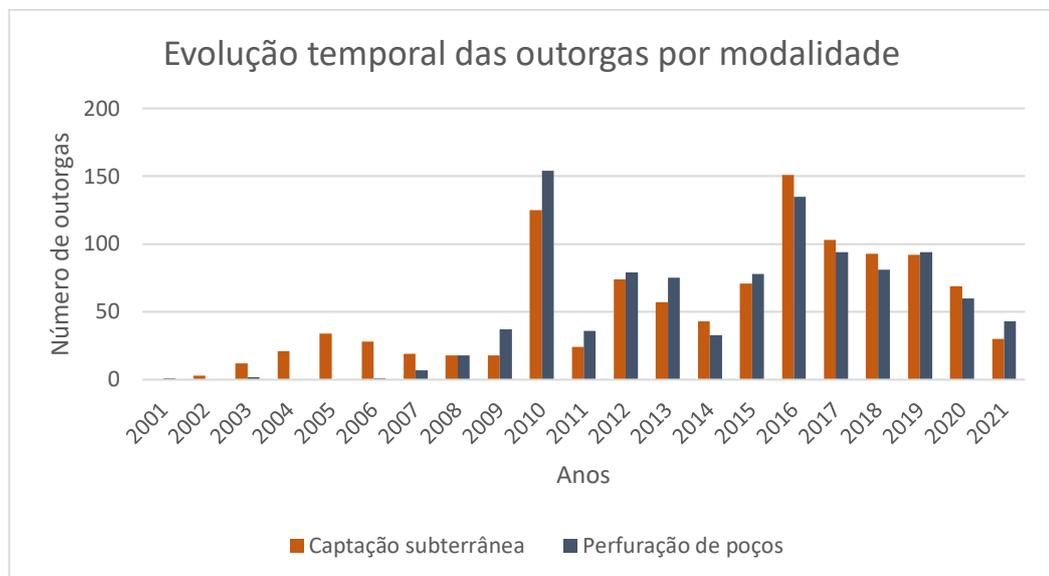
Figura 6: Evolução das isenções de outorgas subterrâneas



Fonte: Autora, 2022.

Analisando graficamente a evolução por modalidade (Figura 7), nota-se que as outorgas de perfuração de poços começaram a aparecer significativamente no ano de 2007, onde nos anos anteriores havia apenas outorgas de captação subterrânea, evidenciando novamente irregularidades. Após este período, a maior diferença de emissões de outorga entre as modalidades aconteceu no ano de 2010, sem observação de fatos motivadores para tal.

Figura 7: Evolução temporal das outorgas por modalidade.



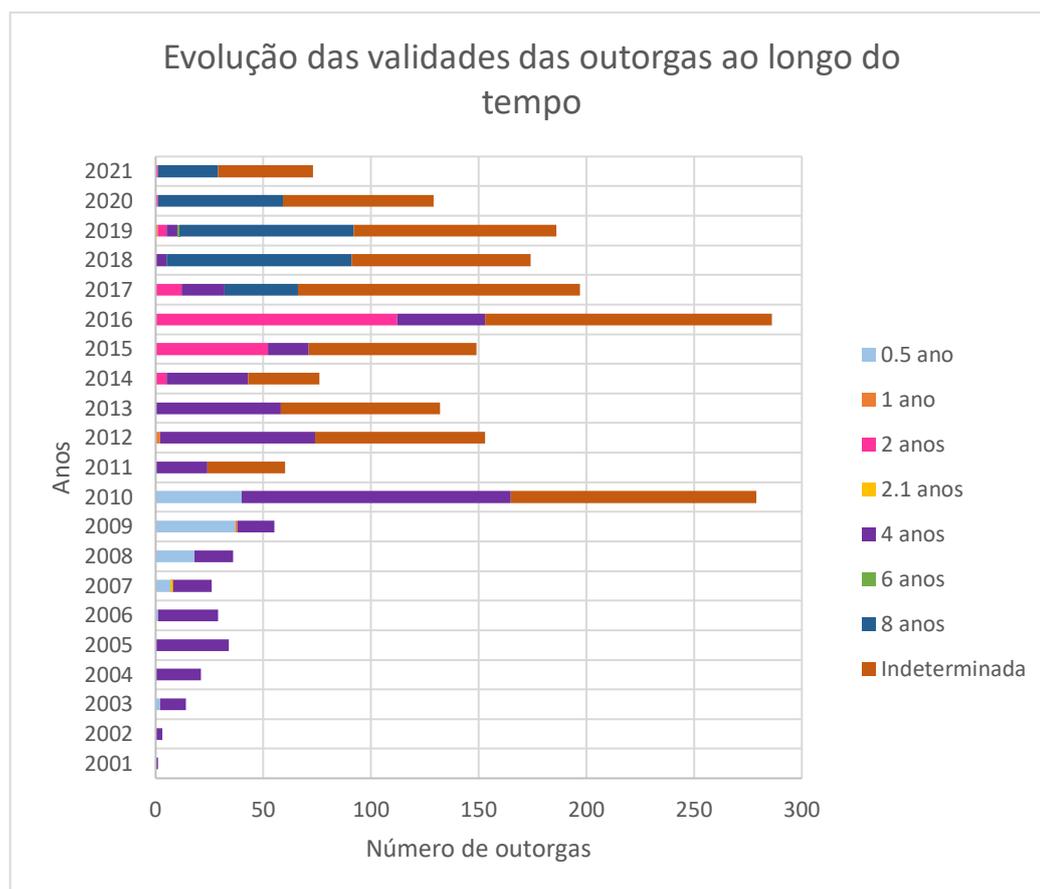
Fonte: Autora, 2022.

