**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

MARCOS ANTONIO SANTOS CARVALHO

# **A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM UMA COMUNIDADE RURAL PIAUIENSE:** UMA INVESTIGAÇÃO COM BASE NA PERCEPÇÃO DE IMPACTO DE MORADORES LOCAIS

TERESINA-PI
2024

MARCOS ANTONIO SANTOS CARVALHO

# **A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM UMA COMUNIDADE RURAL PIAUIENSE:** UMA INVESTIGAÇÃO COM BASE NA PERCEPÇÃO DE IMPACTO DE MORADORES LOCAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho

TERESINA-PI

2024

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Representação da Informação

C331u Carvalho, Marcos Antonio Santos.
A utilização da água subterrânea em uma comunidade rural piauiense : uma investigação com base na percepção de impacto de moradores locais / Marcos Antonio Santos Carvalho. -- 2024.
108 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina, 2024.
"Orientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho".

1. Recursos hídricos subterrâneos. 2. Percepção ambiental. 3. Impacto ambiental. 4. Políticas Públicas. I. Carvalho, Denis Barros de. II. Título.

CDD 333.714

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004

MARCOS ANTONIO SANTOS CARVALHO

# A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM UMA COMUNIDADE RURAL PIAUIENSE: UMA INVESTIGAÇÃO COM BASE NA PERCEPÇÃO DE IMPACTO DE MORADORES LOCAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Políticas de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho

Aprovado em 26 de abril de 2024

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
DENIS BARROS DE CARVALHO
Data: 24/05/2024 11:42:11-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho
(Orientador)

gov.br Documento assinado digitalmente
FABIO JOSE VIEIRA
Data: 23/05/2024 18:16:18-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dr. Fábio José Vieira
(Membro Externo – UESPI)

gov.br Documento assinado digitalmente
ELAINE APARECIDA DA SILVA
Data: 23/05/2024 20:57:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra Elaine Aparecida da Silva
(Membro interno – PRODEMA)

**Dedico,**

*Aos familiares e amigos que sempre foram fonte de incentivo! E a todos aqueles que acreditam no poder de transformação social da educação ambiental.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus por ser meu guia, pela força e coragem que me deu ao longo desta jornada. Sinto-me plenamente satisfeito por participar desse momento e conseguir superar todas as minhas inseguranças, que, por diversas vezes, me fizeram pensar em desistir.

Agradeço de forma especial ao Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho pela confiança em me receber como aluno orientando. As dicas e correções fornecidas por você foram extremamente valiosas para o meu progresso.

Aos demais docentes do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), que me proporcionaram a aquisição de conhecimentos na área ambiental, por meio de embasamento teórico e prático.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por viabilizar a oportunidade de realizar este sonho através da bolsa de estudo concedida.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Fábio José Vieira e à Prof. Dra. Elaine Aparecida da Silva, por aceitarem o convite e pelas contribuições ofertadas desde a etapa de qualificação, que aprimoraram este trabalho.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pela oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional. Em especial, ao Campus Universitário Ministro Petrônio Portella e ao Campus Senador Helvídio Nunes de Barros.

Aos amigos do PRODEMA, pela amizade e parceria ao longo desta caminhada. Em especial, Adelquis Stanley, Davi Leal, João Vitor, Rayane Camilo, Seliomar de Sousa. Todos vocês marcaram a minha trajetória de uma forma tão positiva que jamais serão esquecidos.

Ao Prof. Dr. Artur Henrique Freitas Florentino de Souza pela confiança e supervisão durante o estágio à docência no ensino superior. As experiências vivenciadas possibilitaram o meu aperfeiçoamento para o exercício da prática.

Por fim, agradeço aos meus familiares, em especial aos meus pais (Sandriana Santos e Carlos Augusto) e aos meus tios (Adriano Carvalho e Fabiana Sá), pelo apoio e torcida.

A todos, muito obrigado!

*“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”.*

Paulo Freire

## RESUMO

As águas subterrâneas configuram-se como um elemento finito e indispensável para o ciclo hidrológico do planeta, além de estarem associados a sustentação dos mais diversos ambientes aquáticos, como os rios, pântanos, lagos e mangues. Nesse contexto, a exploração indiscriminada desse recurso pode levar a sua escassez ocasionando eventos extremos ao meio ambiente e a própria humanidade, tais como a perda de biodiversidade e desequilíbrios socioeconômicos. O presente estudo tem por objetivo, investigar a relação da população de uma comunidade rural de Dom Expedito Lopes-PI sobre os modos de utilização da água associados à atividade de perfuração de poços artesianos, a partir da percepção de impacto dos moradores locais. Para o alcance dos resultados, foi considerado inicialmente uma análise documental, onde foram estudadas as principais fontes de informações oriundas da legislação e administração pertinente ao sistema de gestão de recursos hídricos subterrâneos no Brasil, no Piauí e no município de Dom Expedito Lopes. Em seguida, foi realizado um estudo sobre a percepção ambiental moradores de uma comunidade rural pertencente ao município em questão, para estabelecer o entendimento das implicações do uso da água e a percepção dos impactos advindos da perfuração de poços artesianos. A pesquisa possui natureza qualitativa e caráter descritivo e exploratório. Os resultados evidenciam o estado do Piauí não implementa o modelo de governança conforme foi estabelecido na Lei das Águas devido a existência de algumas assimetrias no seu sistema de gerenciamento. Em tese, a carência de atos normativos, vinculadas a falta de suporte técnico do estado, compromete à adoção de medidas de preservação pelas unidades locais. A análise da percepção ambiental de 15 moradores da comunidade rural pertencente ao município de Dom Expedito Lopes, revela uma realidade ambiental preocupante, advindos do manejo inadequado do manancial hídrico subterrâneo presente na região. Contudo, é preciso que os governos estaduais incentivem os municípios na criação de políticas públicas para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, pois o protagonismo dos municípios é essencial em todas as áreas de gestão que incidem sobre os recursos hídricos.



**Palavras-chave:** Recursos hídricos subterrâneos; Percepção ambiental; Impacto ambiental; Políticas Públicas.

## ABSTRACT

Groundwater is a finite and indispensable element for the planet's hydrological cycle, in addition to being associated with the support of the most diverse aquatic environments, such as rivers, swamps, lakes and mangroves. In this context, the indiscriminate exploitation of this resource can lead to its scarcity, causing extreme events to the environment and humanity itself, such as the loss of biodiversity and socioeconomic imbalances. The present study aims to investigate the relationship between the population of a rural community in Dom Expedito Lopes-PI on the ways of using water associated with the activity of drilling artesian wells, based on the perception of impact of local residents. To achieve the results, a documentary analysis was initially considered, where the main sources of information arising from legislation and administration pertinent to the underground water resources management system in Brazil, Piauí and the municipality of Dom Expedito Lopes were studied. Next, a study was carried out on the environmental perception of residents of a rural community belonging to the municipality in question, to establish an understanding of the implications of water use and the perception of impacts arising from the drilling of artesian wells. The research is qualitative in nature and descriptive and exploratory in nature. The results show that the state of Piauí does not implement the governance model as established in the Water Law due to the existence of some asymmetries in its management system. In theory, the lack of normative acts, linked to the lack of technical support from the state, implies the adoption of preservation measures by local units. The analysis of the environmental perception of 15 residents of the rural community belonging to the municipality of Dom Expedito Lopes reveals a worrying environmental reality, arising from the inadequate management of the underground water source present in the region. However, state governments need to encourage municipalities to create public policies for surface and underground water resources, as the role of municipalities is essential in all areas of management that affect water resources.



**Keywords:** Underground water resources; Environmental perception; Environmental impact; Public policy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Zonas de saturação do subsolo. ..... 19
Figura 2: Delimitação do território do semiárido brasileiro ..... 24
Figura 3: Municípios na bacia hidrográfica do Parnaíba ..... 25
Figura 4: Organograma da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Pia. 32
Figura 5: Localização geográfica do município de Dom Expedito Lopes-PI ..... 35
Quadro 1: Identificação das leis que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) no Brasil e que possui capítulo específico para as águas subterrâneas..... 29

### Artigo 1

Figura1: Localização Geográfica do Município de Dom Expedito Lopes-PI..... 49
Quadro 1: Instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos..... 51
Quadro 2: Instituições do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos ..... 54
Quadro 3: Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos para a proteção das águas subterrâneas..... 55
Figura 2: Organograma do sistema de gerenciamento nacional e do estado do Piauí para os recursos hídricos..... 58
Figura 3: Localização dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Piauí..... 60
Quadro 4: Aparato legal piauiense que beneficia a proteção das águas subterrâneas... 61
Quadro 5: Instituições do sistema municipal de gerenciamento dos recursos ambientais, de Dom Expedito Lopes, PI..... 66
Quadro 6: Tipos de licenças ambientais ofertadas pelo Poder Público Municipal de Dom Expedito Lopes-PI..... 68

### Artigo 2

Figura 1: Localização geográfica do município de Dom expedito Lopes-PI..... 80
Figura 2: Delimitação da região hidrográfica do Parnaíba, com destaque ao município de Dom Expedito Lopes, Piauí..... 86
Figura 3: Variação percentual de respostas obtidas sobre o significado da água..... 86

Figura 4: Variação percentual de respostas obtidas sobre a cobrança pela utilização da água na comunidade Buriti-Grande (PI).....89
Figura 5: Percepção de impacto da perfuração de poços na comunidade Buriti-Grande .....92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Perfil sociodemográfico dos 15 (quinze) participantes que se enquadraram nos critérios estabelecidos para a pesquisa.....81

Tabela 2: Area de formação dos participantes da pesquisa que possuem curso superior .....82

Tabela 3: Nível de entendimento dos moradores do povoado Buriti-Grande quanto ao significado da água.....87

Tabela 4: Número de pessoas que adotam práticas conservacionistas quanto a utilização da água.....90

Tabela 5: Percepção ambiental dos moradores sobre os impactos da perfuração de Poços.....93

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEC – Associação Buritigrandense de Esporte e Cidadania

ANA – Agência Nacional das Águas

CBH – Comite de Bacia Hidrográfica

CEP – Conselho de Ética em Pesquisa

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CF – Constituição Federal

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CNS – Conselho Nacional de Saúde

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

COMAM – Conselho Municipal de Meio Ambiente, Saneamento Básico e Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DBIA – Declaração de Baixo Impacto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAR – Licença de Regularização

LAS – Licença Simplificada

LI- Licença se Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

PDR – Política Nacional de Desenvolvimento Regional

PI – Piauí

PERH – Política Estadual dos Recursos Hídricos

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

SEAMA – Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SEMAR – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural do Piauí

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNSH – Secretaria Nacional de Segurança Hídrica

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFPI – Universidade Federal do Piauí

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

## SUMÁRIO

**1 INTRODUÇÃO** ..... 14
**2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** ..... 17
**2.1 Hidrografia das águas subterrâneas** ..... 17
**2.2 A percepção do ambiente e o desperdício de água** ..... 19
**2.3 Políticas públicas dos recursos hídricos na região semiárida** ..... 23
**2.4 Fiscalização e regularização do uso de recursos hídricos subterrâneos** ..... 28
**2.5 Perfuração de poços artesianos e seus impactos** ..... 33
**3 MATERIAL E MÉTODOS** ..... 35
**3.1 Área de estudo** ..... 35
**3.2 Coleta de dados** ..... 37
**3.3 Análise dos dados** ..... 37
**3.4 Termos éticos da pesquisa** ..... 38
**REFERÊNCIAS** ..... 39
**4 RESULTADOS** ..... 45
**4.1 Artigo 1** ..... 46
**O estatuto jurídico das águas subterrâneas no Brasil: uma análise sobre a atual divisão de competências com ênfase no município de Dom Expedito Lopes-PI** ..... 46
**Introdução** ..... 47
**Procedimentos Metodológicos** ..... 49
**Resultados e Discussão** ..... 51
**Gestão nacional das águas subterrâneas** ..... 51
**Gestão estadual das águas subterrâneas** ..... 58
**Gestão municipal das águas subterrâneas** ..... 65
**Considerações finais** ..... 70
**Referências** ..... 71
**4.2 Artigo 2** ..... 76
**Percepção de impacto ambiental de moradores rurais de uma comunidade piauiense sobre a utilização da água e os efeitos negativos da perfuração de poços** ..... 76
**Introdução** ..... 77
**Referencial Teórico** ..... 78
**Percepção de impacto ambiental** ..... 78
**Procedimentos Metodológicos** ..... 79
**Resultados e Discussão** ..... 81
**Perfil sociodemográfico dos sujeitos** ..... 82
**Percepção ambiental sobre os modos de utilização da água** ..... 85
**Percepção de Impactos Ambientais da Perfuração de Poços Artesianos** ..... 90

**Considerações Finais** ..... 95
**Agradecimentos** ..... 97
**Referências** ..... 97
**CONSIDERAÇÕES FINAIS** ..... 101
**APÊNDICES** ..... 103
**APÊNDICE A - TCLE** ..... 104
**APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO** ..... 106

## 1 INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem sido bastante debatida no Brasil e no mundo. Todavia, cabe salientar que a percepção dos indivíduos sobre a questão ainda não se apresenta de forma evidente (Batista, 2014). Desse modo, torna-se necessária a compreensão sobre as diferentes formas de interação do homem com a natureza levando em consideração os seus interesses e condutas.

Para Ninis (2006), os conflitos socioambientais contemporâneos descendem de múltiplas definições do meio ambiente, as quais percorrem valores políticos, culturais, étnicos e econômicos. Os problemas ambientais ligados a utilização dos recursos hídricos, fazem referências a sua visibilidade na sociedade atual, em que os aspectos relacionados a sua utilização são vistos apenas no sentido utilitarista, voltada para fins de uso econômico e de sobrevivência e não mais como um bem precioso e findável (Dictoro; Hanai, 2016).

Diante dessa situação, vale ressaltar também que o Brasil detém um grande percentual hídrico, porém esse recurso é distribuído de forma desigual. Alguns municípios do Nordeste brasileiro, por exemplo, apresentam uma grande necessidade hídrica resultante do déficit pluviométrico, responsável pela diminuição das chuvas e o consequente rebaixamento dos níveis de águas superficiais (Bezerra, 2016). Desse modo, a exploração de recursos hídricos subterrâneos, através da perfuração de poços artesianos, apresenta-se como uma atividade alternativa cada vez mais frequente em regiões semiáridas (Lopes, *et al.*, 2020).

No entanto, parte da literatura científica apresenta a ideia de que as águas subterrâneas localizadas em regiões semiáridas estão acima do limite da potabilidade, por serem cloretadas e sódicas, tornando assim, esse elemento inapropriado para o consumo humano e animal (Feitosa; Diniz, 2011; Silva, 2000; Garces, 2019).

Apesar desse fato, vale ressaltar que algumas áreas predominadas pelo clima semiárido possuem realidades distintas, apresentando assim diferentes particularidades, tais como alguns municípios do Piauí que são beneficiados por um imenso potencial hídrico subterrâneo. Logo, 98% do estado piauiense está assentado sobre a bacia sedimentar do Parnaíba, uma das mais importantes do Nordeste em critérios de volume e capacidade hídrica (CODEVASF, 2021). Para tanto, torna-se necessário estabelecer um maior controle da extração dessa fonte por parte dos exploradores, uma vez que tal bacia sedimentar oferta um volume hídrico capaz de reduzir a escassez que assola uma parte da região Nordeste (Monteiro, 2018).

A concepção de uma política de âmbito nacional que seja eficiente para o gerenciamento do recurso descrito se assenta nos princípios e comandos da Constituição Federal (1988) que estabelece o domínio das águas subterrâneas e nas determinações legais expressas na Lei federal 9.433/97 ao reconhecer que captações necessitam de autorização emitida pelo organismo fiscalizador. Todavia, a efetiva divisão de competências previstas na lei, articula-se dentro de um sistema de gerenciamento composto por entidades especializadas com um caráter deliberativo, executivo e fiscalizador que procuram racionalizar o uso da água entre os múltiplos usuários, por meio implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

Desse modo, cada estado da federação brasileira assume a responsabilidade de instituir o seu próprio sistema de gerenciamento, além de implementar políticas públicas específicas para as águas subterrâneas que estão sobre o seu domínio, levando em consideração os limites e desafios. Contudo, pesquisas apontam que alguns estados não se apropriam da aplicação de todos os instrumentos de gestão orientados pela Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como acontece no estado do Piauí (Fernandes, 2010; Monteiro, 2018; Souza, 2020).

A partir da análise do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no ente federativo supracitado, nota-se a carência de uma Agencia Estadual de Águas para auxiliar a aplicação dos instrumentos de gestão. Assim, diferentemente da realidade apresentada no Piauí, o estado do Pernambuco apresenta uma estrutura de governança bem definida, constituída por um Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Comitês de Bacia Hidrográfica, Conselhos Gestores de Reservatórios, Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos e uma Agência Pernambucana de Águas e Clima (ANA, 2024).

Dessa forma, percebe-se que, apesar de alguns estados terem avanços na gestão dos recursos hídricos, outros enfrentam problemas públicos complexos que requerem o aperfeiçoamento da qualidade dos serviços e dos seus resultados, de forma a estar mais de acordo com os princípios éticos e legais de uma boa governança pública (Santos e Cavalcante, 2021).

De acordo com Philippi Jr. e Pelicioni (2005), os problemas ambientais refletem de forma direta ou indireta nas condições de saúde e na qualidade de vida dos indivíduos. Assim, a necessidade de fortalecer discussões e reflexões nessa área é essencial, pois existe uma carência de pesquisas sobre a gestão dos recursos hídricos subterrâneos sob a perspectiva de moradores de área rural de pequenos municípios do Piauí. Além disso, a maior parte dos trabalhos realizados com enforque na exploração de tais recursos, apresenta uma vertente

técnica e, raramente, mostram resultados sobre pesquisas considerando percepção dos moradores como fonte de informações (Almeida *et al*., 2000).

A análise do ambiente, através da percepção, permite o reconhecimento sobre os fatores de maior degradação, de modo a estabelecer um levantamento de causa e efeito sobre os seus elementos e processos (Briguenti, 2005). Pesquisas indicam que a utilização inadequada dos recursos hídricos gera desperdício em função de usos mais nobres, sem levar em consideração a sua escassez (ANA, 2011). Assim, para Setti *et al*., (2000), a aplicação consciente desse recurso, constitui um ponto fundamental para um desenvolvimento equilibrado em consonância com preservação do meio ambiente. Pois, conhecer o modo como esse recurso natural vem sendo tratado poderá nortear futuras ações dos órgãos gestores quanto ao seu uso sustentável.

Diante desse contexto, pretende-se com essa pesquisa responder os seguintes questionamentos: Qual a percepção dos moradores locais do povoado Buriti-Grande pertencente ao município de Dom Expedito Lopes-PI sobre os impactos do uso dos recursos hídricos com base na atividade de perfuração de poços artesianos? Quais as leis ambientais que se dispõe sobre a proteção dos recursos hídricos subterrâneos em âmbito nacional, no estado do Piauí e no município de Dom Expedito Lopes? Quais as medidas normativas que os órgãos ambientais vêm adotando para o controle e conservação de tais reservas, em âmbito nacional, estadual e municipal?