Ao analisar a variação dos prazos de validade de outorga concedidos ao longo do tempo, foi possível verificar que, inicialmente, as outorgas de perfuração de poços tinham um prazo de

0.5 ano (6 meses). A partir de 2011, essas outorgas tiveram todos os seus prazos de validade indeterminados, com a possibilidade de serem suspensas parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, caso seja realizada qualquer alteração nas características inerentes à autorização. Esse procedimento enfraquece o instrumento de fiscalização, uma vez que a determinação de prazos fornece ao usuário o sentimento de compromisso e responsabilidade, por saber que há condicionantes a cumprir e uma renovação a se solicitar. Ainda que haja possibilidade de suspensão, o controle desses poços com prazos indeterminados torna-se difícil.

Para as captações subterrâneas, o prazo de validade mais recorrente foi de 4 anos, seguido do prazo de 8 anos, sendo este último mais utilizado nos últimos anos de análise. Para a mesma modalidade, o prazo de validade de 2 anos foi expressivo nos anos de 2015 e 2016. No ano de 2016, com a cooperação técnica entre SEMARH e CASAL, visto que a CASAL também deveria informar a previsão de atendimento para os casos em que não há possibilidade de atendimento da demanda e/ou na localização requerida, é considerável que a SEMARH conceda prazos menores de validade considerando breve atendimento pela CASAL. A evolução do somatório de outorgas ao longo dos anos pode ser observada na Figura 8.

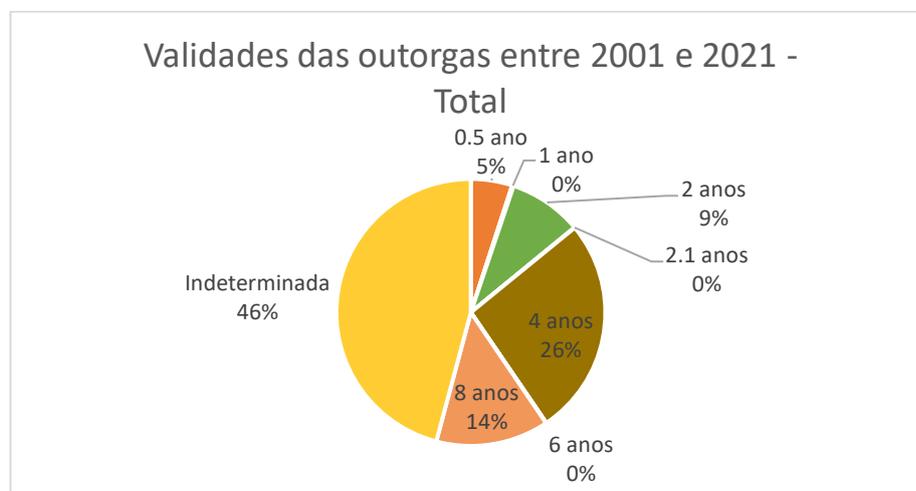
Figura 8: Variação das validades das outorgas ao longo do tempo.



Fonte: Autora, 2022.

Em outros termos, o prazo de validade indeterminado corresponde a maior parte das outorgas concedidas entre os anos de 2001 a meados de 2021, seguido dos prazos de 4 anos, 8 anos, 2 anos e 6 meses, conforme Figura 9 abaixo.

Figura 9: Variação das validades – Total.



Fonte: Autora, 2022.

Os dados de vazão outorgada e de volume outorgado são apresentados abaixo (Tabela 4), onde são mais destacados que os números de captações já apresentados. No contexto dos impactos do uso da água, esses valores, inclusive, são melhores indicadores do que o número de outorgas concedidas. Observa-se que, algumas vazões, apesar de diferirem, resultam em volumes similares, em função dos regimes de bombeamento.

Tabela 4: Evolução das vazões e volumes outorgados ao longo do tempo.

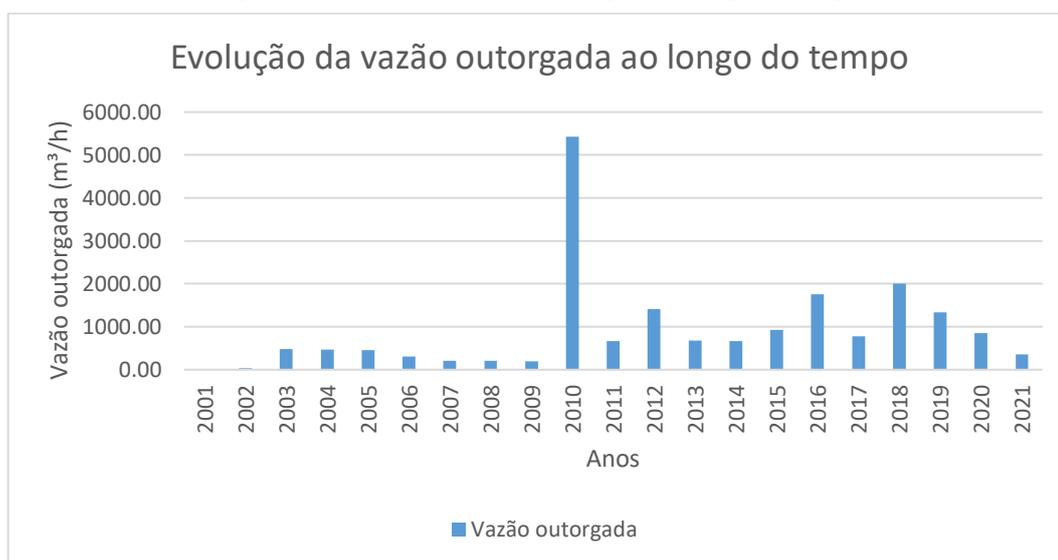
Ano	Vazão outorgada (m ³ /h)	Volume outorgado (m ³)
2001	0.00	0.00
2002	33.56	324.08
2003	482.04	11373.64
2004	465.48	9194.26
2005	459.14	4815.11
2006	308.63	4380.97
2007	209.99	2460.07
2008	210.38	3392.36
2009	193.04	2110.82
2010	5429.16	84756.28
2011	669.67	11895.12
2012	1412.88	22745.65
2013	681.99	10254.65
2014	661.15	10031.97
2015	921.30	12302.04

2016	1751.52	22614.54
2017	776.78	10772.84
2018	2008.48	26672.61
2019	1339.18	21343.85
2020	857.70	11070.40
2021	359.76	5679.04
Total	19231.82	288190.28

Fonte: Adaptado de SEMARH - AL (2021).

Observando a evolução da vazão outorgada ao longo do tempo (Figura 10), verifica-se que há um pico no ano de 2010, ano em que houve também um expressivo número de concessões de outorga. Em 2016, apesar das numerosas outorgas concedidas, as captações apresentaram menores vazões. Assim como em 2018, onde a vazão total outorgada foi a segunda maior dentro do período de estudo e, em contrapartida, o número de outorgas concedidas na mesma época esteve na quinta colocação.

Figura 10: Evolução da vazão outorgada ao longo do tempo.

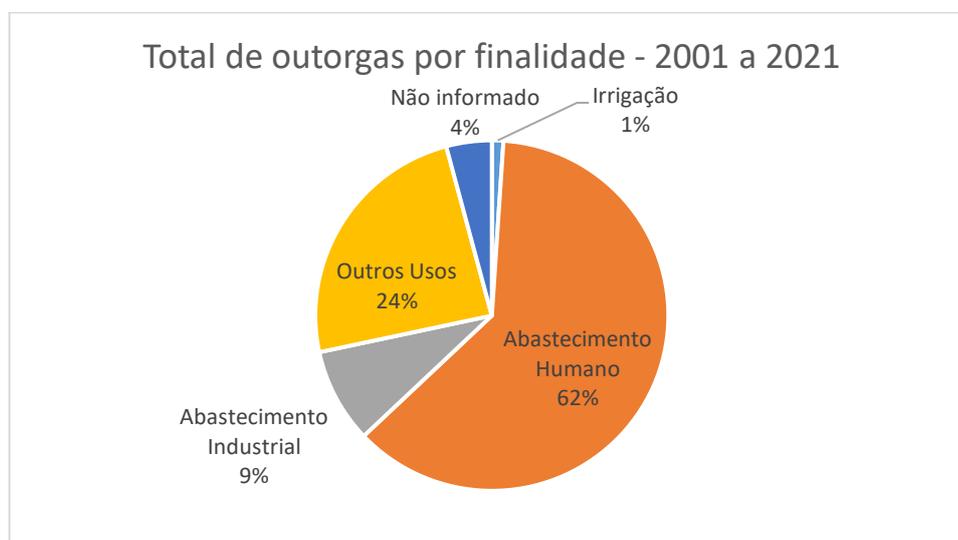


Fonte: Autora, 2022.

Os dados analisados também fornecem as finalidades de uso da água subterrânea: irrigação, abastecimento humano, abastecimento industrial e outros usos (dessedentação animal, aquicultura, carcinicultura, entre outros tipos de usos que não se enquadram nos três primeiros tipos citados). Em alguns casos, essa finalidade não foi informada, apesar de ser um item a ser preenchido no formulário de solicitação de outorga. Como pode ser visto na Figura 11, a maior parte das outorgas são destinadas ao abastecimento humano, possivelmente justificada pela acentuada e desordenada expansão urbana, seguida de outros usos,

abastecimento industrial e irrigação, respectivamente. A irrigação, por sua vez, é uma finalidade que predomina em áreas rurais.

Figura 11: Variação das finalidades de uso – Total.



Fonte: Autora, 2022.

Observando essa evolução ao longo dos anos (Figura 12), é possível confirmar que a principal finalidade de uso no ano de 2010 foi de abastecimento humano, sendo a CASAL a principal detentora das outorgas, visando o abastecimento da cidade. Em 2016, a finalidade de outros usos teve sua maior expressividade, possivelmente pelo termo de cooperação técnica entre SEMARH e CASAL, o qual limitou as concessões para finalidade de abastecimento humano. Maiores detalhamentos a respeito dessas finalidades não foram fornecidos dentre os dados disponibilizados pela SEMARH. A finalidade de uso para abastecimento industrial esteve presente ao longo de todos os anos, exceto o ano de 2001, mantendo também uma média regular.

Figura 12: Evolução das finalidades das outorgas ao longo do tempo.