Nesse sentido, esta pesquisa visa investigar a relação da população com os modos de utilização da água associados à atividade de perfuração de poços artesianos, a partir da percepção de impacto dos moradores locais, de forma que seja possível traçar um diagnóstico socioambiental local. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as determinações legais e as políticas públicas relacionadas aos recursos hídricos subterrâneos;
- Analisar através da percepção de impacto dos moradores o entendimento sobre as implicações de uso da água relacionando-as ao surgimento de possíveis impactos negativos.

A escolha do povoado Buriti-Grande para a realização desse estudo justifica-se pela realidade hídrica local. De acordo com Lima (2006), a sociedade buritigrandense é bastante beneficiada pela disponibilidade das águas subterrâneas por estar situado na bacia sedimentar do Parnaíba. Assim, toda a extensão territorial do município de Dom Expedito Lopes-PI possui domínio hidrogeológico da formação cabeças (CPRM, 2004). Estudos apontam que tal

aquífero garante boas condições hídricas ao desenvolvimento do estado piauiense (Filho, 2008), trazendo a luz uma preocupação eminente para os órgãos ambientais e fiscalizadores.

Em síntese, o presente trabalho encontra-se organizado em elementos pré-textuais, Introdução, Revisão de Literatura e Referências, seguindo as normas vigentes da ABNT. Em seguida, foram inseridos os Resultados que serão apresentados em 2 artigos que versam sobre essa temática.

**Artigo 1 –** Realizou-se um estudo documental sobre as diretrizes legais envolvendo os recursos hídricos subterrâneos no Brasil, no estado do Piauí e no município de Dom Expedito Lopes. O levantamento foi feito por meio de plataformas digitais onde estão armazenadas as fontes fixas de dados (Documentos) de interesse da pesquisa. Assim foi possível realizar um diagnóstico sobre as políticas públicas ambientais e à atual articulação do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos nos três entes federativos supracitados.

**Artigo 2 –** Caracterizou-se a percepção de impacto dos moradores da comunidade rural Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes (PI), o entendimento sobre as implicações do uso da água, relacionando-as ao surgimento de possíveis impactos ambientais negativos decorrentes da atividade de perfuração de poços.

Por fim, foram apresentadas as Considerações Finais e Apêndices.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica encontra-se dividida em cinco seções: na primeira, são abordadas as discussões sobre a hidrografia das águas subterrâneas. Na segunda, foram apresentados a conceitos sobre relação entre a percepção do ambiente e o desperdício de água. Na terceira, trata-se das políticas públicas dos recursos hídricos na região semiárida. Na quarta, discute-se sobre a fiscalização e regularização do uso de recursos hídricos subterrâneos. Na quinta, perfuração de poços artesianos e seus impactos.

### 2.1 Hidrografia das águas subterrâneas

Para estabelecer o entendimento sobre as águas subterrâneas torna-se necessário abrir espaço inicialmente para uma breve contextualização sobre o funcionamento do ciclo hidrológico dos recursos hídricos, bem como a relação da água com o solo e a atmosfera. Nesse viés, algumas ciências como a Biologia, permite ao ser humano entender sobre a natureza através de uma outra perspectiva (Santana; Mota, 2022). De forma geral, compreender o ciclo da água é sobretudo respeitar o espaço geográfico onde as pessoas

vivem. Neste ciclo, é dever de cada cidadão enxergar a imensa capacidade de regeneração e conservação da natureza (Albuquerque, 2022).

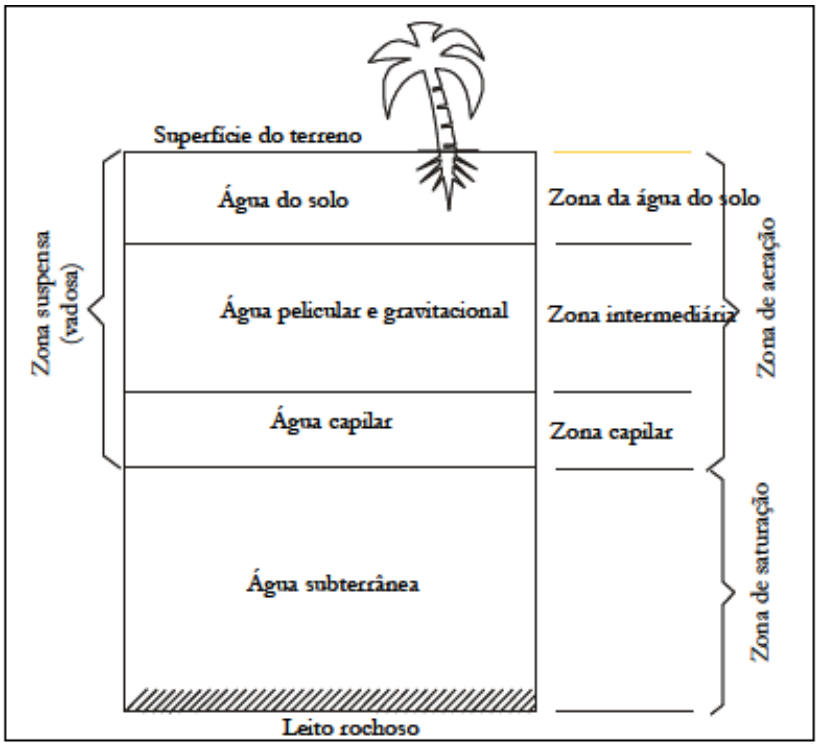
De acordo com Paz (2004) e Silveira (2014) a água está em um constante processo de circulação, estabelecendo conexão entre a superfície da Terra e a atmosfera, impulsionada através da energia solar em associação com a gravidade e os movimentos de rotação terrestre. Do ponto de vista hidrológico, a bacia hidrográfica é o local geométrico de ocorrência desse ciclo, podendo ser descrita como um sistema físico onde a entrada é realizada por meio do volume de água proveniente das precipitações e a saída, a concentração escoada pelo exultório (Silveira, 2014).

Segundo Miranda, Oliveira e Silva (2010), existem 6 (seis) etapas distintas que possibilitam a ocorrência do ciclo natural da água na superfície da Terra, sendo elas expressas através dos processos de: Evapotranspiração; Precipitação; Chuva; Interceptação das precipitações; Infiltração; Escoamento superficial. Todavia, para alguns teóricos, essas não se caracterizam como as únicas expressões, pois entre elas pode-se encontrar outras "como no uso das águas superficiais e subterrâneas, na alteração do ambiente pela impermeabilização do solo e aquecimento das cidades, entre outras ações, que veem influenciando o ciclo natural da água no planeta" (Hornink; Henrique; Hornink, 2016, p.26).

É relevante afirmar que a formação das reservas hídricas subterrâneas é resultada do processo de infiltração nas camadas mais superficiais da terra, que se movem para baixo e possibilitam a alteração do perfil de umidade do solo (Miranda; Oliveira; Silva, 2010). Além disso, a ocorrência desse processo depende de alguns critérios indispensáveis para a sua formação, bem como: (I) volume de água disponível para infiltrar (II) natureza do solo; (III) estado da sua superfície (IV) e o volumes de água presentes no seu interior (Silveira, Louzada e Beltrame, 2014).

Durante o processo de infiltração, a água escoada pode se alojar em duas grandes camadas do subsolo: zona de aeração e a zona saturada, desse modo, a diferenciação entre ambas é definida a partir do processo de profundidade em que a água é encontrada. Assim, Cabral, *et al.,* (2001) definem que a zona de aeração fica retida nas camadas mais próximas da superfície do solo, enquanto a zona saturada atinge maiores profundidades. A Figura 1 apresenta de forma esquemática a realização desse processo:

Figura 1- Zonas de saturação do subsolo.




Fonte: Cabral *et al.* (2001).

Em síntese, as águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrogeológico, uma vez que constituem uma parcela de água precipitada, em obediência à morfologia do terreno. Além disso, estudos apontam que, apesar de os recursos hídricos subterrâneos resguardarem o maior volume de água potável existente no planeta, a sua disponibilidade está ameaçada por consequência das atividades antrópicas (Hornink; Henrique; Hornink). Embora o ciclo hidrogeológico ajude a manter a água como um recurso renovável, suas reservas potáveis no planeta são finitas e estão cada vez mais sendo esgotadas, pois a atividade de exploração excede a capacidade de regeneração do recurso (Cunha; Leite, 2009).

## 2.2 A percepção do ambiente e o desperdício de água

Desde os relatos da nossa colonização, a imensa diversidade de recursos hídricos distribuída pelo território nacional atrelou grandes interesses, impedindo assim, a formação de uma ideia de “limite de utilização” por parte dos exploradores (Costa; Ohnuma; Sousa, 2016). É possível dizer que os problemas ambientais resultantes da exploração de tais recursos, estão prescritos na história do planeta desde épocas remotas e vem se modificando em sua magnitude e intensidade no decorrer do tempo. Esse fato se intensifica pelo grau de dependência do homem com natureza e sua busca incessante pelo avanço econômico.

Na atualidade, todavia, há uma grande preocupação no que se refere a relação conflituosa existente entre o desenvolvimento econômico e a natureza (Falcão, 2022). Nesse sentido, os ecossistemas estão sendo desconfigurados a um nível jamais visto antes, através do aumento insustentável pela demanda de alimentos, água potável, madeira, minério de ferro, cimento, energia, entre outros (Martine; Alves, 2015). Assim, vale ressaltar que as diversas formas de uso, ocupação e manejo dos recursos naturais sem o seu conhecimento prévio, podem gerar inúmeros problemas que interferem diretamente na qualidade de vida da população.

Levando em consideração esse cenário, a questão ambiental torna-se cada vez mais emergente. Para Cunha e Leite (2009), todas as medidas adotadas até os dias de hoje não foram suficientes para neutralizar as relações de impactos que comprometem o nosso planeta, aproximando a sociedade do eminente caos ambiental. Por conseguinte, vale ressaltar que a exploração desordenada do meio ambiente, assim como a cultura do consumo, acaba comprometendo a capacidade de regeneração da Terra, no qual as atividades relacionadas a qualquer modificação ou intervenção leva a uma consequência local, regional ou planetária (Cunha; Leite, 2009).

Falcão (2022), ao abordar sobre problemáticas ambientais, faz referência a disponibilidade de água potável no mundo e define que o seu uso sustentável é um desafio que deve ser enfrentado para a sobrevivência da sociedade. Miranda *et al.* (2020) apontam que o crescimento acelerado da população, atrelado ao bem estar da vida moderna, coloca os ambientes aquáticos como um dos mais explorados, devido as suas diferentes finalidades. No Brasil, as principais demandas pelos recursos hídricos estão centralizadas na irrigação e no abastecimento urbano, o que requer maior conscientização no consumo e equidade na distribuição (Brasil, 2016).

Além disso, Maia e Guedes (2011) apontam que a partir da década de 80, houve o aprofundamento político na legislação que se dispõe sobre a preservação da natureza através da educação e participação da sociedade civil. Para os autores, a Constituição Federal de 1988 e a Política Nacional de Meio Ambiente, impõem às autoridades e à comunidade a obrigação de proteger os recursos ambientais, incluindo a água, e reconhecem que a educação ambiental é uma ferramenta valiosa para a participação da comunidade na proteção desses recursos.

É mister salientar também que na década de 80 foi instituída através da Lei Federal de nº 6.938 a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Assim, o seu objetivo era constituir uma câmera técnica de representantes, incluindo a participação da sociedade civil, para propor estratégias de incentivo ao desenvolvimento sustentável.

No entanto, Santos e Furlan (2021) abordam que, em 2019, houve a reestruturação do CONAMA, provocando a alteração das normas de proteção e trazendo como consequência transformações na ordem dos agentes públicos, além de limitar a participação da sociedade civil. Entretanto, em fevereiro de 2023, foi estabelecido o Decreto Nº 11.417, que por meio das suas atribuições legais e vigentes, possibilita a participação da sociedade no Conselho Nacional do Meio Ambiente, órgão consultivo e deliberativo sobre políticas públicas da área ambiental do país.

É indispensável o incentivo pela participação mútua da coletividade na busca de soluções para os atuais problemas ambientais, visto que, grande parte dos mesmos são decorrentes da própria ação humana. Logo, estabelecer o entendimento de que os impactos ambientais negativos são resultados de condutas humanas inadequadas, possibilita a construção de um pensamento crítico acerca da relação de causalidade entre o homem e a natureza. Para Villar (2009), as análises obtidas através da percepção das relações do ser humano com a natureza, apresentam-se como um fator determinante para a conscientização dos indivíduos sobre tais problemáticas.

Por isso, destaca-se que a percepção ambiental está condicionada a atitudes proativas que podem gerir mudanças de paradigmas e a formação de um novo modelo mais consciente (Hammes, 2012). De acordo com Romão *et al.* (2020) esse termo é definido como uma ação cognitiva de assimilação de uma informação ou algo exposto em um ambiente. Assim "a percepção ambiental de um indivíduo ou comunidade está diretamente ligada a forma como é apresentada as questões ambientais, de forma a fortalecer a cidadania e a participação da comunidade em questões locais" (Romão *et al*., p. 198, 2020).

Diante das definições e das especificidades da percepção ambiental, para Cunha e Leite (2009), é de suma importância a realização desse instrumento em comunidades locais, pois essa análise permite traçar um diagnóstico socioambiental para a realização de intervenções em localidades diretamente afetadas por pequenos, médios e grandes impactos. De acordo com Dictoro e Hanai (2017), compreender o conhecimento local por meio da percepção ambiental de moradores é importante para determinar o ponto de equilíbrio entre a sociedade e a natureza, pois assim é possível compreender os diferentes serviços que os recursos naturais prestam às distintas sociedades.

Uma vez que,

> (...) a água constitui elemento necessário para quase todas as atividades humanas, sendo ainda, componente da paisagem e do meio ambiente tratando-se de um bem precioso, de valor inestimável, que deve ser, a qualquer custo, conservado e

> protegido, pois se presta para múltiplos usos, como: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, navegação, recreação, aquicultura, piscicultura, pesca e também para assimilação e afastamento de esgotos (Batista, 2014, p.15).

Segundo Moreira (2019), o Brasil concentra aproximadamente 12% de todas as reservas de água doce do mundo, o que possibilita a formação de uma falsa ideia de estabilidade hídrica. De acordo com Maia *et al.* (2020), a distribuição de água doce em extensão territorial encontra-se de forma desigual, devido a variação nas propriedades geográficas de cada região. Destarte, 68,5% dos recursos hídricos em terras brasileiras, encontram-se na região Norte onde existe uma baixa concentração populacional, enquanto apenas 3,3% esta alocada na região Nordeste, que sofre com grandes períodos de secas (ANA, 2020).

Nesse contexto, através dos aspectos relacionados a percepção ambiental que discorrem sobre a distribuição e utilização das reservas hídricas, Peters *et al*. (2006) fazem referências ao desperdício e afirmam que esse fator se caracteriza como algo frequente nas mais distintas sociedades, sendo eles provenientes de hábitos corriqueiros da população, que geram um alto nível de consumo. Ademais, vale frisar que apesar dos indivíduos conhecerem plenamente as suas realidades vividas, pouco se tem feito para minimizar os problemas ambientais resultante da utilização inadequada da água (Silva *et al.,* 2012).

Os problemas ambientais estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, manifestando-se em forma de doenças, escassez de água e de alimentos. Essa realidade é uma consequência da vida moderna, que se tornou possível devido ao aumento dos hábitos de consumo. Dessa forma, a adoção de práticas ambientais sustentáveis requer uma nova leitura sobre a percepção crítica da sociedade.

Relacionando o contexto apresentado com a percepção dos indivíduos acerca dos impactos ambientais, Scomitz (2013) afirma que alguns estudos diretamente associados a essa temática já foram desenvolvidos. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Cunha e Leite (2009) intitulado como Percepção Ambiental: Implicações Para a Educação Ambiental, onde os autores procuraram estabelecer o entendimento sobre os diversos modos de concepção de moradores relacionados ao meio natural. Os resultados do trabalho comprovaram a necessidade e relevância de ações voltadas para a atuação dos órgãos ambientais competentes na região e as determinações legais sobre o uso adequado do meio, pois de acordo com Cunha e Leite (2019) os problemas ambientais são consequentemente reduzidos a poluição, escassez

de recursos naturais, diminuição da biodiversidade, pondo de lado relações que são relevantes para a mudança de valores e atitudes.

Como outro exemplo, temos o trabalho de Batista (2014) que teve como objetivo caracterizar algumas definições de percepção e educação ambiental na gestão pública das águas, sua abrangência e suas aplicações. Para o autor Batista (2014, p.43),

> (...) a utilização da abordagem sistêmica, para o levantamento e análise dos riscos ambientais é de grande relevância, pois, permite o entendimento da complexidade - totalidade dos riscos inerentes aos recursos hídricos. Na avaliação de riscos ambientais é fundamental considerar a vulnerabilidade (ambiental e social), considerando o uso da água e as susceptibilidades do ambiente natural. Assim como, a percepção da população local, poder público e privado, sendo estas, análises essenciais para a identificação e gestão dos recursos mencionados.

Desse modo, torna-se possível identificar a importância do fortalecimento da relação entre a cooperação e participação conjunta de autoridades locais, e a comunidade para,

> (...) atuar como suporte aos processos de decisão do desenvolvimento sustentado, devendo ser um referencial para a coordenação de atividades ambientais entre setores, agentes e lugares e tendo como seu principal objetivo, o trato e manejo ambiental de maneira integral dos sistemas hídricos ou bacias buscando aproveitá-los, protegê-los e recuperá-los a fim de satisfazer as crescentes demandas da população, se prevenindo quanto aos problemas de esgotabilidade, centrado na orientação de preservação da água para o uso no futuro (Batista, 2014, p. 11).

Nesse sentido, torna-se importante repensar as questões de gerenciamento das nossas fontes, mediante a busca por alternativas que visem aumentar a eficiência na utilização da água e promover ações que envolvam as populações locais na tomada de decisões (Maia; Guedes, 2011). Assim, a educação e a percepção do ambiente apresentam-se como armas de defesa do meio natural, norteando a modificação de valores para o estabelecimento de políticas relacionadas ao gerenciamento adequado dos recursos, bem como o uso adequado da água.

### 2.3 Políticas públicas dos recursos hídricos na região semiárida

O clima semiárido brasileiro é dominante da região Nordeste, a sua caracterização é definida pela alta temperatura, composta por baixos índices pluviométricos que favorecem o surgimento de longos períodos de estiagem e limitações de recursos naturais (Carvalho, 2022) (Figura 2). Além disso, esse fenômeno está associado a redução dos níveis de águas superficiais devido o déficit hídrico ocasionado pela ausência das chuvas. Nesse sentido, a maior parte dos rios do semiárido brasileiro são intermitentes ou temporários e estão inteiramente condicionados ao período chuvoso.