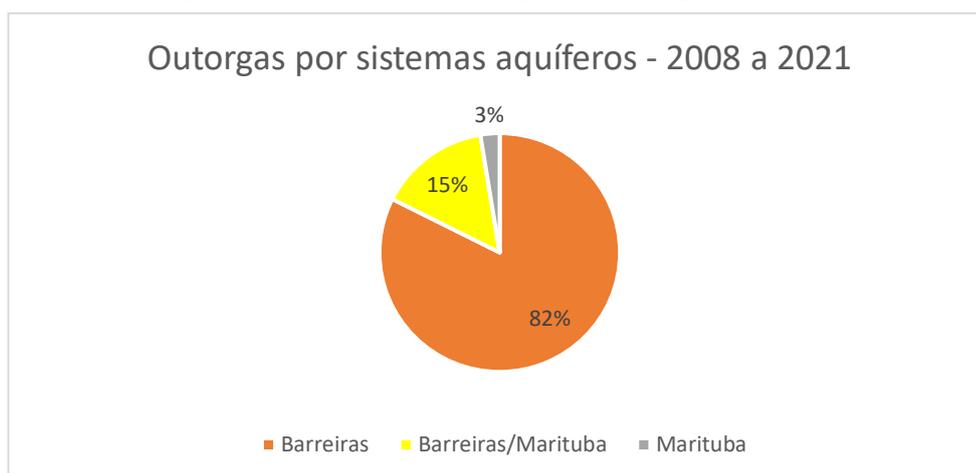


Fonte: Autora, 2022.

Por fim, analisando ainda temporalmente, é possível observar o quantitativo das outorgas por sistemas aquíferos (mais representativos), na Figura 13. Apesar do Sistema Barreiras-Marituba ser predominante em 90% da área urbana de Maceió, o sistema com maiores índices de exploração é o Sistema Barreiras, o que é preocupante, na medida em que este sistema é ameaçado de degradação por fatores associados à expansão urbana, como a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

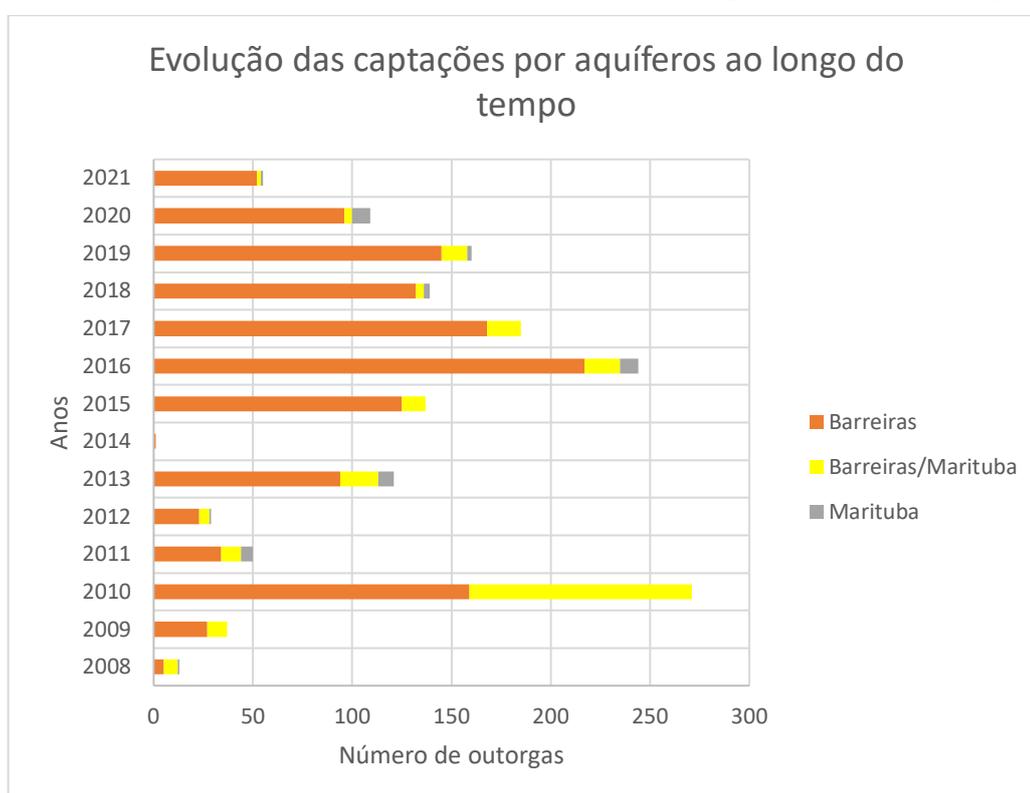
Vale ressaltar que essas informações começaram a ser inseridas a partir do ano de 2008 e, ainda assim, mais recentemente, ainda há cadastros que não contêm esses dados, o que pode contribuir para uma diferença nos resultados apresentados. O ano de 2014, por exemplo, apesar de ter 74 outorgas concedidas, há registro de apenas uma informação, de forma que sequer aparece na Figura 12. O período em que aparentemente houve um maior equilíbrio entre os aquíferos utilizados foi no ano de 2010.

Figura 13: Variação das outorgas por sistemas aquíferos - Total



Fonte: Autora, 2022.

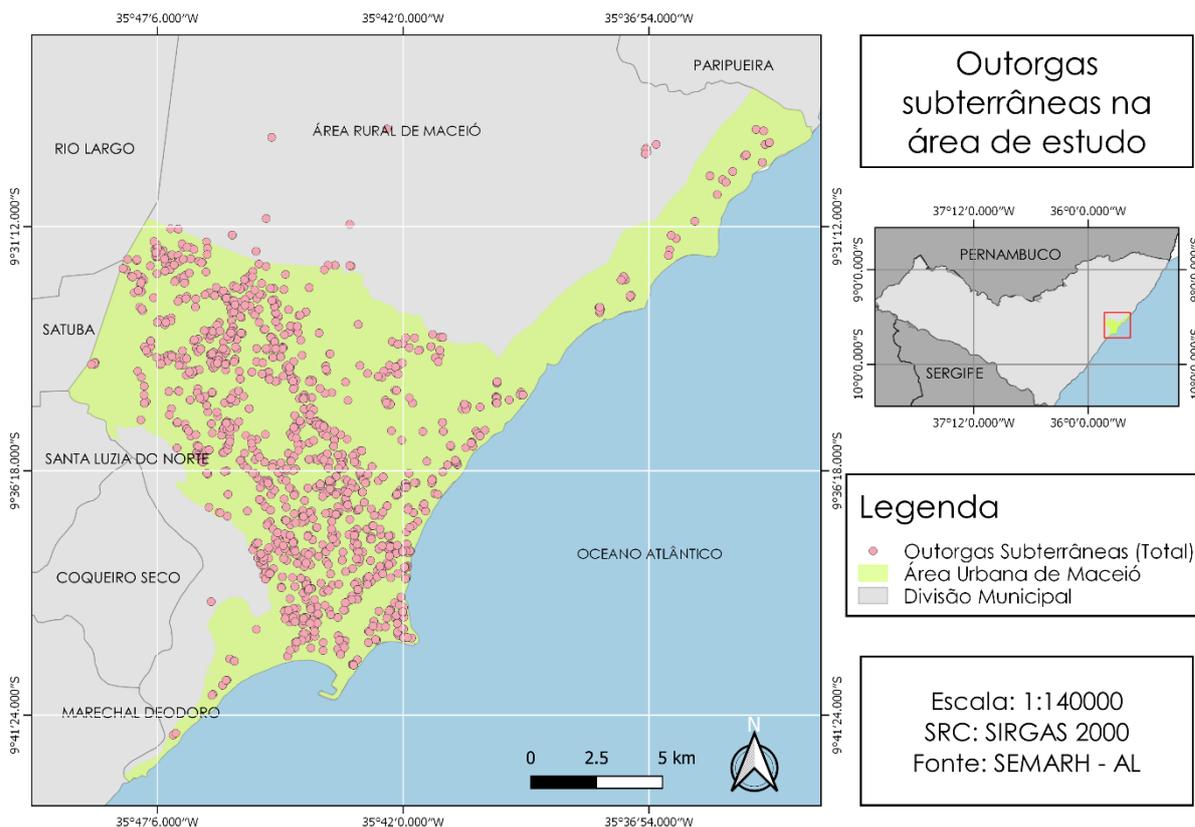
Figura 14: Evolução das outorgas de acordo com seus sistemas aquíferos ao longo do tempo.



Fonte: Autora, 2022.

Especialmente, foi possível observar que as outorgas estiveram majoritariamente concentradas na área urbana de Maceió. Na figura 15 abaixo, observa-se a distribuição do compilado de todas as outorgas concedidas dentro da faixa temporal escolhida para análise.

Figura 15: Total de outorgas subterrâneas distribuídas espacialmente na área de estudo.



Fonte: Autora, 2022.

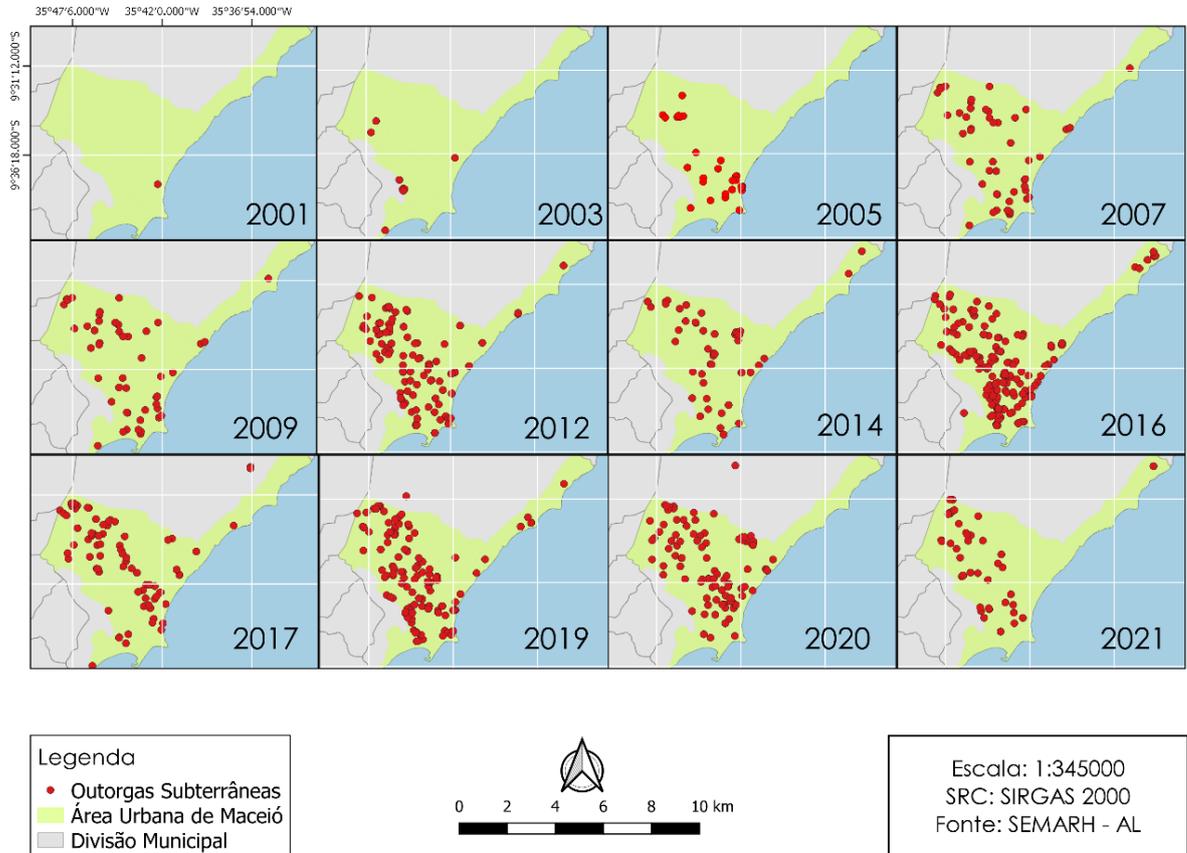
Pontua-se o fato de que alguns pontos de captação se encontravam fora da área de estudo, ainda que teoricamente pertençam a ela. Isso, muito provavelmente, tem relação com erros manuais que estão passíveis de acontecer no preenchimento da planilha de dados ou, até mesmo, com a diferença existente entre as bases cartográficas utilizadas (a do usuário solicitante e a do órgão gestor). Considerando toda a quantidade de outorgas analisadas, eles podem ser considerados mínimos. Dessa forma, para análise, os mesmos foram desprezados.