Figura 2: Delimitação do território do semiárido brasileiro

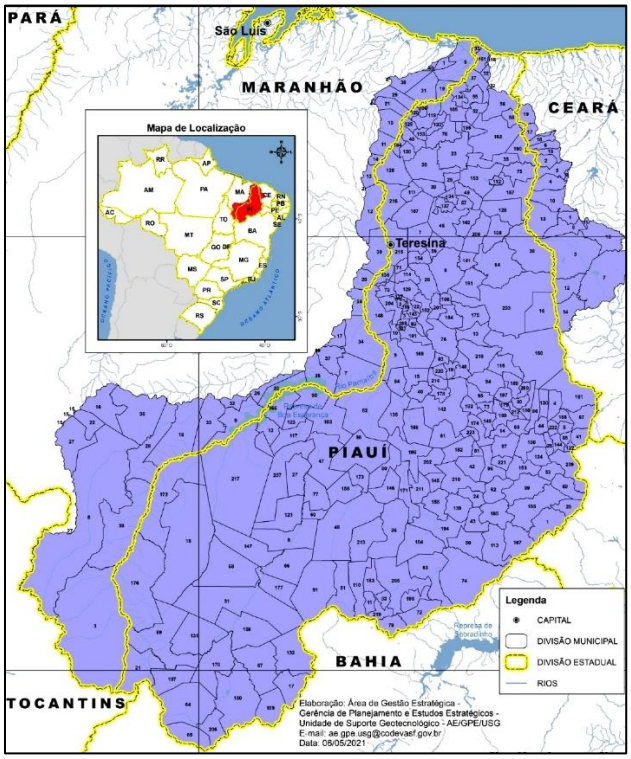



Fonte: SUDENE (2020).

Diante dessa caracterização, os mananciais de águas subterrâneas representam uma alternativa de subsistência para as regiões dominadas pelo clima semiárido, principalmente, algumas comunidades rurais que enfrentam problemas de escassez hídrica (Lopes, *et al*., 2020). Ademais, apesar da literatura apontar que parte desses mananciais localizados no Nordeste apresentam critérios acima do limite da potabilidade devido as características geológicas do subsolo serem compreendidas por rochas pré-cambrianas, definidas genericamente como cristalino (Feitosa; Diniz, 2011; Silva, 2000; Garces, 2019), torna-se relevante afirmar que essa realidade não está presente em toda a extensão territorial da região.

De acordo com CODEVASF (2021), estados como o Piauí, Maranhão e parte do Ceará estão assentados sobre a bacia sedimentar do Parnaíba, que possui uma grande potencialidade hídrica com uma área aproximada de 331.882,75 km² que abrange cerca de 282 municípios, conforme mostra a Figura 3. Esse fato justifica o porquê de algumas regiões semiáridas possuírem água subterrânea em abundância e com alto nível de qualidade. Assim, tal bacia hidrográfica se explorada de forma sustentável pode acabar com a escassez hídrica que assola alguns municípios do Nordeste brasileiro (Silva; Barbosa; Coelho, 2018).

Figura 3: Municípios na bacia hidrográfica do Parnaíba




Fonte: adaptado, CODEVASF (2021).

O conceito de bacia hidrográfica é apresentado pela Lei Federal nº 9.433 de 1997, como unidade territorial de análise para o desenvolvimento de ações e planejamento da gestão hídrica no Brasil. Já na literatura, o seu conceito recebe maiores especificações sobre os critérios estabelecidos para a adoção do termo. Assim, considera-se uma bacia hidrográfica toda a extensão territorial capaz de promover a captação natural das águas provenientes das chuvas que escoam superficialmente para um corpo de água ou infiltram naturalmente no subsolo para formação das nascentes e do lençol freático (Teodoro, *et al.*, 2007).

Segundo os dados divulgados pelo Serviço Geológico do Brasil (2017), a maior ocupação da bacia hidrográfica do Parnaíba está localizada no Piauí, abrangendo cerca de 98% do estado. Ademais, salienta-se que a região hidrográfica do Parnaíba está dividida em três grandes sub-bacias, sendo elas definidas como: Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba (CPRM, 2017).

A desigualdade na distribuição dos recursos hídricos dentro do território brasileiro vinculada a ausência de infraestrutura oriunda das entidades públicas para o abastecimento de regiões com déficit hídrico, abrem caminhos para uma exploração indiscriminada nas áreas que apresentam abundância do recurso, assim como acontece no estado piauiense (Monteiro,

2018). Dessa forma, a água tem sido tratada apenas como um produto dotado de valor econômico e não como um bem finito e indispensável para a vida na Terra (Dictoro; Hanai, 2016).

No Brasil, as ações voltadas para o controle da exploração dos lençóis freáticos ainda se apresenta de forma precária. Nesse contexto, as bacias hidrográficas vêm se tornando o principal alvo dos problemas ambientais causados pelo homem, ocasionado pela perfuração insustentável de poços artesianos, que tem a capacidade de provocar o rebaixamento dos níveis de água subterrânea, além de comprometer a qualidade natural do recurso e do solo (Lins, *et al*., 2020).

Conforme o relatório de Governança dos Recursos Hídricos no Brasil, divulgado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2015), há algumas críticas em relação aos obstáculos enfrentados pelos governos (federal, estadual e municipal) para tomar decisões sobre a proteção das águas. Assim, os planos de recursos hídricos em todos os níveis no Brasil são desorganizados e raramente implementados. Dessa forma, o relatório expõe ainda a ideia de que o país é "favorecido" pela abundância de água doce tem contribuído para a má gestão dos recursos descritos (OCDE, 2015).

As abordagens sobre o gerenciamento dos recursos hídricos são caracterizadas por uma diversidade de conceitos e definições, tais como: gestão integrada de recursos hídricos, governança adaptativa, segurança hídrica, gestão da água, entre outros (Ribeiro; Johnsson, 2018). Apesar disso, vale ressaltar que ainda não existe um reconhecimento sobre o verdadeiro termo de governança das águas (Hidrata; Villar, 2022). De maneira geral, todas as expressões apresentadas abarcam a ideia dos processos, entidades jurídicas e atores sociais evolvidos nas tomadas de decisões sobre a proteção dos mananciais superficiais e subterrâneos (Lautze *et al*., 2011).

O conjunto de políticas públicas que propõe diretrizes normativas para a preservação de tal recurso se torna indispensável para a qualidade de vida na Terra (Aguiar, *et al*., 2019). Nessa perspectiva, Texeira (2002) relata que o termo "Políticas Públicas" trata de princípios norteadores do Poder Público, associados a regras e procedimentos mediando as relações entre Estado e sociedade. Para o autor, a criação de Políticas Públicas é baseada em leis e executada por meio de programas que demandam linhas de financiamento, sendo criadas regras para a aplicação dos recursos públicos.

Segundo Aguiar, *et al*., (2019), na região semiárida esse termo possui um contexto de construção histórica que se inicia por volta de 1723, estimuladas pelos intensos períodos de estiagem, necessidade hídrica e a forte desigualdade social presente no território. O autor

complementa ainda que “surge na literatura, a conclusão que o semiárido carece cada vez mais de políticas públicas voltadas para as suas particularidades, ou seja, ações que sejam capazes de promover o desenvolvimento sustentável e, voltada exclusivamente às necessidades do semiárido” (p. 10, 2019).

Contudo, Jarvis, *et al*., (2015), ao abordarem sobre as políticas públicas dos aquíferos subterrâneos afirmam que elas não deram a devida atenção para tais recursos, por razão dos seguintes critérios: invisibilidade social das águas subterrâneas; desconhecimento do funcionamento dos aquíferos; dificuldade de fiscalização e a falta de pressão popular para geri-los adequadamente. Nesse entremeio, a carência de corpo técnico especializado na região semiárida é o principal obstáculo para a execução das leis (Monteiro, 2018).

Ainda assim, o Poder Público está incumbido a prevenir os danos ambientais e prover aos cidadãos políticas públicas que lhes garantam um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Em 1981, foi aprovada a Lei n° 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, e estabelece em seu art. 2º a “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando a assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”. A lei também objetiva a preservação e a restauração dos recursos ambientais de modo que sua utilização seja racional e sustentável.

Diante do exposto, vale ressaltar que no ano de 1988 surgiu em âmbito nacional a concepção de uma política que se assenta nos princípios e comandos da Constituição Federal, a qual estabelece aos Estados e a União a responsabilidade de implementar normas de gerenciamento para recursos hídricos presentes no território brasileiro (Constituição Federal, 1988). Após esse advento, surgiu a implementação da Lei Federal 9.433/97 que teve o objetivo de criar instrumentos de gestão para os recursos hídricos, além de instituir um sistema de gerenciamento.

No que se refere a influência das seguintes determinações legais mencionadas, o Piauí assumiu um importante compromisso no que se refere a proteção dos recursos hídricos que se faz presente em seu território, através da promulgação da Lei Estadual que disciplina o uso das águas, a Lei 5.165 (2000). Tal Lei permitiu a implementação de um paradigma para a gestão dos recursos, organizando os princípios básicos, os objetivos e as diretrizes gerais da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, os usos múltiplos da água, o reconhecimento da água como um recurso finito e vulnerável, o valor econômico da água e a sua gestão descentralizada e participativa (SEMAR, 2014).

Em suma, a governança dos recursos hídricos no Piauí apresenta muitas questões estruturais, o que tem favorecido para um baixo índice de desenvolvimento socioeconômico. Logo, pode-se afirmar que a escassez hídrica que assola o semiárido nordestino não está associada apenas a falta de água e sim a carência da infraestrutura necessária para o abastecimento de áreas com maior necessidade do recurso (Monteiro, 2018).

## 2.4 Fiscalização e regularização do uso de recursos hídricos subterrâneos

A captação de águas provenientes do lençol freático é feita principalmente por meio da perfuração de poços artesianos. A construção desse tipo de poço deve ser realizada por profissionais habilitados, com elaboração de um projeto seguindo as diretrizes estabelecidas pelas Leis Federais (Lima, 2016). Todavia, ressalva-se que essas autorizações são concedidas por intermédio dos órgãos públicos estaduais, uma vez que a Constituição Federal de 1988 atribui a responsabilidade aos Estados sobre os aspectos de gerenciamento dos recursos hídricos do seu domínio (Perfurarte, 2021).

Conforme mencionado na seção anterior, a Política Nacional de Recursos hídricos (1997), estabelece no ato de suas competências a ideia de fornecer aos estados normas de orientações para o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas. Ademais, destaca-se também que tal arcabouço normativo foi responsável por instituir uma estrutura de governança composta por organismos colegiados e administrativos responsáveis pelo controle e preservação dos recursos hídricos no país (Brasil, 1997).

Desse modo, essa estrutura de governança é conhecida popularmente como Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Logo, dentro desse sistema a competência de formular as políticas públicas é realizada por um Conselho Nacional (CNRH) e por uma Secretaria de Recursos Hídricos, enquanto a Agência Nacional de Águas (ANA) fiscaliza o cumprimento das normas e a aplicação dos instrumentos de gestão (Monteiro, 2018).

A Lei das Águas apresenta em seu Art. nº 5 os instrumentos de gestão, sendo estes: (I) Planos de Recursos Hídricos; (II) Enquadramento dos Corpos de Água em Classes; (III) Outorga de Direito de Uso; (IV) Cobrança pelo Uso; (V) e o Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos (Brasil, 1997). Nesse sentido, no que tange as águas subterrâneas salienta-se que a sua prática de utilização está condicionada à obediência de diversas formalidades legais, dentre elas destaca-se o registro do poço e a obtenção da outorga de direito de uso no âmbito dos órgãos públicos (Brasil, 1997). Portanto, antes de perfurar um poço, as condições legais devem ser verificadas pelo órgão ambiental responsável.

No Brasil, apesar da obrigatoriedade por Lei, a quantidade de água extraída é mascarada por consequência da clandestinidade, assim qualquer estudo que busque identificar o papel do recurso hídrico subterrâneo deve superar a falta de dados oficiais (Santos, 2020). Por conseguinte, a gestão do recurso descrito enfrenta maiores dificuldades devido aos seguintes critérios: (I) falta de infraestrutura para o cumprimento das normas; (II) dificuldade enfrentada pelo estado em exercer a fiscalização de grandes áreas com centenas de pontos dispersos de uso; (III) desconhecimento a respeito das reservas associada a subestimação da demanda extraída dos aquíferos (Mole; Closas, 2019).

Apesar das dificuldades apresentadas, nota-se que nem todos os Estados possuem a mesma realidade quanto aos aspectos de fiscalização e regularização dos mananciais subterrâneos, isso porque cada um assume a responsabilidade de instituir seu próprio sistema de gerenciamento. Nessa perspectiva, a literatura aponta que enquanto algumas unidades federativas apresentam avanços no gerenciamento, outros parecem estar estagnadas e se limitam diante dos inúmeros desafios (Monteiro, 2018; Souza; Texeira; Barbosa, 2020).

Nesse viés, apresenta-se no quadro a seguir as unidades federativas com as suas respectivas Politicas Estaduais de Recursos Hídricos, a qual o objetivo é identificar os estados que possuem um capítulo específico dentro da legislação descrita para tratar de forma jurídica as águas subterrâneas no território brasileiro:

Quadro 1: Identificação das leis que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) no Brasil e que possui capítulo específico para as águas subterrâneas.

| Unidade Federativa | Lei que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos | Ano de Implementação | Identificação de capítulo específico para as águas subterrâneas |
|---|---|---|---|
| **Acre** | Lei nº 1.500 | 2003 | Não apresenta |
| **Alagoas** | Lei nº 5965 | 1997 | Não apresenta |
| **Amapá** | Lei nº 0686 | 2002 | Não apresenta |
| **Amazonas** | Lei n° 3167 | 2007 | Capítulo V |
| **Bahia** | Lei nº 11612 | 2009 | Capítulo V |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ceará** | Lei n° 14844 | 2010 | Capítulo VI |
| **Distrito Federal** | Lei nº 2725 | 2001 | Não apresenta |
| **Espírito Santo** | Lei nº 10179 | 2014 | Não apresenta |
| **Goiás** | Lei nº 13123 | 1997 | Não apresenta |
| **Maranhão** | Lei nº 8149 | 2004 | Não apresenta |
| **Mato Grosso** | Lei nº 6945 | 1997 | Não apresenta |
| **Mato Grosso Do Sul** | Lei nº 2406 | 2002 | Não Apresenta |
| **Minas Gerais** | Lei nº 13199 | 1999 | Não Apresenta |
| **Pará** | Lei n° 12726 | 2001 | Capítulo VI |
| **Paraíba** | Lei nº 6308 | 1996 | Não Apresenta |
| **Paraná** | Lei nº 12726 | 1999 | Capítulo VII |
| **Pernambuco** | Lei nº 12984 | 2005 | Não Apresenta |
| **Piauí** | Lei nº 5165 | 2000 | Capítulo III |
| **Rio De Janeiro** | Lei nº 3239 | 1999 | Não Apresenta |
| **Rio Grande Do Norte** | Lei nº 6008 | 1996 | Não Apresenta |
| **Rio Grande Do Sul** | Lei nº 10350 | 2004 | Não Apresenta |
| **Roraima** | Lei nº 255 | 2002 | Capítulo VI |
| **Rondônia** | Lei nº 547 | 2006 | Não Apresenta |
| **Santa Catarina** | Lei nº 9748 | 1994 | Não Apresenta |
| **São Paulo** | Lei nº 7663 | 1991 | Não Apresenta |
| **Sergipe** | Lei nº 3870 | 1997 | Não Apresenta |
| **Tocantins** | Lei nº 1307 | 2002 | Capítulo IV |

Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

A partir da análise do Quadro 1, torna-se possível identificar que apenas 8 (oito) dos 27 (vinte e sete) estados da federação contemplam um capítulo exclusivo na Política Estadual

de Recursos Hídricos (PERH) para as águas subterrâneas, sendo este formado por: Amazonas, Bahia, Ceará, Pará, Paraná, Piauí, Roraima e Tocantins. Diante disso, é valido afirmar que para identificar como os demais estados brasileiros tratam tais elementos dentro do campo jurídico, é necessário estabelecer estudos de forma minuciosa.

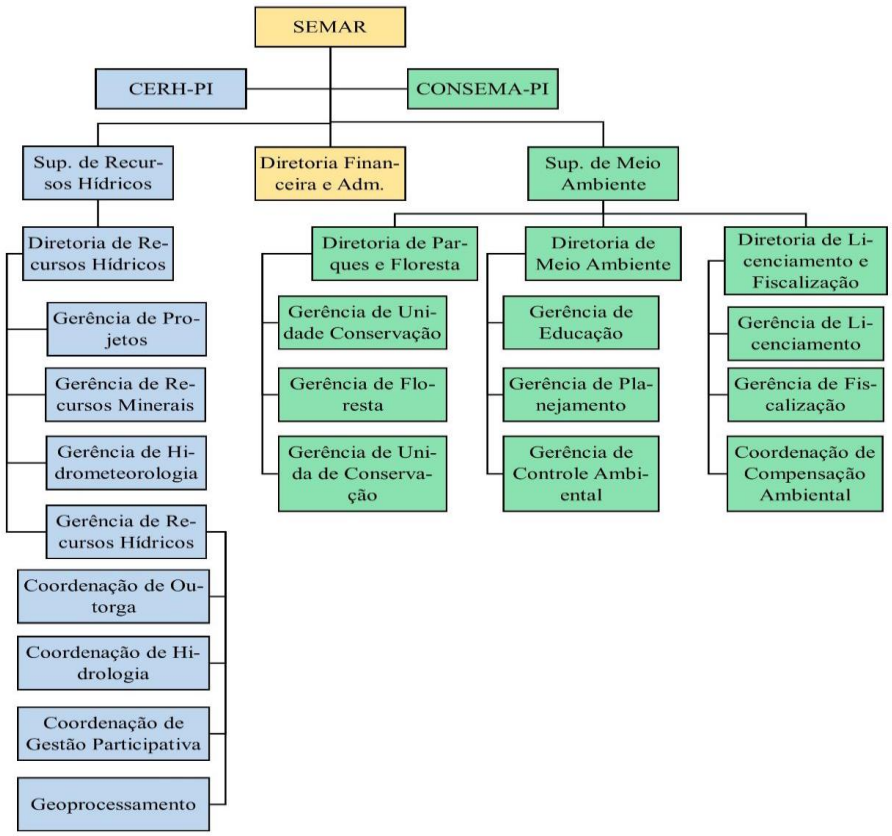
Para Souza, Texeira e Barbosa (2020), as águas superficiais são tratadas de forma desconexa das águas subterrâneas em algumas unidades federativas do Brasil. Os autores complementam ainda que os estados “precisam, igualitariamente, gerir as águas subterrâneas de modo participativo, descentralizado e levando em consideração suas peculiaridades e desafios” (p. 83, 2020).

No que concerne aos aquíferos do Piauí, ressalva-se que apesar da unidade federativa possuir a maior proporção da região hidrográfica do Parnaíba, conforme discutido na seção anterior, observa-se que no Estado existem apenas dois comitês de bacias (CBHs) instalados: Comitê do Rio Canindé e Comitê do Rio Gurgueia. Dessa maneira, o principal objetivo de tais organismos colegiados é promover o entendimento sobre as diferentes formas de interação dos usuários com os múltiplos usos d’água na bacia (ANA, 2021).

Destaca-se ainda que a maior instituição jurídica no Estado vinculada à aplicação dos instrumentos de gestão para os recursos hídricos é a SEMAR/PI, definida como Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. À vista disso, evidencia-se que a SEMAR é responsável tanto pela fiscalização do cumprimento da legislação, quanto pela autorização outorgável sobre perfuração de poços, no território piauiense (SEMAR, 2015).

Em relação a sua estrutura organizacional, a Secretaria possui uma estrutura de organização composta por diretorias e departamentos vinculados ao meio ambiente e aos recursos hídricos, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4: Organograma da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí




Fonte: SEMAR (2010).

Com base no exposto, torna-se possível observar que os departamentos vinculados aos recursos hídricos apresentam um caráter linear, quando comparado aos departamentos e diretorias voltadas para o meio ambiente. Outrossim, no Piauí não existe a aplicação de todos os instrumentos de gestão orientados pela PNRH (1997), assim, a outorga de direito de uso recebe maior influência no estado devido a SEMAR possuir um departamento especializado para a coordenação de tal ato administrativo (SEMAR, 2015).

Segundo Monteiro (2018), a maior parte dos instrumentos de outorga solicitados ao órgão responsável está vinculada à atividade de perfuração de poços artesianos. Contudo, para a concessão do direito de uso, são realizados estudos relacionados à disponibilidade hídrica, os quais avaliam a vazão outorgável naquela área. No caso das águas subterrâneas, a vazão de referência adotada tem sido a vazão nominal de teste de vazão do poço e/ou a capacidade de recarga do aquífero, consideram-se apenas a análise do poço e as consequências de sua perfuração em um determinado local (Costa *et al*., 2011). Nesse entremeio, é mister salientar que o Piauí também dispõe do instrumento de cobrança pelo uso da água, conforme apresentado no Decreto Estadual nº 16.696, de 02 de agosto de 2016.

Em síntese, a outorga e a cobrança pela utilização das águas são importantes atos normativos que visam induzir o usuário a estabelecer uma utilização dentro dos limites da sustentabilidade, assim “o sistema de outorga objetiva manter a qualidade e o efetivo direito de acesso às águas, enquanto a cobrança pelo uso dos recursos hídricos visa indicar que o recurso é escasso, atribuindo valor à água, como forma de racionalizar o consumo” (Rodrigues; Leal, p. 63, 2019).

**2.5 Perfuração de poços artesianos e seus impactos**

Diante do grande percentual hídrico que se faz presente em nosso planeta, vale ressaltar que apenas 1% corresponde a parcela de água doce apropriada para o consumo, sendo que a sua maior concentração está contida em uma camada subterrânea da Terra (Sampaio; Almeida, 2008). Desse modo, Capucci *et al*., (2001), ao abordarem sobre essa temática, apontam que a água subterrânea nada mais é do que água infiltrada no subsolo, presente nos espaços intergranulares dos solos ou nas fraturas das rochas e frequentemente formando os reservatórios naturais subterrâneos ou aquíferos, conforme apresentado na primeira seção.

Nessa perspectiva, os estudos hidrogeológicos caracterizam-se como uma das Ciências da Terra que estabelecem as interações existentes entre a água e as rochas, bem como das relações das águas subterrâneas com as outras componentes desse ciclo. Esses estudos afirmam que o volume de águas subterrâneas existente no Brasil é considerado muito grande, devido a sua grande extensão e capacidade ambiental (Lima, 2017).

Desse modo, parte da população estabelece a prática de perfuração de poços artesianos, como uma atividade sustentável e alternativa para satisfazer as necessidades básicas, no que diz respeito ao abastecimento. Todavia, essa maneira de capitação de água também traz a luz algumas preocupações para os órgãos fiscalizadores, uma vez que, se torna necessário estabelecer o entendimento sobre como essas reservas estão sendo exploradas (Araujo, *et al*., 2014). Pois, até que ponto a perfuração de poços artesianos pode ser de fato considerada uma atividade sustentável?

Diante de tal problemática, Cabral (1997) afirma que essas questões contribuem para impulsionar os avanços científicos sobre as diferentes formas de interação do homem com os recursos hídricos. Além disso, possibilita o atual entendimento sobre realidade hídrica de uma determinada área, bem como a demanda necessária para satisfazer as necessidades básicas da população.

Segundo Lins *et al*. (2021), a perfuração de poços é frequente em algumas áreas da região nordeste e isso pode ocasionar inúmeros impactos negativos quando se apresenta de forma indiscriminada e sem nenhum licenciamento. Para os autores,

> (...) a realização desenfreada de perfuração de poços, muitas vezes sem o estudo necessário, passa a ser um grande problema e ameaça a esse recurso natural, considerando que os impactos causados sob os aquíferos podem atingir grandes magnitudes, a exemplo do comprometimento da água disponível para retirada, uma vez que pode existir a explotação excessiva sem ocorrer o devido reabastecimento do lençol freático, além de gerar contaminações pela prática incorreta de perfuração, assim como a intrusão marítima nas zonas costeiras, ocasionando a salinização dos aquíferos (Lins *et al.*, p. 23, 2021).

Diante dos problemas ambientais resultantes dos processos de captação da água, torna-se importante analisar a dimensão dos mesmos. De acordo com Araújo *et al.* (2014), existem inúmeros fatores de impactos que estão associadas a apropriação da atividade de perfuração de poços. Dentre os fatores negativos, o autor aborda que, apesar de algumas reservas terem um grande fluxo, as mesmas são utilizadas em demasia e podem vir a secar.

Na concepção de Albuquerque *et al.* (2011), as reservas de águas subterrâneas seja quando ocorrem em maior ou em menor profundidade, podem sofrer interferências advindas das diferentes formas de uso e ocupação do solo. Assim,

> A extração sem o devido conhecimento prévio das características do aquífero e sem a monitorização do rebaixamento do nível d'água subterrânea pode resultar em subsidência do solo e impactos decorrentes dos diferentes usos e ocupação do solo instalados na bacia de contribuição do aquífero (Albulquerque *et al*., p. 56, 2011).

Em suma, a falta de entendimento sobre a importância das águas subterrâneas, bem como extraí-las corretamente e a falta de fiscalização sobre as formas de uso pela população local, são fatores que impactam diretamente na manutenção dos mananciais subterrâneos e consequentemente a disponibilidade hídrica de uma determinada região (Lins *et al*., 2021).

A interação humana com as fontes de água subterrânea excede a sua capacidade de regeneração. Nesse sentido, Rutkowski *et al.* (1999) argumentam que a compreensão equivocada da inevitabilidade dos recursos ambientais é falsificada pelo atual modelo de desenvolvimento baseado na capacidade da tecnologia de transformar recursos naturais e a ciência para resolver quaisquer problemas que possam surgir desta apropriação.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste tópico serão apresentados todos os passos dos procedimentos metodológicos que compuseram a presente pesquisa.

### 3.1 Área de estudo

A área de estudo é o povoado Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes, localizado no estado do Piauí, especificamente na mesorregião do sudeste piauiense (Figura 5). De acordo com os dados fornecidos pelos agentes comunitários de saúde, que tem como base o software E-SUS território (2023), o povoado possui cerca de 456 famílias e um total de 1.256 habitantes.

Segundo a presidente da associação de moradores da comunidade, as principais atividades econômicas desenvolvidas pela população local se baseiam na agropecuária através do cultivo de plantas e a criação de animais, desenvolvimento de pequenos comércios e empresas privadas, como as produtoras de água mineral Manaíra e a Montes das Oliveiras, sendo as maiores geradoras de emprego na região.

Figura 5: Localização geográfica do município de Dom Expedito Lopes-PI




O município de Dom Expedito Lopes-PI foi criado pela Lei Estadual nº 2.513 de 02 de dezembro de 1963. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021), a população estimada é 6.940 habitantes e com densidade demográfica de 30,01 hab/km², onde 45,63% da população encontram-se na zona rural. Além disso, a sua sede municipal tem as coordenadas geográficas de 06° 57’32” de latitude sul e 41° 38’27” de longitude oeste do

Meridiano de Greenwich e possui cerca de 281 km de distância de Teresina, atual capital do Piauí.

Destaca-se também que o município descrito é bastante conhecido pela atividade de venda da castanha de caju para o mercado de outros estados, e da predominância da palmeira *Mauritia flexuosa* L.f. (Aceraceae), conhecida popularmente como buriti (Cidade, 2021). Diante dessa caracterização, ressalva-se que a comunidade Buriti-Grande recebe esse nome devido à grande ocorrência da espécie na região. Para Silva, *et al*. (2014), o buriti apesar de ser encontrado no bioma Caatinga, apresenta maior predominância no Cerrado e caracteriza-se como indicador de água, onde sua ocorrência está limitada a áreas úmidas composta por terrenos alagados ou brejosos. Desse modo, a abundância de tal espécie torna-se possível através das condições hídricas da região.

Acredita-se que a disponibilidade hídrica do local coloca a comunidade Buriti-Grande em uma realidade um tanto particular, diferenciando-a de várias outras localidades rurais do semiárido piauiense. De acordo com Lima (2006), a sociedade buritigrandense é bastante beneficiada pela disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas. A autora descreve que, durante várias décadas, os moradores locais supriam suas necessidades hídricas através das nascentes ali existentes. Com o passar dos anos, a perfuração de poços artesianos se tornou algo mais atrativo, pois além de melhorar os aspectos de potabilidade da água, garantiam a distribuição em rede do recurso para os moradores.

Nesse contexto, vale ressaltar que o município de Dom Expedito Lopes existe o domínio hidrogeológico, representado por rochas sedimentares, que corresponde à formação Cabeças, da Bacia do Parnaíba. As características litológicas dessa formação apontam uma boa capacidade de permeabilidade e porosidade, contribuindo assim para o processo de infiltração proveniente das águas das chuvas (CPRM, 2004). Vale ressaltar também que o aquífero Cabeças, constitui-se como um dos principais aquíferos da Bacia Sedimentar do Parnaíba, principalmente, pelo seu grande potencial hidrogeológico (Gomes; Costa; Marques, 2022).

Assim, tal aquífero representa um importante elemento de armazenamento de água subterrânea do município, constituindo-se num potencial fornecedor desse bem. Além disso, a capacidade hídrica proveniente da formação Cabeças, aflora em toda a extensão geográfica do município (CPRM, 2004).

Nesse viés, as águas subterrâneas exercem um papel importante no cenário econômico do povoado Buriti-Grande, devido a sua alta qualidade e disponibilidade (Lima, 2006). Assim, em meio ao sertão piauiense, as empresas privadas Manaíra e a Monte das Oliveiras,

localizadas no povoado descrito, conseguem obter sucesso extraindo e vendendo água mineral em todo o estado do Piauí e até mesmo para o mercado de estados vizinhos (Imirante, 2021; Econodata, 2024).

### 3.2 Coleta de dados

Para a coleta de dados, considerou-se inicialmente uma análise documental, onde foi realizado o levantamento de documentos de interesse da pesquisa. Nessa investigação foram estudadas as principais fontes de informações oriundas da legislação e administração pertinente ao sistema de gestão de recursos hídricos subterrâneos nacional, estadual e municipal para relacionar esses documentos com os subtemas pesquisados e identificar quais os itens, exigidos pelas legislações são aplicados pelos órgãos ambientais. Vale ressaltar que não nos interessa apresentar a legislação das águas subterrâneas vigente em todos os estados da federação e municípios, assim, para esta pesquisa foram consideradas apenas as polícias públicas do Piauí e do município de Dom Expedito Lopes.

Em segundo momento, a coleta de dados foi realizada por meio de formulários semiestruturados, direcionados aos moradores da comunidade. Para a realização das entrevistas, foram feitos os seguintes protocolos: 1. Todas as entrevistas foram com o mesmo entrevistador; 2. Os participantes foram informados de que as entrevistas seriam realizadas individualmente. 3. O participante foi informado de que o entrevistador registraria a sua resposta por escrito. Assim, os objetivos foram explicados ao público de interesse da pesquisa e aqueles que aceitaram participar foram solicitadas a sua permissão através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A seleção dos sujeitos da pesquisa atendeu aos seguintes critérios: morador natural do povoado Buriti-Grande, ou quando não natural residente na comunidade há mais de 10 anos, que seja integrante ativo da associação de moradores, maior de 18 anos e que se disponha a participar voluntariamente da pesquisa. O questionário foi dividido em três partes: 1) Questões gerais a cada entrevistado, a respeito do gênero, idade, local de origem, tempo de residência no local e escolaridade; 2) Questões relativas aos modos de utilização da água; 3) Questões sobre a percepção de impactos ambientais negativos abordando as opiniões dos moradores sobre a atividade de perfuração de poços artesianos.

### 3.3 Análise dos dados

A análise dos dados foi conduzida de maneira qualitativa interpretativa conforme Merrian e Tisdell (2016). Assim, as informações relevantes para a pesquisa foram abordadas

de forma exploratória e descritiva, tendo como meta a clarificação do problema e a obtenção de um entendimento mais aprofundado.

De acordo com os estudos de Piovesan e Temporini (1995), a pesquisa exploratória busca aprimorar as informações coletadas, elevando, dessa forma, o nível de familiaridade com o problema, tornando-o mais alinhado com a realidade. A inclusão desse método, da maneira proposta neste trabalho, apoia-se na divisão dos dados em três categorias de estudo: a) Gestão Nacional das águas subterrâneas; b) Gestão Estadual das águas subterrâneas; c) Gestão Municipal das águas subterrâneas. Para estabelecer o entendimento sobre as políticas públicas dos recursos hídricos subterrâneos em cada uma das categorias de estudo, tornou-se necessário compreender também o sistema de gerenciamento onde articulam-se as leis. Essa forma de análise dos dados, contribuiu na interpretação dos documentos de interesse da pesquisa, possibilitando assim, o alcance da riqueza nas suas interpretações e inferências do Artigo 1.

Quando a analise descritiva dos dados, salienta-se que tal método foi utilizado no Artigo 2, cuja o objetivo foi descrever as características de uma população e da realidade ambiental vivenciada pela mesma. Esse tipo de pesquisa estabelece relação entre as variáveis no objeto de estudo analisado que podem ser expressas através de quadros, tabelas, gráficos e outros elementos para exposição dos dados. Desse modo, “a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever um fenômeno ou situação em detalhe, permitindo abranger com clareza as características de um indivíduo, um grupo ou uma situação, bem como desvendar a relação entre os eventos” (Pedroso; Silva; Santos, 2016 p. 1).

### 3.4 Termos éticos da pesquisa

A presente pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), solicitando permissão para realização, obedecendo aos critérios éticos das Resoluções nº 466/12 e nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), aprovado com parecer consubstanciado número 5.940.390.

**REFERÊNCIAS**

AGUIAR, L. C., *et al*. As políticas públicas no semiárido brasileiro: uma revisão de literatura. REN - **Revista Econômica do Nordeste**. v. 50, n. 2, p. 9-22, abr./jun., 2019. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/968 Acesso em: 20 jan. 2023.

ALBUQUERQUE, J. L. F., *et al*. O papel das águas subterrâneas como reserva estratégica de água e diretrizes para a sua gestão sustentável. **Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos**, São Paulo, p. 53-61, 2022. Disponível em: https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh32_n2-5.pdf Acesso em: 20 jan. 2023.

ALMEIDA, R. C.; KUNIEDA, E.; PRATES, K. V. M. C.; SÉ, J. A.; GONZAGA, J. L. Experiências em educação ambiental. *In:* ESPINDOLA, E. L. G. *et al*. (orgs.). **A bacia hidrográfica do Monjolinho**: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos, SP. Editora Rima, p.163-175, 2000. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001128197 Acesso em: 03/07/2022.

ANA – **Agência Nacional das Águas**. Atribuições dos Comitês. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br Acesso em: 20 março. 2023.

BATISTA, A. C. **Percepção e educação ambiental na gestão pública de recursos hídricos**. 2014. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22868 Acesso em: 23/09/2021.

BEZERRA, M. B. A crise hídrica como reflexo da seca: o Nordeste Setentrional em alerta. **Revista de Geociências do Nordeste**, *[S. l.]*, v. 2, p. 623–632, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10509. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10509. Acesso em: 4 mar. 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRASIL. Constituição Federativa do Brasil. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília: Governo Federal, 1997.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos** (PNRH). Brasília, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm Acesso em: 03/07/2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2006. **Caderno da região hidrográfica do Parnaíba. Brasília:** Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente**.** 184p. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br> Acesso em: 02/05/ 2022.

BRIGUENTI, E.C. **Geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão das Anhumas**, Campinas, SP. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado) – Universidade

de Campinas, Campinas, SP, 2005. Disponível em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Usoderecursos/04.pdf Acesso em: 03/07/2022.

CABRAL, S. B. **Legislação Estadual de Recursos Hídricos**. São Paulo, 1997.

Companhia De Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Brasil). CODEVASF (ed.). **Parnaíba**. [*S. l.*]: Renan Loureiro Xavier Nascimento, 2021. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/parnaiba#:~:text=A%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica%20do%20rio,Codevasf%2FIBGE%2C%202020). Acesso em: 27 maio 2023.

CONCEIÇÃO, D. Q. **A Educação Ambiental entre assentados do distrito de Miraporanga, Uberlândia/MG: percepções quanto à exploração e conservação dos recursos hídricos**. 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27830 Acesso em: 27 maio 2023.

COSTA, M. L. M. E.; RIBEIRO, M. M. R.; RÊGO, J. C.; ALBUQUERQUE, J. P. T. Proposição de Critérios de Outorga para Águas Subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 16, p. 105- 113, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=4&SUMARIO=44&ST=proposicao_de_criterios_de_outorga_para_aguas_subterraneas Acesso em: 27 maio 2023.

COSTA, W. O. OHNUMA Jr, A. A., SOUSA, J. G. P. Percepção do uso da água em instituição de ensino: estudo de caso no Colégio Estadual Santo Antônio, no distrito de Xerém, Duque de Caxias (RJ). **Revista Brasileira De Educação Ambiental**, v. 11, 139–150. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2016.v11.2250 Acesso em: 24/09/21

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. RIMAS - **Relatório situacional dos recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio parnaíba**. Teresina, 2017. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Parnaiba/20171116_10-20171116%20-%20103332.pdf.
Acesso em: 27 maio 2023.