A distribuição espacial entre intervalos, com foco nos anos de implementação dos documentos legais pertinentes ao estudo, pode ser visualizada na Figura 16. As outorgas emitidas concentram-se majoritariamente na área urbana de Maceió. Os bairros mais atendidos vão desde a Cidade Universitária, Tabuleiro do Martins, Antares, Serraria, Gruta de Lourdes, Pinheiro, Farol, Mutange, Farol, Cruz das Almas e Mangabeiras (Figura 17).

A grande presença de outorgas no bairro do Tabuleiro do Martins, já caracterizado pela significativa ocupação e expansão urbana, pode ter influência do grande número de estabelecimentos comerciais, além de ter o Polo Industrial Governador Luiz Cavalcante ali instalado. Outros bairros, como a da Serraria, são caracterizados pela grande presença de

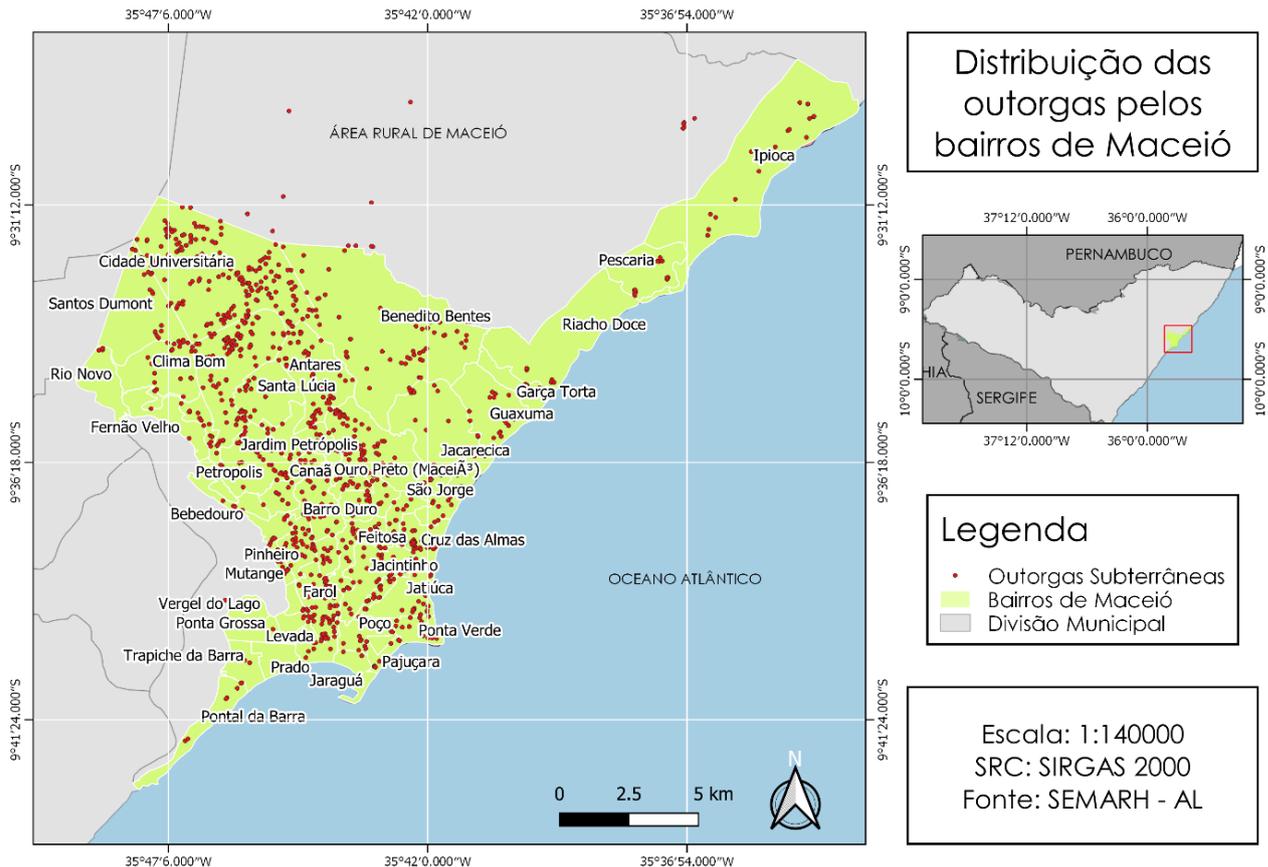
edifícios e residências, sendo a utilização de poços destinada majoritariamente para uso doméstico.