CUNHA, A.S; LEITE, E.B. **Percepção Ambiental:** Implicações para a Educação Ambiental. Sinapse Ambiental, p. 66-79. 2009. http://www4.pucminas.br/graduacao/cursos/arquivos/ARE_ARQ_REVIS_ELETR20090930145741. pdf Acesso em: 24/09/21.

DAGNINO, R. S.; JUNIOR, S. V. **Bacia do Ribeirão Anhumas**, Campinas/SP. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNICAMP, Campinas: 2005. 179 p. Disponível em: http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/287369 Acesso em: 01/10/21.

DELUIZ, N.; NOVICKI, V. Trabalho, meio ambiente e desenvolvimento sustentável: implicações para uma proposta de formação crítica. **Boletim Técnico do SENAC**, Rio de Janeiro, v. 30, p. 18-29, 2004. Disponível em: https://www.bts.senac.br/bts/article/view/516 Acesso em: 01/10/21.

DICTORO, V. P.; HANAI, F. Y. Análise Da Relação Homem-Água: A Percepção Ambiental Dos Moradores Locais De Cachoeira De Emas–Sp, Bacia Hidrográfica Do Rio Mogi-Guaçu. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 36, p. 92-120, 2016. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/download/40989/27993 Acesso em: 20 jan. 2023.

FÁBRICA de Água Mineral no Semiárido do Piauí conquista mercados do PE e MA. [*S. l.*], 20 set. 2009. Disponível em: https://imirante.com/noticias/maranhao/2009/09/20/fabrica-de-agua-mineral-no-semi-arido-do-pi-conquista-mercados-de-pe-e-ma. Acesso em: 7 mar. 2023.

FALCÃO, M. M. da S.; COSTA, F. S. da; ARCOS, A. N. Percepção ambiental de usuários e permissionários em Balneário Municipal de Rio Preto da Eva (AM). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, *[S. l.]*, v. 17, n. 5, p. 429–444, 2022. DOI: 10.34024/revbea.2022.v17.13982. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13982. Acesso em: 11 mar. 2024.

FEITOSA, F. A.; DINIZ, J. A. O. Água subterrânea no cristalino da região semiárida brasileira. **Águas Subterrâneas,** 2011. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28026/18153.

GARCES, A. S.. **Prospecção de água subterrânea por eletrorresistividade em terrenos cristalinos**. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) -Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/46272 Acesso em: 25/05/2023

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2011. 200 p.

GOMES, Érico Rodrigues; COSTA, Marcondes Lima da; MARQUES, Gisele Tavares.

GOMES, R. E.; COSTA, L. M.; MARQUES, T. G. A GÊNESE HIDROTERMAL DA OPALA NO ESTADO DO PIAUÍ. **Revista da academia de Ciências do Piauí**, [*S. l.*], p. 16, 28 jan. 2022. Disponível em: https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/1664 Acesso em: 25/05/2023

GUEDES, J. A.; MAIA, J. L. Percepção ambiental dos recursos hídricos no municipio de Francisco Dantas, RN. **Sociedade e Território**, *[s. l.]*, v. 23, n. 2, p. 90–106, 2012. disponível em: https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3501. Acesso em: 11 mar. 2024.

LAUTZE, J.; *et al*. Colocando a carroça na frente dos bois: governança da água e GIRH. **Fórum de Recursos Naturais**, [*S. l.*], p. 1-8, 18 jan. 2011. Disponível: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1477-8947.2010.01339.x Acesso em: 27 maio 2023.

LIMA, B. M. **Desperdício de Água no Povoado Buriti-Grande**. 2006. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual do Piauí, Picos-PI, 2006.

LIMA, T. C. *et al.* Políticas públicas e gerenciamento dos recursos hídricos na cidade de Teresina/PI. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 335-346, 2017. Disponível

em:https://sigarra.up.pt/flup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=229345 Acesso em: 02/05/, 2022.

LINS, E. A. M.*et al*.. Água subterrânea, gestão e desenvolvimento: um estudo de caso no município de Campina Grande - PB. *In*: SILVA, Clécio Danilo Dias da; ROLIM, Emili Caroline de Abreu. **Aspectos e impactos ambientais: o que geram as atividades do homem?**. Parana: Atena, 2021. cap. 3, p. 22-32. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conadis/2018/TRABALHO_EV116_MD1_SA10_ID141_29112018235346.pdf Acesso em: 02/05/, 2022.

LOPES, J. R. A., BEZERRA, J. M., ALMEIDA, N. M. D. P., Gonçalves, G. L., e Mendonça, S. de S. C. Águas subterrâneas como alternativa de subsistência em uma comunidade rural no semiárido brasileiro. **Águas Subterrâneas**, *34*(2). 2020. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29889 Acesso em: 4 mar. 2024.

MARTINE, G.; ALVES, J. E. D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 433-460, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepop/a/pXt5ZtxqShgBKDJVTDjfWRn/?lang=pt&format=html Acesso em: Acesso em: 11 mar. 2024.

MONTEIRO, P. B. C. L. **Proposta metodológica para a gestão das águas subterrâneas no estado do Piauí**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Recife, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33202 Acesso em: 27 maio 2023.

NINIS, A. B. **Água Mineral São Lourenço – O Homem, A Economia, e o Direito.** Águas Subterrâneas. 2006. Disponível em: https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22136 Acesso em: 20 jan. 2023.

OECD - **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt Acesso em 20/06/2022.

PERFUARTES, **Conheça as normas técnicas obrigatórias para a construção de poços artesianos,** 2021. Disponível em: https://www.perfurarte.com.br/post/lei-federal-poco-artesiano-normas-tecnicas Acesso em 20/06/2022.

PHILIPPI JR., A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. *In:* PHILIPPI JR., Arlindo; PELICIONI, M. C. F. (Orgs.). **Educação ambiental e sustentabilidade.** 1ª ed. Barueri: Manole, p. 217-256. Disponível em: https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/151 Acesso em: 03/07/2022.

PIAUI. **Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Teresina, 2000.

PUTTI, Fernando Ferrari *et al*. Políticas públicas dos recursos hídricos no desenvolvimento da agricultura irrigada. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, p. 46-57, 2014. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/137302 acesso em: 20/ 06/2022.

RIBEIRO, N.B.; JOHNSSON, R.M.F. Discussões sobre governança da água: tendências e caminhos comuns. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, p. 1-22, 2018. Disponivel em: https://www.scielo.br/j/asoc/a/XRVK5sTy3ZxWmYqsGNmgj7b/abstract/?lang=pt Acesso em: 27 maio 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, J. M. **Análise dos procedimentos administrativos para captação de água subterrânea no estado do Amazonas**. 2020.104f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Amazonas, Amazonas, 2020. Disponível: https://pos.uea.edu.br/data/area/dissertacao/download/42-9.pdf Acesso em: 27 maio 2023.

SARAVIA, E. Introdução à teoria da política pública. *In:* SARAVIA, E; FERRAREZI, E. (Org.). **Políticas públicas**. Coletânea. Vol. 1, ENAP, 2006.

SCHMITZ, R. M. **Avaliação da percepção ambiental dos moradores do bairro Condá da cidade de Medianeira por intermédio de alunos do ensino fundamental I.** 2013. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em:http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22871 Acesso em: 20/09/21.

SEMAR (Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). **Portaria SEMAR Nº 101 DE 04/11/2015.** Disponível em< https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306382> Acesso em: 19/06/2022.

SETTI, A. A., *et al*. **Introdução ao gerenciamento de Recurso Hídricos no Brasil**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2000

SETTI, A. A.; LIMA, J. E.F W., *et al*. (2000). **Introdução ao gerenciamento de Recurso Hídricos no Brasil**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas.

SILVA, J. A. da. **Estruturas de acumulação de água subterrânea em rochas cristalinas: estudo geofísico e geológico de casos no Estado do Rio Grande do Norte**. 2000. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica; Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/18806 Acesso em: 25/05/2023

SILVA, J. L. B. da; FILHO, R. A. de O.; SILVA M. V. da; BATISTA, P. H. D.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. de A. Monitoramento espaço-temporal das condições biofísicas à superfície utilizando dados geoespaciais em região do Semiárido Brasileiro**. Revista da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**, Pernambuco, p. 1-10, 9 jan. 2021. DOI http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v29.e026851.

SILVA, J. F. de A. NUNES, H. K. B. N.; AQUINO, C. M. S.; ARAÚJO, G. L.; **Identificação de geomorfossítios na microrregião de Picos-PI**, [*S. l.*], p. 3042-3053, 4 fev. 2018. Disponível em: https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1951 Acesso em: 25/05/2023

SILVA, R. T. L.; CARVALHO, M. B. M.; ALVES, J. D. N. **Educação Ambiental para o não desperdício da água**. Revista Educação Ambiental em ação. n. 41, 2012. Disponível em:https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1271 acesso em: 17/09/21

SILVA, T. R. da, Barbosa, B. B., & Coelho, C. J. da C. Avaliação da sustentabilidade hídrica quantitativa na porção hidrográfica da bacia do rio Parnaíba em Timon, maranhão. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4, 2018. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7274 Acesso em: 25/05/2023

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; JUNIOR FERRARO, L. A. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, p. 285-299, 2005.

SOUZA, F. P.,; PERTEL, M. Complexidades para a Aplicação dos Aspectos Normativos para a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil. **Exatas & Engenharias**, *10*(27), 70-82. 2020. Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/1747 Acesso em: 03/07/2022.

TEIXEIRA, E. C. **O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade**. Disponível em: http://www.dhnet.org.br/dados/cursos/aatr2/a_pdf/03_aatr_pp_papel.pdf Acesso em: 03/07/2022.

TEODORO V. L. I.; TEIXEIRA D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, v. 20, p. 137-157, 2007. Disponível em: https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf. Acesso em: 21 jan. 2023

VILLAR, P. C.; HIRATA, R.. Governança das Águas Subterrâneas e a Construção de Indicadores Jurídicos para os Estados Brasileiros. **Revista Ambiente e Sociedade** , São Paulo, v. 25, p. 1-20, 2 jan. 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/asoc/a/MyJxyZZwMjRQm3Hmh7GnVKs/abstract/?lang=pt

## 4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados desta pesquisa, que se encontram organizados em dois artigos: **Artigo 1:** O Estatuto Jurídico das Águas Subterrâneas no Brasil: Uma Análise sobre a atual divisão de competências com ênfase no Município de Dom Expedito Lopes-PI. **Artigo 2:** Percepção de impacto ambiental de moradores rurais de uma comunidade piauiense sobre a utilização da água e os efeitos negativos da perfuração de poços.

## 4.1 Artigo 1

### O estatuto jurídico das águas subterrâneas no Brasil: uma análise sobre a atual divisão de competências com ênfase no município de Dom Expedito Lopes-PI

The legal status of groundwater in Brazil: an analysis of the current division of competences with emphasis on the municipality of Dom Expedito Lopes-PI

Marcos Antônio Santos CARVALHO[1]; Denis Barros de CARVALHO[2;]

Universidade Federal do Piauí, Campus Petrônio Portella, Teresina, Piauí.

**Resumo:** Os recursos hídricos subterrâneos vêm se tornando um dos elementos naturais mais explorados pelo ser humano, trazendo assim uma preocupação iminente para os órgãos ambientais fiscalizadores, uma vez que se torna necessário compreender como essas reservas estão sendo exploradas. Dentro desse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi identificar, por meio de uma análise documental, as determinações legais e as políticas públicas relacionadas aos recursos hídricos subterrâneos. Para tanto, consideraram-se as bases conceituais e os instrumentos de gestão aplicados pelo sistema de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no estado do Piauí. Por conseguinte, a análise discorreu sobre as políticas públicas ambientais no município de Dom Expedito Lopes–PI, a fim de compreender como está a articulação das leis entre as diferentes esferas: federal, estadual e municipal. Os resultados obtidos evidenciaram que, embora o país disponha de uma ampla rede de integração jurídica, o estado do Piauí não incorpora integralmente em suas práticas normativas a aplicação de todos os instrumentos de gestão orientados pela Política Nacional de Recursos Hídricos. A ausência de uma agência de águas é um aspecto relevante, pois compromete o monitoramento das fontes e dos usos desse recurso natural. Ademais, no município de Dom Expedito Lopes–PI, existe uma lacuna de atos normativos relacionados a essa matriz ambiental. Desse modo, ficou evidente a necessidade e relevância de promover a convergência dos regulamentos ao nível federal, estadual e municipal, visando instituir uma gestão participativa na qual os recursos hídricos subterrâneos assumam uma posição central em um processo integrado.

Palavras-chave: Mananciais subterrâneos; Políticas Públicas; Gestão integrada.

**Abstract:** Underground water resources have become one of the natural elements most exploited by human beings, thus bringing an imminent concern to environmental oversight bodies, as it becomes necessary to understand how these reserves are being exploited. Within this context, the objective of this research was to identify, through documentary analysis, the legal determinations and public policies related to underground water resources. To this end, the conceptual bases and management instruments applied by the water resources management system in Brazil and the state of Piauí were considered. Therefore, the analysis discussed public environmental policies in the municipality of Dom Expedito Lopes–PI, in order to understand how the laws are articulated between the different spheres: federal, state and municipal. The results obtained showed that, although the country has a broad legal integration network, the state of Piauí does not fully incorporate into its normative practices the application of all management instruments guided by the National Water Resources Policy. The absence of a water agency is a relevant aspect, as it compromises the monitoring of the sources and uses of this natural resource. Furthermore, in the municipality of Dom Expedito Lopes–PI, there is a gap in normative acts related to this environmental matrix. In this way, the need and relevance of promoting the convergence of regulations at federal, state

and municipal levels became evident, aiming to establish participatory management in which underground water resources assume a central position in an integrated process.

Keywords: Underground springs; Public policy; Integrated management.

## Introdução

Os recursos hídricos subterrâneos caracterizam-se como um elemento natural que se compõe a partir do processo de infiltração da chuva no subsolo, preenchendo completamente os espaços intragranulares ou dos sedimentos das rochas, constituindo assim os chamados reservatórios subterrâneos ou aquíferos. Esse elemento é fundamental para a segurança hídrica global, pois além de resguardar um dos maiores reservatórios de água potável da humanidade, também está relacionado à sustentação dos mais diversos sistemas aquáticos do planeta, como: rios, lagos, mangues e pântanos (Hidrata, *et al.,* 2019).

Na atualidade, os aquíferos vêm se tornando um dos elementos mais explorados pelo homem, devido a sua utilização está relacionada ao abastecimento público, irrigação agrícola, atividades industriais, lazer e o turismo (Nogueira, 2010). Dessa forma, o manejo adequado desse recurso contribui para bons resultados na produção de alimentos e na qualidade de vida humana, porém o aumento pela sua demanda tem provocado a degeneração do meio físico natural, conduzindo várias regiões brasileiras a quadros de escassez ou vulnerabilidade hídrica (Paz, *et al.* 2000).

De acordo com os dados divulgados pela Agência Nacional das Águas – ANA (2020), supõe-se que a disponibilidade de águas subterrâneas no Brasil seja em torno de 14.650m³/s, onde a sua distribuição no território brasileiro ocorre de forma desigual, devido às variações nos aspectos hidrogeológicos dos aquíferos. Apesar da falsa ideia de grande concentração hídrica, estima-se que até 2050, mais da metade da população mundial sofrerá algum grau de escassez de água (Piese, 2020). Desse modo, cabe aos entes federativos responsáveis por gerir esses recursos, a competência de definir técnicas de monitoramento para estimar os volumes de água que são extraídas dessas fontes na tentativa de reverter um possível quadro de escassez que afete as populações futuras.

Nessa perspectiva, a concepção de uma política de âmbito nacional que seja eficiente para o recurso descrito se assenta nos princípios e comandos da Constituição Federal (1988) que estabelece o domínio das águas subterrâneas e nas determinações legais expressas na Lei federal 9.433/97 ao reconhecer que captações necessitam de autorização emitida pelo organismo fiscalizador. Todavia, a efetiva divisão de competências previstas na lei, articula-se

dentro de um sistema de gerenciamento composto por entidades especializadas com um caráter deliberativo, executivo e fiscalizador que procuram racionalizar o uso da água entre os múltiplos usuários, por meio implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

Desse modo, cada estado da federação brasileira assume a responsabilidade de instituir o seu próprio sistema de gerenciamento, além de implementar políticas públicas específicas para as águas subterrâneas que estão sobre o seu domínio, levando em consideração os limites e desafios. Contudo, a literatura aponta que ainda existe a carência de atos normativos vinculados a proteção dessa matriz ambiental e que alguns estados não se apropriam da aplicação de todos os instrumentos de gestão orientados pela Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como acontece no estado do Piauí (Fernandes, 2010; Monteiro, 2018: Souza, 2020).

Aproximadamente 90% do estado do Piauí está apto a utilizar águas da bacia sedimentar do Parnaíba, que possui grandes reservas subterrâneas e de alta qualidade (SEMAR, 2010). Além disso, maior parte do estado possui um clima semiárido com baixos níveis pluviométricos e rios com poucas expressões, sendo eles intermitentes ou temporários. Esse fato responde ao crescente número de exploração das fontes subterrâneas no estado (Monteiro, 2018).

É mister salientar, que a lei estadual do Piauí nº 5.165, de 17 de agosto de 2000, é quem disciplina a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas na região descrita. Para gerir os recursos hídricos de bacias hidrográficas, os programas de gestão definem que devem ser exercidas a participação determinante na pesquisa, planejamento, mapeamento da vulnerabilidade à poluição, delimitação de áreas destinadas à sua proteção, controle e monitoramento (SEMAR, 2015). Nesse contexto, tais critérios apresentam-se de forma indispensável, uma vez que a exploração dessas reservas traz a luz algumas preocupações para os órgãos ambientais e fiscalizadores (Araujo, 2015).

Perante o exposto, a outorga apresenta-se como um ato administrativo e indispensável para que se possa realizar captações das águas subterrâneas, tendo como finalidade básica a ideia de assegurar o efetivo exercício dos direitos de uso (Piauí, 2000). Apesar disso, a Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Piauí (CERH/PI) de nº 004/2005 institui critérios que possibilitam a dispensa de tal instrumento, no entanto complementa ainda que qualquer captação proveniente de poços artesianos, mesmo com volumes considerados insignificantes, deve ser comunicada e cadastrada, juntamente ao órgão ambiental responsável.