Figura 16: Evolução espacial das emissões de outorga.



Fonte: Autora, 2022.

Figura 17: Distribuição espacial das outorgas emitidas pelos bairros de Maceió.



Fonte: Autora, 2022.

5.3 Proposta de ações e estratégias

Apesar de apresentar desvantagem em relação às águas superficiais, o arcabouço legal relativo à outorga de águas subterrâneas no estado alagoano indica possibilidade de mudança positiva para o modelo atual utilizado. Algumas implementações podem contribuir para o aprimoramento da gestão desses recursos hídricos, como:

- Solicitações de outorga processadas simultaneamente aos procedimentos de licenciamento ambiental, quando as atividades também estiverem a eles sujeitas, de forma a fortalecer o controle do recurso e facilitar e agilizar os trâmites administrativos;
- Integração dos bancos de dados de recursos hídricos já existentes, como o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas e o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Utilização de ferramentas de suporte à decisão para otimizar as análises e fortalecer a outorga integrada;

Os principais entraves encontrados, no entanto, estão associados às dificuldades para cumprimento das medidas e orientações estabelecidas pelas legislações. A fiscalização do uso das águas subterrâneas, por exemplo, com reduzido corpo técnico, recebe auxílio na identificação de irregularidades através de denúncias. Nesse caso, sugere-se a adequação do quadro pessoal, por meio da promoção de concursos públicos, a adequação de infraestruturas para fiscalização e o fornecimento de capacitação continuada.

A interlocução entre órgão gestor e órgãos indiretamente associados aos recursos hídricos já é prevista, mas a interlocução entre estados pode auxiliar também com o compartilhamento de informações em prol da conservação e proteção das águas subterrâneas. Programas de comunicação social e de educação ambiental também são importantes principalmente para as pessoas que mais carecem de informação, estimulando a participação coletiva.

6 CONCLUSÃO

Em síntese, depreende-se que os objetivos propostos para o trabalho foram atingidos, com a investigação das outorgas de água subterrânea da área de estudo. Assim, identificou-se as principais modalidades, prazos de vigência e aquíferos utilizados entre os anos de 2001 e 2021, bem como os locais de maiores concentrações de outorgas emitidas. O arcabouço legal cabível ao estudo foi amplamente detalhado e contraposto ao processo evolutivo das outorgas analisadas, viabilizando a proposição de estratégias para aprimoramento da outorga e da gestão de recursos hídricos.

Foi possível verificar que, no total, a quantidade de outorgas de captação subterrânea superou a quantidade de licenças/outorgas de obra hídrica, evidenciando irregularidades de perfurações de poços e captações subterrâneas, e que o prazo de vigência mais comumente concedido foi de 4 anos. Constatou-se também que o abastecimento humano foi a finalidade de uso mais solicitada nas outorgas, tendo como principal outorgado a CASAL. Essas solicitações são por vezes motivadas para suprimento de deficiências no abastecimento por mananciais superficiais.

No somatório da distribuição espacial, verificou-se uma distribuição irregular de outorgas, com concentrações elevadas em determinadas localidades. Quando analisadas por bairros, as outorgas ficaram mais concentradas naqueles bairros com predominância de conjuntos residenciais, estabelecimentos industriais e comerciais, respectivamente.

Considerando a escassez de dados e de informações hidrogeológicas, a grande quantidade de poços e captações irregulares não conhecidos e o não cumprimento de legislações já existentes, verificou-se que a relação entre as normas e as informações analisadas existiu, mesmo que em alguns momentos. Para além dos fatores acima citados, é sabido que outras razões podem comprometer a evolução das outorgas, como o ritmo de análise das solicitações de outorga, a expansão urbana, questões políticas e econômicas.

O não cumprimento de legislações existentes permeia lugares de desinformação e de falta/falha de comunicação com a população usuária, que não possui conhecimento das legislações vigentes e das exigências de regularização de situações ilegais. Essa falta de conhecimento impede, inclusive, que decisões sejam questionadas ou refutadas. Diante desse cenário, conclui-se que os problemas de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos estão mais associados à pouca efetividade no atendimento às legislações vigentes do que na ausência de legislação.

Para a continuidade do trabalho, sugere-se, portanto, análise mais abrangente que verse além das questões legais, de forma a encontrar todas as possíveis causas para determinados comportamentos do instrumento de outorga, como as razões para os períodos de baixas das concessões de outorga (2011 e 2014) e para a maior diferença entre as emissões de outorga entre as modalidades de captação subterrânea e obra hídrica no ano de 2010. Incentiva-se a continuação de estudos similares, uma vez que há poucos trabalhos que analisem os recursos hídricos subterrâneos na cidade de Maceió.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. **Lei nº 5.965, de 10 de novembro de 1997**. Dispõe sobre a política estadual de Recursos hídricos. Institui o sistema Estadual de gerenciamento integrado de recursos hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/acesso-a-informacao/legislacao-documentos/Lei_5965.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

ALAGOAS. **Lei nº 7094, de 2 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas de domínio no estado de Alagoas e dá outras providências. Disponível em: Maceió, AL.