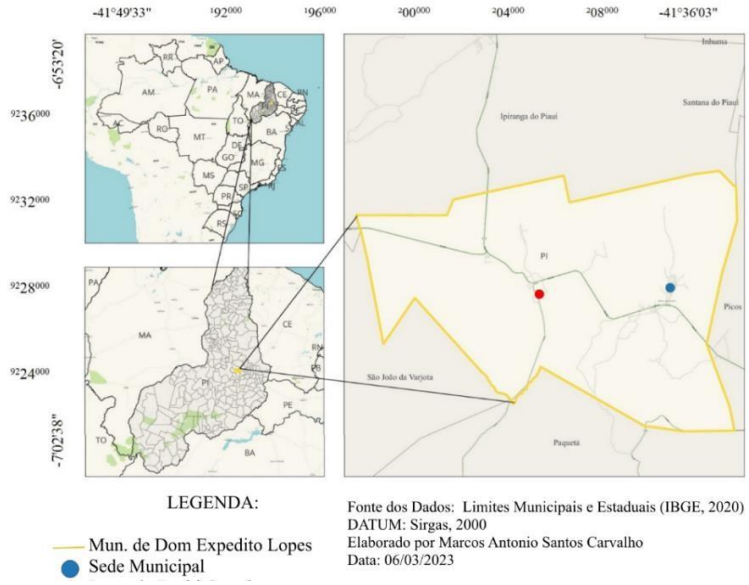
Outro ponto que chama atenção são as determinações legais da Resolução N° 15/2001 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a qual estabelece que os estados devam criar normas de orientações para os municípios sobre as diretrizes de gestão integrada das águas subterrâneas e com isso, propor mecanismos de estímulo à proteção das áreas de recarga dos aquíferos.

Assim, partindo da necessidade de estabelecer o entendimento sobre a atual divisão de competências entre os principais entes federativos (país, estado e município), o presente estudo teve como objetivo identificar as determinações legais e as políticas públicas que contemplam os recursos hídricos subterrâneos no Brasil, no estado do Piauí e no município de Dom Expedito Lopes-PI.

**Procedimentos Metodológicos**

A presente pesquisa caracteriza-se como uma análise documental (Poupart, 2012) e para a investigação foram consideradas as principais fontes de informações oriundas da legislação e administração pertinente ao sistema de gestão de recursos hídricos subterrâneos no Brasil, no Piauí e no município de Dom Expedito Lopes-PI. O município está localizado no estado do Piauí, especificamente na mesorregião do sudeste piauiense conforme mostra a Figura 1:

Figura1: Localização Geográfica do Município de Dom Expedito Lopes-PI




O Município foi criado pela Lei Estadual nº 2.513 de 02 de dezembro de 1963. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021), a população estimada é 6.940 habitantes e 45,63% da população encontram-se na zona rural. Destaca-se também que o

clima da região compreende as características do semiárido, portanto, as fontes de águas subterrâneas representam o principal meio de abastecimento para a população local.

Quando a sua realidade hídrica, o município de Dom Expedito Lopes existe o domínio hidrogeológico, representado por rochas sedimentares, que corresponde à formação Cabeças, da Bacia do Parnaíba. As características litológicas dessa formação apontam uma boa capacidade de permeabilidade e porosidade, contribuindo assim o processo de infiltração proveniente das águas das chuvas. Desse modo, tal aquífero representa um importante elemento de armazenamento de água subterrânea do município, constituindo-se num potencial fornecedor desse bem (CPRM, 2004).

O levantamento dos dados de interesse da pesquisa tornou-se possível através de buscas realizadas nas plataformas digitais direcionadas para o armazenamento de documentos legais para os recursos hídricos. Inicialmente, buscou-se na Política Nacional de Recursos Hídricos e nas resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos as determinações legais que evidenciassem a forma como a água subterrânea está inserida na legislação brasileira. Assim, foi possível restringir a procura para as Políticas Estaduais do Piauí e suas leis específicas de atuação sobre tais recursos.

Para tanto, considerou-se o site da Agência Nacional de Águas (ANA) e o site da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR) que apresenta toda a legislação ambiental do estado. Diante disso, foi possível identificar: (I) o sistema de gerenciamento dos recursos hídricos; (II) os instrumentos de gestão aplicados; e (III) as políticas públicas específicas para as águas subterrâneas.

No que tange ao sistema de gestão municipal, considerou-se as políticas de atuação da Secretaria de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Dom Expedito Lopes, disponíveis no portal da transparência, a qual reúne toda a legislação municipal.

A pesquisa qualitativa foi escolhida como o método mais adequado, a fim de compreender a essência do fenômeno e não apenas quantificá-la. Assim sendo, trata-se de uma investigação com enfoque de caráter exploratório e descritivo, utilizando fontes fixas de dados com o objetivo de aprofundar os conhecimentos relacionados ao tema em questão.

É importante salientar que não nos interessa apontar solução para problemas na ordem jurídica dos recursos hídricos subterrâneos, mas, refletir sobre a forma de articulação das leis entre os entes federativos supracitados, a fim de levar os demais interessados pela questão a repensar sobre as diferenças e desafios existentes na ampla rede de integração jurídica dos recursos hídricos subterrâneos no Brasil, no Piauí e no município de Dom Expedito Lopes.

## Resultados e Discussão

As águas subterrâneas representam uma grande importância econômica, social e ambiental para o Brasil, deste modo, é pertinente ressaltar que as bases conceituais e os instrumentos de gestão propostos pela legislação vigente apresentam-se como um fator indispensável por estarem vinculados ao controle, preservação e conservação de tais recursos (Souza; Teixeira; Barbosa, 2020). Assim, será apresentada nessa seção a identificação das determinações legais e as políticas públicas relacionadas aos recursos hídricos subterrâneos em três categorias de estudo:

- Gestão nacional das águas subterrâneas;
- Gestão estadual das águas subterrâneas;
- Gestão municipal das águas subterrâneas.

### Gestão nacional das águas subterrâneas

A eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos é determinada por meio da articulação entre: I) a aplicação dos instrumentos de gestão orientados pela Política Nacional de Recursos Hídricos; II) sistema de gerenciamento nacional, estadual e municipal de recursos hídricos; III) e as políticas públicas, especificas. Assim, tendo como base a Lei das Águas (1997), apresenta-se no Quadro 1 os instrumentos de gestão e as suas respectivas competências.

Quadro 1: Instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos.

| INSTRUMENTOS | COMPETÊNCIAS |
|---|---|
| **Planos de recursos hídricos** | Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos. |
| **Enquadramento dos corpos de água em classes** | Art. 9º O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa: I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. |
| **Outorga de direitos de uso de recursos hídricos** | Art. 11º O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. |

| | |
|---|---|
| **Cobrança do uso de recursos hídricos** | Art. 19º A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva: I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água e III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. |
| **Sistema de informações sobre recursos hídricos** | Art. 25º O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. |

Fonte: Adaptado de Brasil (1997).

Com base nos instrumentos de gestão evidenciados, é possível identificar três níveis de planejamento estratégico para os recursos hídricos: propiciar controle qualitativo e quantitativo do recurso; gerar incentivo de racionalização do uso e fornecer subsídios para coletividade sobre questões relacionadas à disponibilidade hídrica. Diante disso, fica evidente que tais instrumentos exercem uma função indispensável diante de um gerenciamento qualificado devido a sua capacidade de regular e motivar o uso eficiente da água em uma bacia hidrográfica.

Conforme Porto e Porto (2008), os instrumentos de gestão devem ser aplicados de forma sincronizada em todos os estados da federação, para atender às necessidades da sociedade e garantir a sustentabilidade da região em dimensões ambiental, social e econômica, com foco nos horizontes de curto, médio e longo prazo. Outrossim, a implementação dessa autarquia garante a fiscalização dos direitos de uso de recursos hídricos, monitoramento das fontes e dos usos, a elaboração de estudos técnicos, o incentivo a racionalização do uso da água e a divulgação de informações relevantes sobre a disponibilidade hídrica em âmbito nacional.

Cada instrumento adotado tem sua relevância no processo de administração e, consequentemente, orientam a obtenção da segurança hídrica. Em tese, a falta de implementação desses instrumentos pode resultar em consequências negativas na busca por uma gestão sólida. Assim, apesar do Brasil possuir uma ampla rede de integração jurídica sobre os recursos hídricos, torna-se possível identificar que o país ainda apresenta alguns entraves na aplicação das leis e instrumentos de governança.

Como apontado por Bezerra et al. (2021), que realizaram um estudo de governança da água no semiárido brasileiro, afirmam que, apesar de o Brasil se dispor de uma estrutura

institucional de recursos hídricos, ainda há problemas de implementação e falta de coordenação entre os setores, além de dificuldades para definir as prioridades de implementação dos planos de recursos hídricos, o que dificulta as decisões nas atividades de gestão da água.

De acordo com Trindade e Scheibe (2019), após uma análise aprofundada de estudos sobre a gestão dos recursos hídricos no Brasil, verificou-se que uma das principais limitações para a atuação dos conselhos de bacias hidrográficas é justamente a pouca existência ou a inexistência de instrumentos de gestão previstos na PNRH.

O enquadramento de corpos hídricos em classes, por exemplo, caracteriza-se como um dos instrumentos que pouco se aplica no Brasil. Para Faria, Santos e Pizella (2022), a falta de tarifação pelo uso de recursos hídricos e as barreiras no acesso aos fundos estaduais das águas, são desafios técnicos amplamente reconhecidos para a aplicação do enquadramento dos corpos hídricos em classes nas bacias estaduais.

No que concerne aos recursos hídricos subterrâneos, a outorga dos direitos de uso, é um dos principais instrumentos que está diretamente associado ao controle de sua exploração, sendo ela classificada como uma competência dos poderes executivos estaduais (Brasil, 1997). Destarte, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (1997) define que estão sujeitos a solicitar tal ato administrativo ao Poder Público aqueles que realizarem a captação de água de aquífero subterrâneo para usos múltiplos.

Apesar da importância desse instrumento, vale ressaltar que a outorga de direito de uso ainda não foi implementada em todos os estados. Assim, o Amapá, Amazonas e Mato Grosso do Sul não emitem tal ato administrativo e o estado do Acre só passou a outorgar o uso dos recursos hídricos sob sua dominialidade a partir de 2015 (ANA, 2016). A ausência desse instrumento pode causar uma falta de planejamento e gestão adequada para os recursos hídricos, o que pode resultar em uma situação de insegurança hídrica e, consequentemente, o surgimento de possíveis impactos ambientais.

A aplicação dos instrumentos de gestão supracitados, exercem dependência de uma estrutura operacional, composta por algumas instituições jurídicas. Em linhas gerais, essas instituições jurídicas dão formação ao Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e tem como objetivo gerir as águas do território nacional de forma democrática e participativa (ANA, 2023).

Assim, apresenta-se no Quadro 2 as principais instituições que compõe o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos:

Quadro 2: Instituições do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

| ÓRGÃOS GESTORES | COMPETÊNCIAS |
|---|---|
| **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)** | Promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacionais, regionais, estaduais e dos setores usuários; arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos, cujas repercussões extrapolem o âmbito dos estados em que serão implantados; estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. |
| **Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH)/ Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PDR)** | Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), em consonância com os objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PDR), apoia a construção, operação e manutenção de obras de infraestrutura hídrica, voltadas ao abastecimento de água, como barragens, adutoras e canais. |
| | |
| **Agência Nacional de Águas (ANA)** | Autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. |
| **Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH)** | Constituem o "Parlamento das Águas", espaço em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público. |

Fonte: Adaptado de Brasil (1997).

A estrutura do sistema de gerenciamento é composta por organismos administrativos e executivos, que estabelecem no ato de suas competências, alguns objetivos em comum, dentre eles destacam-se: o ato de coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos; planejar, regular e

controlar o uso, bem como a recuperação dos corpos d'água e promover a cobrança pelo uso (ANA, 2023).

Nessa perspectiva, o Conselho Nacional de Recurso Hídrico promoveu um grande avanço na ordem jurídica das águas subterrâneas no Brasil, através da implementação de algumas resoluções que se articulam em prol da sua defesa (ANA, 2023). Nesse viés, é relevante conhecer as principais políticas públicas em âmbito nacional que promovem a proteção das águas subterrâneas.

Logo, o Quadro 3 apresenta a identificação das resoluções implementadas pelo Conselho Nacional de Recurso Hídrico:

Quadro 3: Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos para a proteção das águas subterrâneas.

| RESOLUÇÃO DO CNRH | ANO DE IMPLEMENTAÇÃO | COMPETÊNCIA |
|---|---|---|
| **Resolução N° 15** | 2001 | Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. |
| **Resolução N° 22** | 2002 | Diretrizes para a inserção das águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos |
| | | |
| **Resolução N° 76** | 2007 | Estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários. |
| **Resolução N° 91** | 2008 | Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. |
| **Resolução N° 92** | 2008 | Critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas. |

| | | |
|---|---|---|
| **Resolução N° 107** | 2010 | Estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas. |
| **Resolução N° 126** | 2011 | Estabelecer diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. |
| **Resolução N° 153** | 2013 | Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro |

Fonte: Elaboração dos autores, 2023.

Com base no Quadro 3, observa-se que somente a partir do ano de 2001 houve a implementação de diretrizes gerais voltadas para a gestão de águas subterrâneas no Brasil. Através da Resolução de nº 15 do CNRH, foi possível definir que as águas superficiais e subterrâneas são componentes integrantes e indissociáveis do ciclo hidrológico. Além disso, esse ato normativo determina que devem ser apresentados mecanismos de fomento aos Municípios com o intuito de gerar segurança nas áreas de recarga dos aquíferos e definir a obrigatoriedade na aplicação dos instrumentos de gestão nessas áreas.

Um dos pontos fundamentais é a proposta de incentivar os Municípios para a proteção das áreas de recarga dos aquíferos a adotarem práticas de reuso e de recarga artificial, com o objetivo de aumentar as opções hídricas e a qualidade da água. Os incentivos se referem a Instrumentos Econômicos, em que os Estados, detentores do controle das águas subterrâneas, dariam vantagens aos municípios que aderissem às práticas consideradas desejáveis. Um exemplo a ser considerado é o ICMS Ecológico, em que o Estado transfere recursos aos Municípios como forma de compensação por restrições ao uso do solo ou outras situações similares, de acordo com a lei estadual que estabelecer esse repasse.

No ano seguinte, a Resolução do CNRH de nº. 22 (2002) estabeleceu que os Planos de Recursos Hídricos devem considerar os usos múltiplos das águas subterrâneas em conformidade com um desenvolvimento social e ambientalmente sustentável. Acrescenta-se

ainda que no Plano contém a caracterização dos aquíferos bem como suas inter-relações com os corpos hídricos, promovendo uma gestão sistêmica, integrada e participativa.

É uma estratégia para lidar com o fato de que a localização dos aquíferos não está de acordo com as bacias hidrográficas, o que gera um vazio normativo. Os Planos de Recursos Hídricos, conforme previsto na Lei no 9.433/1997, não se adequam aos espaços ocupados pelos aquíferos, uma vez que as suas dimensões não se adequam às bacias hidrográficas de cada Estado e País.

Já a Resolução de nº 91 (CNRH, 2008), promove a garantia de enquadramento para as águas subterrâneas a partir das classes de qualidade conforme disposto nas resoluções CONAMA. Nesse sentido, o art. 3° da Resolução estabelece que a proposta de enquadramento deverá ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, devendo conter o diagnóstico, prognóstico, metas para o enquadramento e programas de efetivação. Além do mais, torna-se responsabilidade dos órgãos gestores o papel de monitorar, fiscalizar e avaliar o cumprimento das metas do enquadramento.

Em linhas gerais, a proposta de enquadramento deve levar em conta tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas, a fim de garantir a disponibilidade necessária de água em padrões de qualidade compatíveis com os usos principais identificados.

Outro grande avanço na ordem jurídica das águas subterrâneas foi determinado pela Resolução de nº. 92 (CNRH, 2008). Desse modo, foi estabelecido critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação dessas águas em âmbito nacional e definido como responsabilidade dos órgãos ambientais gestores a realização de estudos hidrogeológicos, com abrangência e escalas adequadas. Em relação às captações de água subterrânea, a referida Resolução, afirma que devem ser consideradas todas as normas técnicas vigentes, priorizando sempre a conservação dos aquíferos.

A importância de estabelecer o entendimento sobre as demandas de água utilizadas pelos usuários, surgiu a partir de 2011 com a implementação da Resolução do CNRH de n° 126. Tal Resolução, no ato de suas competências, definiu como responsabilidade do órgão gestor ou da autoridade outorgante de cada Unidade da Federação instituir um sistema para armazenamento e integração dos dados de usuários sobre as águas.

Em suma, fica evidente que o Brasil contempla um sistema jurídico formado por uma vasta legislação protetiva dos recursos hídricos, incluindo as águas subterrâneas. A forma como as instituições jurídicas são criadas e aplicadas, é uma síntese de diversos pontos de vista, valores, sistemas de conhecimento, tipos de informação e lutas pelo poder.

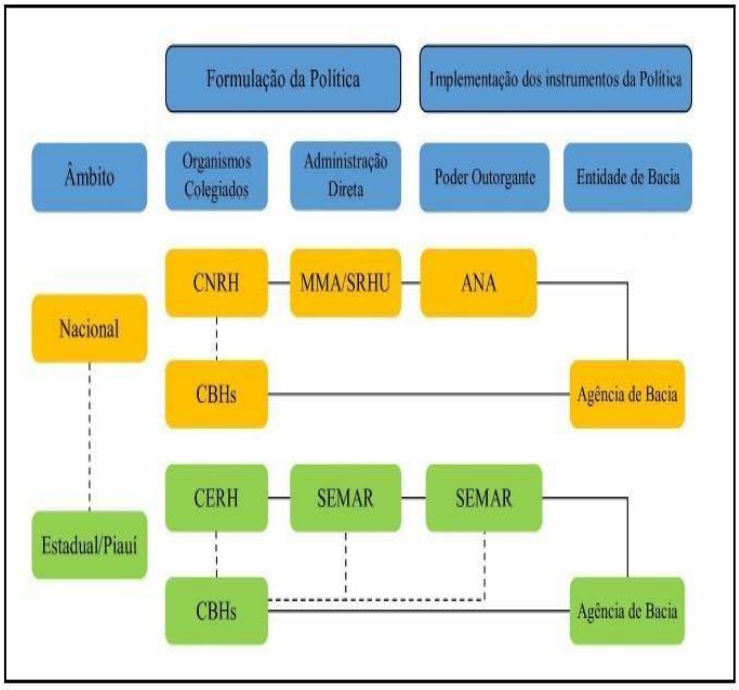
**Gestão estadual das águas subterrâneas**

Em alinhamento aos princípios constitucionais do Piauí, destaca-se que a preocupação com os recursos hídricos se potencializou no âmbito jurídico através promulgação da Lei n° 5.165 do ano 2000, a qual passou a estabelecer normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, além de instituir o Sistema Estadual de Gerenciamento Recursos Hídricos. Desse modo, a referida lei apresenta como premissa a ideia de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (Piauí, 2000).

No que tange às águas subterrâneas do estado, as análises realizadas do decorrer dessa seção evidenciam que a legislação pertinente é relativamente pequena, composta por leis, resoluções e decretos. Salienta-se também que dentre todos os instrumentos de gestão anteriormente apresentados, o Piauí conta apenas com a aplicação da outorga juntamente com o fundo estadual. O processo de articulação das leis e aplicação de tais instrumentos se torna responsabilidade do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, por meio das entidades jurídicas que atuam no controle e preservação da água.

Diante disso, apresenta-se na Figura 2 a forma de organização da estrutura operacional do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos em âmbito nacional e estadual:

Figura 2: Organograma do sistema de gerenciamento nacional e do estado do Piauí para os recursos hídricos




Fonte: adaptado do site MMA, por Monteiro (2018).

Observa-se que o estado é encarregado por incorporar o arranjo de governança nacional e estabelecer através dos seus órgãos especializados a preservação das águas. No Piauí, a Política Estadual de Recursos Hídricos estabelece que o gerenciamento de tais recursos está restrito às determinações legais da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMAR), do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-PI), dos Comitês de Bacia Hidrográficas (CBH) e da Agência de Bacia.

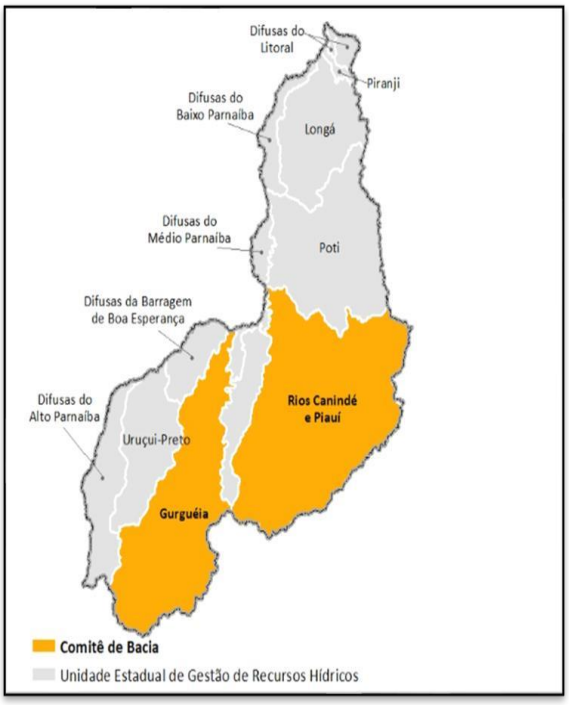
A SEMAR caracteriza-se como órgão executivo central, gestor e coordenador do Sistema. Os seus princípios de orientação surgiram através da Lei estadual nº 4.797, do ano de 1995 e regulamentada posteriormente através da lei complementar nº 113, de 2008 (SEMAR, 2015). Diante disso, foi possível definir espaços direcionados ao meio ambiente e recursos hídricos dentro da secretaria. Em linhas gerais, "a SEMAR não é somente o órgão gestor de meio ambiente e de recursos hídricos, mas também o responsável por formular e executar ambas políticas" (Monteiro, 2018 p. 136).

Já o CERH-PI é um organismo colegiado que surgiu a partir da implementação da Lei nº 5.165 de 17 de agosto do ano 2000 e regulamentado posteriormente pelo Decreto nº 10.880, de 24 de setembro de 2002 (SEMAR, 2015). As suas competências estão diretamente ligadas ao estabelecimento de diretrizes para a implementação da Política Estadual e aplicação dos Instrumentos de Gestão. Quanto a sua estrutura de organização administrativa, Monteiro (2018) afirma que mais de 60% dos seus membros integrantes são compostos por entidades do governo. O autor complementa ainda, que apesar do CERH-PI manter reuniões regulares, torna-se necessário estabelecer uma maior autonomia.

Apesar do CERH-PI possuir independência para a formulação de políticas públicas específicas, vale ressaltar, que grande parte do aparato legal existente no estado, em benefício dos recursos hídricos subterrâneos, foram implementados pela própria SEMAR. Dessa forma, além da secretaria se dispor dessa função, a mesma também assume a responsabilidade na implementação dos instrumentos de gestão, bem como a aplicação da outorga de direito de uso.

Em relação aos Comitês de Bacia Hidrográficas, o Piauí possui apenas 2, sendo eles: (1) Comitê da sub-bacia do Rio Gurguéia; (2) Comitê da sub-bacia do Rio Canindé/Piauí, conforme apresenta a Figura 3.

Figura 3: Localização dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Piauí




Fonte: ANA (2019).

O Comitê da Bacia do Rio Gurguéia foi criado a partir do Decreto Estadual nº 15.562, de 14 de março de 2014, com a finalidade de promover, no âmbito de gerenciamento dos recursos hídricos, a viabilização técnica e econômico-financeira do programa de investimento e a solidificação de políticas de estruturação urbana e regional, visando sempre o desenvolvimento sustentável da bacia (SEMAR, 2015). Já o Comitê da Bacia do Rio Canindé, foi criado pelo Decreto Estadual nº 13.585, de 18 de março de 2009, e possui basicamente a mesma finalidade.

É notório que nenhum dos órgãos setoriais mencionados conta com uma Agência das Águas e a ausência de tal órgão enfraquece o sistema de monitoramento das fontes e dos usos. Outrossim, a SEMAR assume a maior responsabilidade nos aspectos de planejamento, coordenação, supervisão, fiscalização e controle das ações relativas ao meio ambiente e recursos hídricos, bem como determina em seu Art. nº 2 da lei 4.797 (1995). Assim, o órgão gestor fica sobrecarregado, além de apresentar dificuldades em delegar corretamente as suas competências.

Conforme os dados divulgados pela ANA (2022) o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco conta com o apoio de uma agência de águas, que atua como entidade delegatária, cujo objetivo é atender plenamente os critérios de gerenciamento, cumprimento das variáveis legais, institucionais e de articulação social.

Além disso, vale ressaltar que existem outros comitês bacias hidrográficas (CBH) do Estado brasileiro, que recebem o apoio técnico-operativo de agências de águas, tais como: CBH Verde Grande; CBH Paraíba do Sul; CBH dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí; CBH Paranaíba, entre outros (ANA, 2022).

Diante do exposto, é valido afirmar que o sistema de gerenciamento dos recursos hídricos no Piauí apresenta fragilidades, devido à ausência de uma entidade capaz de fornecer suporte técnico e administrativo aos Comitês de Bacia Hidrográfica do estado. O fato é que, todas as entidades públicas que compõe o sistema estadual de gerenciamento, exercem uma participação indispensável para o sucesso no cumprimento das leis e princípios que resguardam o uso, preservação e conservação de tais elementos.

Dado essa visão geral sobre as entidades jurídicas que compõe o sistema de gerenciamento das águas no Piauí, volta-se para a identificação das políticas públicas que se dispõe sobre a proteção das mesmas, em específico aos recursos hídricos subterrâneos. Nessa perspectiva, apresenta-se no Quadro 4 todo o aparato legal que estabelece de forma direta ou indireta um aspecto normativo sobre o controle e preservação de tais recursos no estado.

Quadro 4: Aparato legal piauiense que beneficia a proteção das águas subterrâneas.

| APARATO LEGAL | DATA DE IMPLEMENTAÇÃO | EMENTA |
|---|---|---|
| **LEI Nº 5.165** | 17 de agosto de 2000 | Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. |
| **Lei Nº 5.165** | 23 de dezembro de 2013 | Institui o Cadastro Estadual de Fontes e Usuários de Recursos Hídricos do Estado do Piauí e dá outras providências. |
| **DECRETO Nº 10.880** | 24 de setembro de 2002 | Aprova o Regulamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/PI. |
| **DECRETO Nº 11.341** | 22 de março de 2004 | Regulamenta a outorga preventiva de uso e a outorga de direito de uso de recursos hídricos do estado do Piauí, nos termos da Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000. |
| | | Estabelece critérios e valores a |

| | | |
|---|---|---|
| **DECRETO Nº 12.184** | 24 de abril de 2006 | serem cobrados pelos custos operacionais inerentes aos Processos de Emissão ou de Renovação de Outorgas de Recursos Hídricos no Estado do Piauí e dá outras providências. |
| **DECRETO Nº 14.142** | 22 de março de 2010 | Dispõe sobre o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. |
| **DECRETO Nº 14.143** | 22 de março de 2010 | Dispõe sobre o Enquadramento dos Corpos Hídricos de Domínio Estadual. |
| **DECRETO Nº 14.144** | 22 de março de 2010 | Dispõe sobre a Regulamentação da Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos no Estado do Piauí. |
| **RESOLUÇÃO Nº 001/04** | 26 de outubro de 2004 | Estabelece procedimentos específicos para licenciamento ambiental e fiscalização de obras de perfuração de poços, na região entre os rios Parnaíba e Poti, no perímetro urbano do município de Teresina. |
| **RESOLUÇÃO Nº 004** | 26 de abril de 2005 | Dispõe sobre Critérios e Procedimentos Provisórios para Outorga Preventiva e Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. |
| **RESOLUÇÃO CERH Nº. 001/2006** | 23 de fevereiro de 2006 | Estabelece Critérios e Valores dos Emolumentos a serem cobrados pelos Custos Operacionais Inerentes aos Processos de Emissão ou de Renovação de Outorgas de Recursos Hídricos no Estado do - Piauí e dá outras providências. |

Fonte: Elaboração dos autores, 2023.

Cabe analisar, inicialmente, a própria Política Estadual de Recursos Hídricos (2000), que estabelece no ato de suas competências uma ampla orientação jurídica para o controle e

preservação das águas subterrâneas. Para fins desta lei, o Art. nº 52 transcrito a seguir, designa em caráter classificatório as áreas de proteção e controle dos aquíferos, baseando-se nas limitações hidrogeológicas de cada área. Assim temos:

> I - Área de Proteção Máxima - compreendendo, no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis a poluição e que se constituam em depósitos de águas essenciais para o abastecimento público; II - Área de Restrição e Controle - caracterizada pela necessidade de disciplina das extrações, controle máximo das fontes poluidoras já implantadas e restrição a novas atividades potencialmente poluidoras; e III - Área de Proteção de Poços e Outras Captações - incluindo a distância mínima entre poços e outras captações e o respectivo perímetro de proteção.

No que tange às Áreas de Proteção Máxima, o Art. nº 53 aponta que não são permitidos a implantação de indústrias de alto risco ambiental, atividades agrícolas que utilizem produtos tóxicos e parcelamento do solo urbano sem sistema adequado de tratamento de efluentes. Nos casos de escassez de águas subterrâneas, a norma define que o organismo gestor responsável poderá restringir e regular a captação de água estabelecendo critérios sobre o volume máximo a ser extraído.

Em relação às Áreas de Restrição e Controle, o Art. nº 55 aponta que quando houver rebaixamento dos níveis de água subterrânea ocasionando uma possível escassez ou prejuízo sensível aos aproveitamentos existentes, as entidades especializadas poderão proibir novas captações até que o aquífero se recupere, como também estabelecer limitações para novas atividades consideradas potencialmente poluidoras (Piauí, 2000).

Já nas Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações, a legislação estadual apresenta uma série de determinações legais em seus artigos a seguir:

> Art. 56 - Nas Áreas de Proteção de Poços e Outras Captações, será instituído um perímetro imediato de proteção sanitária abrangendo raio de 10 (dez) metros, a partir do ponto de captação, cercado e protegido, devendo seu interior estar resguardado da entrada ou infiltração de poluentes.

> Art. 57 - Os poços abandonados ou em funcionamento que acarretem ou possam acarretar poluição ou representem riscos aos aquíferos e as perfurações realizadas para outros fins, que não a extração de água, deverá ser adequadamente tamponada de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição dos aquíferos.

Ademais, a lei supracitada estabelece que os usuários responsáveis pelos poços abandonados devem obrigatoriamente informar ao órgão gestor dos recursos hídricos do estado a desativação destes, seja ela temporária ou definitiva. No que se refere aos poços jorrantes, a lei afirma que o órgão fiscalizador responsável deverá adotar algumas medidas de

preservação capazes de impedir o desperdício da água ou eventuais desequilíbrios no meio ambiental (Piauí, 2000).

O Art. 63, último da PERH, determina um prazo de 360 dias contados a partir da publicação da lei para a regulamentação de todas as captações de águas subterrâneas já existentes, através da solicitação do pedido de outorgas emitidos. Entretanto, a obediência a esse artigo da norma se torna problemática uma vez que não se tenha refletido acerca da logística necessária para a realização dessa operação e na capacidade do órgão gestor (Monteiro, 2018).

Um outro ponto proeminente no Quadro 4 trata das resoluções e decretos voltados para a aplicação da outorga. Logo, nota-se que dentre os poucos instrumentos de gestão aplicados em âmbito piauiense, o referido instrumento apresenta maior predominância nos aspectos de restrição de uso das águas subterrâneas. Esse fato se torna possível devido a SEMAR direcionar um departamento especializado na superintendência dos Recursos Hídricos para coordenação da Outorga (SEMAR, 2015).

Com base no aparato legal evidenciado, é possível observar dois tipos de outorga: (1) outorga preventiva de uso e (2) outorga de direito do uso. Diante disso, o Decreto nº 11.341 de 2004 define que a primeira é pré-requisito da segunda e não possibilita o direito de uso das águas, se destinando a reservar a vazão passível a ser outorgada. Já a outorga de direito do uso é definida pelo Art. 3º da referida resolução, como um ato administrativo que possibilita ao outorgado a autorização sobre o uso dos recursos hídricos, em consonância com os termos e condições estabelecidas (SEMAR, 2015).

Isto posto, o Art. nº 6 da resolução supracitada, transcrita a seguir, define as atividades que estão sujeitas à solicitação da outorga emitida pela SEMAR:

> I - a implantação de qualquer empreendimento que possa demandar a utilização de recursos hídricos e que implique alteração do regime, da quantidade ou da qualidade da água existente em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo; II - a execução de obras ou serviços que configurem interferência e implique alteração do regime, da quantidade ou da qualidade da água existente em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo; III - a derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo hídrico, para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; IV - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;... (SEMAR, P. 63-64, 2015).

Apesar de todos os critérios mencionados, ainda existem usos que independem de tal ato administrativo. Dessa forma, a Resolução do CERH-PI de nº 004/2005 aponta que estão isentos aqueles usuários que possuírem poços com vazão máxima de até dois metros cúbicos por hora, ou ainda, aqueles que possuírem caráter exclusivo de pesquisa. A resolução

determina também em seu Art. 4º que a utilização da água para a satisfação das necessidades básicas de pequenos núcleos rurais com até 600 habitantes não dependem da outorga (SEMAR, 2015).

Outrossim, embora o código apresente critérios para dispensa de tal instrumento, ele estabelece que todos os poços de captação das águas subterrâneas do estado devem ser comunicados e cadastrados juntamente ao órgão gestor responsável. A adoção desse ato normativo possibilita o estado obter controle sobre a quantidade de poços existentes, além de favorecer também a aquisição do conhecimento sobre a média aproximada de água extraída dos aquíferos que estão localizados sobre o seu domínio.

Nessa mesma perspectiva, a lei estadual de nº 6.474, de 23 de dezembro de 2013, institui a criação do Cadastro Estadual de Fontes e Usuários de Recursos Hídricos do Piauí. Esta lei estabelece normas de orientação a SEMAR e atribui ao órgão a responsabilidade de coleta, armazenamento, processamento, controle e disponibilização de dados do cadastro.

Em suma, torna-se evidente que os princípios de orientação para a gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos no Piauí são determinados pelo sistema de gestão pertinente vinculado à aplicação da outorga. Todavia, o estado ainda apresenta grandes desafios que devem ser superados para o alcance de uma boa governança, tais como: a aplicação dos demais instrumentos de gestão; necessidade de uma agência de águas, para fornecer o suporte necessário aos Comitês de Bacias Hidrográficas; e o funcionamento dos demais comitês de bacias hidrográficas que não estão em atividade.

**Gestão municipal das águas subterrâneas**

A complexidade da execução das determinações legais e das políticas públicas para a proteção das águas tem causado algumas distorções no sistema. Em linhas gerais, a vulnerabilidade do estado tem um impacto direto na realidade dos municípios. Dessa forma, a carência de atos normativos, que decorre da falta de apoio técnico do ente federativo superior (estado), implica na adoção de medidas de preservação pelas unidades locais (municípios).

Desse modo, os municípios do Piauí não têm políticas públicas específicas para o gerenciamento das águas subterrâneas, uma vez que o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos apresenta uma participação do município somente de forma indireta, através dos comitês de bacias hidrográficas (Nicollier; Kiperstok; Bernardes, 2023). Apesar desse fato, a Lei das águas, define a importância da autonomia dos municípios na gestão de recursos hídricos em articulação com as demais políticas que afetam as águas no âmbito local (Brasil, 1997).

Nesse viés, os municípios devem zelar pelos elementos que estejam dentro dos seus limites, incluindo a participação na gestão de recursos hídricos, respeitando as competências legais dos estados e da união. A fim de garantir a preservação dos recursos hídricos, o ente federativo local precisa implementar uma série de medidas governamentais dentro da sua área de abrangência, com eficácia necessária para garantir uma boa qualidade de vida a população.

Em relação ao município de Dom Expedito Lopes, é importante salientar que o ente federativo do estado do Piauí apresenta uma deficiência no gerenciamento dos recursos hídricos, devido à inexistência de uma política municipal direcionada para esses recursos. Nesse entremeio, cabe analisar as diretrizes gerais do município que são incumbidas ao meio ambiente, afim de identificar as normas de articulação jurídica para a proteção dos recursos hídricos subterrâneos.

As determinações legais que qualificam os recursos ambientais dessa região, só passaram a estabelecer uma maior eficiência a partir da implementação da Política Municipal de Meio Ambiente do ano de 2020, regulamentada posteriormente pelo Decreto nº 14 do ano de 2021. A referida política, tem como premissa a preservação, o uso racional e a conservação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar as condições necessárias ao desenvolvimento socioeconômico e ecologicamente equilibrado.

Por conseguinte, o art. de nº 4 da resolução supracitada, confere a Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) a responsabilidade de fazer valer as determinações legais da Política Ambiental. Em complemento a isso, vale reforçar que Dom Expedito Lopes-PI conta com a participação de um Conselho Municipal de Meio Ambiente, Saneamento Básico e Recursos Hídricos (COMAM), o qual foi instituído pela Lei nº 08 do ano de 2017 e regulamentada pelo Decreto nº 17 do ano de 2021. Desse modo, apresenta-se no Quadro 5 as competências das instituições jurídicas que compõe o sistema municipal de gerenciamento dos recursos ambientais:

Quadro 5: Instituições do sistema municipal de gerenciamento dos recursos ambientais, de Dom Expedito Lopes, PI.

| INSTITUIÇÕES JURÍDICAS | COMPETÊNCIAS |
|---|---|
| | Formular diretrizes da Política Municipal de Meio Ambiente; estabelecer as normas e os padrões de proteção, conservação e medidas de melhoria dos recursos ambientais, em associação ao órgão estadual competente, observada a legislação federal, |

| | |
|---|---|
| **SEAMA** | estadual e municipal pertinente; decidir sobre o processo de concessão de licenças para localização em funcionamento de atividades real ou potencialmente poluidores, ou de extração de recursos ambientais; estabelecer as áreas em que ação do executivo municipal, relativa a qualidade ambiental, deva ser prioritária; responder à consulta sobre matéria de sua competência; emitir parecer quanto aos pedidos de licença para localização em funcionamento de atividade real ou potencialmente poluidores; emitir parecer quanto aos pedidos de licença para atividades de exploração dos recursos ambientais; atuar no sentido de formar consciência pública de necessidade de proteger e conservar e melhorar o meio ambiente; exercer ação fiscalizadora de observância das normas contidas nessa lei e em sua regulamentação. |
| **COMAM** | Interdisciplinaridade no trato das questões ambientais; participação comunitária; promoção de saúde pública ambiental; compatibilização com as políticas de Meio Ambiente de âmbito nacional e estadual; compatibilização entre as políticas setoriais e demais ações do governo municipal; exigências de continuidade, no tempo e no espaço, das ações da gestão ambiental; informação e divulgação obrigatória e permanente de dados e ações ambientais e prevalência do interesse público sobre o privado. |

Fonte: Elaboração dos autores com base na Política Ambiental do município (2023).