ALAGOAS. **Decreto nº 06/2001, de 23 de janeiro de 2001**. Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos prevista na lei nº 5.965, de 10 de novembro de 1997, que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema estadual de gerenciamento integrado de recursos hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/acesso-a-informacao/legislacao-documentos/Decreto%20n.%206%20-23.01.2001-_Atualizado.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

ALAGOAS. **Decreto nº 49.420, de 18 de julho de 2016**. Regulamenta a fiscalização da outorga de direito de uso de recursos hídricos, prevista na lei estadual nº 5.965, de 10 de novembro de 1997, que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema estadual de gerenciamento integrado de recursos hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.semarh.al.gov.br/acesso-a-informacao/legislacaodocumentos/Decreto49420.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

ALAGOAS. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Estabelece critérios para derivações, captações, lançamentos e acumulações de recursos hídricos considerados insignificantes e dá outras providências. **Resolução CERH nº 03, de 15 de julho de 2019**. Disponível em: <http://tempoeclima.semarh.al.gov.br/arquivos_site/cerh/resolucoes/2019/Resolucao03.pdf>. Acesso em 12 ago. 2021.

Agência Nacional das Águas. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água - Resultados por Estado**. Brasília: Agência Nacional de Águas, Engecorps/Cobraper, 2010, v. 2.

Agência Nacional de Águas. **Estudos Hidrogeológicos para Subsidiar a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Região Metropolitana de Maceió**. Relatório Final. Volume I e II. Brasília: 2011.

ASSIS, Arthur Angelo A. et al. **Ações da agência pernambucana de águas e clima (apac) na gestão das águas subterrâneas voltada para a outorga no Estado de Pernambuco.** In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 17., 2012. Bonito. Anais. p. 1 - 4. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27861>>. Acesso em 29 set. 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 01 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em 10 ago. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico, altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>>. Acesso em 10 ago. 2021.

British Geological Survey. **Groundwater resources in the UK.** 2021. Disponível em: <<https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/groundwater-research/groundwater-resources-in-the-uk/>>. Acesso em: 01 set. 2021.

CEARÁ. **Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010.** Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos, institui o sistema integrado de gestão de recursos hídricos - SIGERH, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Lei-n%C2%BA-14.844-2010-Disp%C3%B5e-sobre-a-Pol%C3%ADtica-estadual-de-Recursos-H%C3%ADricos.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE ALAGOAS. **Mananciais**. 2018. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/capital/>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

COSTA, Waldir Duarte. Hidrogeologia dos meios fissurados. In: FEITOSA, Fernando A. C.; MANOEL FILHO, João; FEITOSA, Edilton Carneiro; DEMETRIO, José Geilson A. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: Labhid, 2008. Cap. 3.2. p. 143-173. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/14818>. Acesso em: 29 ago. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 211**: Climatologia do Estado de Alagoas. Livraria Embrapa, Recife – PE, 2012. 33 p.

FRANÇA, Josefa Marciana Barbosa de et al. Panorama das outorgas de uso dos recursos hídricos no Estado do Ceará no período de estiagem 2009-2017. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 210-217, 30 maio 2018. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i2.29118>.

FREIRE, Cleuda Custódio. **Outorga e cobrança: instrumentos de gestão aplicados à água subterrânea**. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12., 2002, Florianópolis. Anais. p. 1 - 16. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22713>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

GOMES, Geiza Thamirys Correia et al. **ANÁLISE DO CRESCIMENTO DA PERFURAÇÃO DE POÇOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 18., 2009, Campo Grande. Anais. p. 1 – 17. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/152/93cc30a3866617018fe2f908c6517bdc_c39b286ec5571fb2aa62b7a29bc368d0.pdf>. Acesso em 17 ago. 2021.

GOVERNO DE ALAGOAS. **Perfil Municipal: Maceió**. Secretaria de estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (2018). Disponível em: <<http://www.dados.al.gov.br>> Acesso em: 30 ago de 2021.

HIRATA, Ricardo; ESCOLERO, Oscar. Groundwater governance in São Paulo and Mexico metropolitan areas: some comparative lessons learnt. In: VILLHOLTH, Karen G.; LÓPEZ-GUNN, Elena; CONTI, Kirstin I.; GARRIDO, Alberto; GUN, Jac van Der. **Advances in**

Groundwater Governance. Leiden: Crc Press/Balkema, 2017. Cap 28. p. 579-594.
Disponível em: <<http://bnfww4fm4113stiajd7sf413.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/sites/2/2019/01/advances-in-groundwater-governance.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

HIRATA, Ricardo et al. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento.** São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2019. 19 p. Disponível em:
<http://www.tratabrasil.org.br/imagens/estudos/itb/aguas-subterraneas-e-saneamento-basico/Estudo_aguas_subterraneas_FINAL.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Maceió - Panorama.** Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/maceio/panorama>>. Acesso em: 30 de ago de 2021.

SANTOS, R. J. Q. dos et al. **Condicionamento da geologia estrutural na potencialidade das águas subterrâneas em área do município de Maceió/AL.** In: Encontro Nacional de Perfurações de Poços, 12., 2001, Olinda. Anais. p. 283 – 288. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/24457/0>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SILVA JÚNIOR, R. et al. **Estimativas de oferta e demanda hídricas no rio Pratygy utilizando técnicas de regionalização.** In Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16., 2005, João Pessoa. Anais. p 1 – 16. Disponível em:
<<https://ctec.ufal.br/professor/vap/EstimativaOfertaDemandaHidricaPratygy.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

TUCCI, C. E. M.; CABRAL, J. J. S. P. **Qualidade da água subterrânea.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Ciência, Tecnologia e Inovação. Anexo II-b. 2003.

VARADY, R. G. et al. **Groundwater policy and governance: A Global Framework for Country Action.** Thematic Paper No 5. GEF, WorldBank. 2012.

ZOBY, José Luiz Gomes; OLIVEIRA, Fernando Roberto de. **Cadernos de Recursos Hídricos: Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil.** Brasília: Agência Nacional de Águas, 2005. 80 p. Disponível em:
<<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.