Teoricamente, o sistema municipal de gerenciamento dos recursos ambientais de Dom Expedito Lopes conta com a participação entidades jurídicas (SEAMA e COMAM), com competências para o estabelecimento das normas de orientações já estudadas nas seções anteriores deste trabalho. Conforme define o Decreto municipal de nº 14 (2021), tais entidades devem exercer suas funções consecutivas e fiscalizadoras sobre o controle e proteção dos recursos naturais em parceria com os órgãos ambientais do estado.

É crucial salientar que a SEAMA tem a autoridade legal para conduzir a decisão em conjunto com o órgão estadual sobre a concessão de licenças para atividades que atinja o meio ambiente, de acordo com o Quadro 5. No entanto, vale ressaltar que a legislação não especifica de forma clara se o município tem a capacidade de fornecer orientações para o uso de águas do lençol freático ou fiscalizar a exploração de poços artesianos.

Por outro lado, torna-se importante mencionar o próprio Art. de nº 7 da legislação supracitada, a qual determina que qualquer atividade de construção, instalação, modificação e operação de empreendimentos que comprometam a qualidade dos recursos ambientais estarão sujeitos a um prévio licenciamento. Assim, compete a SEAMA a execução do ato administrativo quando lhes forem delegadas pelo estado por instrumento legal ou convênio.

Assim, cabe ao poder público municipal, estabelecer a emissão de algumas licenças ambientais, conforme apresenta no Quadro 6:

Quadro 6: Tipos de licenças ambientais ofertadas pelo Poder Público Municipal de Dom Expedito Lopes-PI.

| TIPO DE LICENÇA | COMPETÊNCIA |
|---|---|
| **Licença Prévia (LP)** | Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação; |
| **Licença de Instalação (LI)** | Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante; |
| **Licença de Operação (LO)** | Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação; |
| **Licença Simplificada (LAS)** | Aprova a localização e a concepção do empreendimento, atividade ou obra de pequeno porte e/ou que possua baixo potencial poluidor/degradador, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos bem como autoriza sua instalação e operação de acordo com as especificações constantes dos requerimentos, planos, programas e/ou projetos aprovados; |
| **Licença de Regularização (LAR)** | Deve ser requerida somente nos casos de empreendimentos que já estejam em fase de instalação ou de operação de forma irregular, independente da classe de enquadramento, ou seja, sem a prévia obtenção da licença ambiental pertinente; |
| **Declaração de baixo Impacto Ambiental (DBIA)** | Ato administrativo que autoriza a instalação e operacionalização do empreendimento e atividade que seja enquadrado de baixo impacto ambiental . |

Fonte: Elaboração da pesquisa, com base na Política Municipal de Meio Ambiente do Município.

Em linhas gerais, não existe na legislação ambiental do município qualquer referência direta sobre as águas subterrâneas ou à atividade de perfuração de poços artesianos. Embora seja evidente a sua fundamentalidade para o município descrito, é mister salientar que o processo de captação desse recurso por meio de poços artesianos pode gerar inúmeros impactos negativos, dentre eles estão: a alteração da qualidade natural do solo, poluição de um corpo hídrico subterrâneo ou até mesmo o rebaixamento do nível de água presente em um aquífero.

Conforme abordado nas seções anteriores desse trabalho, cabe ao estado a responsabilidade de estabelecer o controle e a fiscalização das águas subterrâneas. Em contrapartida, a política de recursos hídricos de âmbito nacional (1997) e estadual (2000) também ofertam ao município um papel participativo sobre o gerenciamento desses recursos. Logo, a gestão das águas no Brasil se torna extremamente complexa devido aos aspectos relacionados a sua divisão federativa de competências.

A PNRH (1997), explicita o papel dos municípios em seu art. 31: “Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos”. Na pratica, a Lei não define qual seria esse órgão municipal responsável em implementar a política. Desse modo, as entidades locais, cujas competências se relacionam a gestão hídrica é inexistente em boa parte dos municípios do Brasil (Nicollier; Kiperstok; Bernardes, 2023).

De acordo com a pesquisa anual de dados de base do IBGE/Mun., há uma lacuna notável na gestão dos recursos hídricos. As informações dizem respeito, entre outras coisas, à gestão ambiental, ao desenvolvimento urbano, ao saneamento básico. O fato é que o IBGE/Mun. (2023) especifica que a unidade federativa local não é responsável pela gestão dos recursos hídricos, mas deve gerir os desastres ambientais relacionados com a água.

Diante do exposto, é possível concluir que o município de Dom Expedito Lopes-PI apresenta um vazio institucional que resulta em falhas na estrutura administrativa para lidar com questões de recursos hídricos, proveniente da omissão do poder público estadual em implementar os instrumentos de gestão dos recursos hídricos em seus municípios.

Apesar da pesquisa desvelar os resultados específicos sobre os problemas de gestão hídrica no estado do Piauí e no município de Dom Expedito Lopes, salienta-se que tais desafios refletem também sobre a realidade de vários outros estados e municípios do Brasil. Segundo os relatórios da ANA (2017, 2021), a efetivação na aplicação dos instrumentos de

gestão de recursos hídricos nos municípios brasileiros ainda se apresenta de forma precária, mesmo depois de décadas da criação da PNRH.

**Considerações finais**

O presente trabalho se valeu da interface entre políticas públicas e práticas adotadas para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos partindo da finalidade de estabelecer o entendimento sobre a atual forma de articulação das leis em diferentes esferas (País, Estado e Município). Assim, diante das informações até aqui desenvolvidas, fica evidente que a utilização das águas subterrâneas está condicionada à obediência de diversas formalidades legais, dentre elas a aplicação da outorga.

A partir do advento da Constituição Federal (1988) e da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (1997), o Brasil passou a ter um marco legal inovador, baseado em fundamentos, objetivos, diretrizes de ação e instrumentos que visam assentar alguns aspectos normativos. No entanto, a interdependência dos estados sobre os processos de decisão no gerenciamento das águas, ocasionou mudanças práticas na ordem jurídica desses recursos. Todavia, cada estado da federação assume a responsabilidade de instituir seu próprio sistema de gerenciamento levando em consideração as suas necessidades e desafios.

O Piauí, apesar de dispor de uma imensa rede hidrográfica, não possui no seu arcabouço normativo a aplicação de todos os instrumentos orientados pela Policia Nacional de Recursos Hídricos (1997), ficando restrito apenas a utilização da outorga de direito de uso juntamente ao fundo estadual. Salienta-se também que apesar do ente federativo possuir 9 (nove) comissões gestoras de reservatórios instalados, existem apenas 2 (duas) em funcionamento e nenhum dos órgãos setoriais do estado conta com uma Agência de Bacia Hidrográfica.

Ademais, nota-se que a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR-PI) estabelece maior autonomia sobre o gerenciamento das águas, bem como a aplicação da outorga. Esse fato torna-se um tanto problemático, uma vez que o órgão jurídico também é responsável por formular e executar a política ambiental em todo o estado.

Em observância às leis municipais, nota-se a existência de um aparato legal relativamente pequeno, além da carência de atos normativos vinculados a proteção as águas subterrâneas e apesar desse recurso estar relacionado ao principal meio de abastecimento do município descrito, não há políticas públicas específicas para os mesmos.

Em suma, o Brasil possui uma ampla rede de integração jurídica que se dispõe sobre a proteção dos elementos descritos, a qual deve ser valorizada e reproduzida por todos os

estados da federação. Nessa perspectiva, sugere-se que o Piauí estabeleça maiores orientações para os municípios sobre as diretrizes de gestão integrada das águas subterrâneas, bem como orienta a Resolução N° 15/2001 do CNRH, contribuindo assim para uma verdadeira gestão integrada e de caráter democrático e participativo.

**Referências**

AITH, Fernando Mussa Abujamra; ROTHBARTH, Renata. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 163-177, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/rzjGTQ7yBVbJ3RSkKHb4L7n/#:~:text=O%20Estatuto%20Jur%C3%ADdico%20das%20%C3%81guas,dos%20recursos%20h%C3%ADdricos%20e%20naturais. Acesso em: 17 fev. 2024.

AITH, Fernando Mussa Abujamra; ROTHBARTH, Renata. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 163-177, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/rzjGTQ7yBVbJ3RSkKHb4L7n/#:~:text=O%20Estatuto%20Jur%C3%ADdico%20das%20%C3%81guas,dos%20recursos%20h%C3%ADdricos%20e%20naturais. Acesso em: 17 fev. 2024.

ANA – **Agência Nacional das Águas. Atribuições dos Comitês**. Disponível em: https://shre.ink/kwlM Acesso em: 20 março. 2023.

ARAÚJO, M. D. F. V. **Percepção de Moradores sobre Impactos Ambientais no entorno da Lagoa Piçarreira do Cabrinha - Teresina - PI**. Doutorado (programa de pós-graduação em geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/rzjGTQ7yBVbJ3RSkKHb4L7n/#:~:text=O%20Estatuto%20Jur%C3%ADdico%20das%20%C3%81guas,dos%20recursos%20h%C3%ADdricos%20e%20naturais. Acesso em: 20 março. 2023

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 10 ago. 2020.

BRASIL. **Resolução nº. 15, de 11 de janeiro de 2001**. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Brasília, 2001. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-15-de-11-de-Janeiro-de-2001-CNRH.pdf acesso em: 20/02/2024

CARVALHO, Yara Maria C. *et al*. A Legislação Brasileira de Recursos Hídricos como Instrumentalização à Gestão Compartilhada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, p. 112-134, 1 jun. 2008. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/bibliotecaDigital/20828_arquivo.pdf. Acesso em: 17 abr. 2023.

CASTRO, César Nunes de. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Rio de Janeiro: [*s. n.*], 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11115 Acesso em: 18 abr. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 15 de 11 de janeiro de 2001**. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Disponível em:http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2018/02/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-15-de-11-de-Janeiro-de-2001-CNRH.pdf Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 106, de 23 de março de 2010**. Institui o Cadastro de Organizações Civis de Recursos Hídricos-COREH. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20106.pdf. Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 126, de 29 de junho de 2011**. Estabelece diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20126.pdf Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 153, de 17 de dezembro de 2013.** Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/resolucao-cnrh-153.pdf Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 22, de 24 de maio de 2002**. Dispõe sobre os Planos de Recursos Hídricos. Disponível em http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2022.pdf Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 76, de 16 de outubro de 2007**. Estabelece diretrizes gerais para a integração dos recursos hídricos. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2076.pdf Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 91, de 05 de novembro de 2008**. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CNRH%20n%C2%BA%2091.pdf Acesso em: Acesso em: 25 abril 2023.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução Nº 92, de 05 de novembro de 2008**. *Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.* Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=107829 Acesso em: 25 abril 2023.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. RIMAS - Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas. **RIMAS - Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**, 2004. Disponível em: http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php Acesso em: 19 de março de 2023.

DALCIN, Ana Paula; MARQUES, Guilherme Fernandes. Simulação da qualidade da água para suporte em modelos de otimização para planejamento e gestão de recursos hídricos. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 16, p. 1-15, 14

dez. 2020. Disponível em: https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/295/30 Acesso em: 18 abr. 2023.

FERNANDES, Nadja Barros. **Territorial Planning and urban water in Maceió: The Master Plan and the urban hydrographic basin of the Reginaldo River**. 2010. 209 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/715

FERNANDES, Nadja Barros. **Territorial Planning and urban water in Maceió: The Master Plan and the urban hydrographic basin of the Reginaldo River..** 2010. 209 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010. Disponível em: https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/715 Acesso em: 20/02/2024

HIRATA, Ricardo et al. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: IGc/USP, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.11606/9788563124074 Acesso em: 17 fev. 2024.

MONTEIRO, Pedro Benjamin Carreiro Lima. **Proposta metodológica para a gestão das águas subterrâneas no estado do Piauí**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Recife, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33202 Acesso em: 20/02/2024

NOGUEIRA, Izabel *et al*. **Base legal de águas subterrâneas e identificação das áreas potenciais de conflito para uso em Minas Gerais**. 2010. Monografias (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, [*S. l.*], 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-99WJEA Acesso em: 17 fev. 2024.

PAZ, V. P. DA S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 465–473, set. 2000. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/FWpZyjgjywVwnxN8v4rbq9c/abstract/?lang=pt# Acesso em: 28 de abril de 2023.

PIAUÍ. **Decreto n° 14.143, de 22 de março de 2010**. Dispõe sobre o Enquadramento dos Corpos Hídricos de Domínio Estadual. Teresina, 2010. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

PIAUÍ. **Decreto nº 11.341, de 22 de março de 2004.** Regulamenta a outorga preventiva de uso e a outorga de direito de uso de recursos hídricos do Estado do Piauí, nos termos da Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000. Teresina, 2004. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

PIAUÍ. **Decreto nº 12.184, de 24 de abril de 2006.** Estabelece critérios e valores a serem cobrados pelos custos operacionais inerentes aos Processos de Emissão ou de Renovação de Outorgas de Recursos Hídricos no Estado do Piauí e dá outras providências. Teresina, 2004.

Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023
PIAUÍ. **Decreto nº 14.142, de 22 de março de 2010**. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Teresina, 2010. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

PIAUÍ**. Lei nº 4.797, de 24 de outubro de 1995**. Cria a Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado do Piauí (SEMAR). Teresina, 1995. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

PIAUI. **Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Teresina, 2000. Disponível em: https://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/Procedimentos-de-Licencamento-Ambiental-PIAU%C3%8D-PI.pdf Acesso em: 20/02/2024

PIAUI. **Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e instituiu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Teresina, 2000. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

PIAUÍ**. Lei nº 5.165, de 23 de dezembro de 2013**. Institui o Cadastro Estadual de Fontes e Usuários de Recursos Hídricos do Estado do Piauí e dá outras providências. Teresina, 2013. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

PIAUÍ. **Resolução CERH nº.004 /05, de 26 de abril de 2005**. Dispõe sobre Critérios e Procedimentos Provisórios para Outorga Preventiva e Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Teresina, 2005. Disponível em: http://www.diariooficial.pi.gov.br/diario/200505/929f7a3474c2e8e.pdf. Acesso em: 20/02/2024

PIAUÍ. **Decreto nº 10.880, de 24 de setembro de 2002**. Aprova o Regulamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH/PI, Teresina, 2002. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 25 abril 2023

Recursos Hídricos. Lei nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999. NOGUEIRA, G. I. **Base Legal de Águas Subterrâneas e Identificação das Áreas Potenciais de Conflito para Uso em Minas Gerais**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 53, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-99WJEA Acesso em: 25 abril 2023

SEMAR - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Piauí. **Legislação de Recursos Hídricos do Estado do Piauí**. Teresina (PI): [s.n.], 2015. Disponível em: https://www.mppi.mp.br/internet/wp-content/uploads//2017/09/publicao%20-%20legislao%20de%20recursos%20hdricos%20do%20estado%20do%20piau%20-%20semar.pdf Acesso em: 20/02/2024

SOUZA, J. C.; BIZAWU, S. K. Preservação dos recursos hídricos e a limitação regulatória administrativa decorrente da outorga de direito de uso das águas subterrâneas no Brasil. **Revista da Faculdade de Direito**, v. 41, n.3, p.184-205, 2017. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/33401/21629 Acesso em: 17 abr. 2023.

SOUZA, V. M.; TEIXEIRA, D.; BARBOSA, J. G. Água Subterrânea: Um diagnostico preliminar das legislações brasileiras vigentes. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 83-100, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/33401 Acesso em: 17 abr. 2023.

TOSCANO, G. L. G.; SANTOS, K. M.; ALMEIDA, C. N.; SILVA, T. C. Uma síntese analítica sobre legislação de proteção das águas subterrâneas no Brasil. In**: congresso brasileiro de águas subterrâneas**, 15., 2008, Natal. **Anais...** Natal/RN: ABAS, 2008. Disponível em: https://xxiicongressoabas.abas.org/ Acesso em: 17 abr. 2023.

## 4.2 Artigo 2

### Percepção de impacto ambiental de moradores rurais de uma comunidade piauiense sobre a utilização da água e os efeitos negativos da perfuração de poços

Perception of the environmental impact of rural residents of a piauiense community on the use of water and the negative effects of drilling wells

Marcos Antônio Santos CARVALHO[1]; Denis Barros de CARVALHO[2]

Universidade Federal do Piauí, Campus Petrônio Portella, Teresina, Piauí.
[1] E-mail de contato: carvalho.marcos2@outlook.com

**Resumo:** Este artigo objetiva analisar através da percepção de impacto dos moradores da comunidade rural Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes (PI), o entendimento sobre as implicações do uso da água, relacionando-as ao surgimento de possíveis impactos ambientais negativos decorrentes da atividade de perfuração de poços. A coleta de dados foi realizada através da aplicação de formulários semiestruturados, direcionados a 15 moradores da comunidade. O roteiro utilizado como um instrumento de apoio foi dividido em três partes para a) traçar o perfil demográfico dos participantes; b) estabelecer o entendimento da percepção sobre os modos de utilização da água; e os c) impactos ambientais negativos da perfuração de poços artesianos. O texto se constitui num estudo qualitativo de caráter descritivo. Os resultados obtidos a partir da percepção dos sujeitos estimam que a atividade de perfuração de poços promove um impacto ambiental negativo para a região devido a sua ocorrência indiscriminada e sem estimativas de consequências. Além disso, apontam que o desaparecimento da vegetação nativa e a alteração da qualidade natural do solo são os principais impactos ambientais relacionados à exploração hídrica subterrânea na comunidade.

**Palavras-chave:** Percepção de Risco; Gestão de Recursos Hídricos; Poços Artesianos.

**Abstract:** This article aims to analyze, through the perception of impact of residents of the rural community Buriti-Grande, belonging to the municipality of Dom Expedito Lopes (PI), the understanding of the implications of water use, relating them to the emergence of possible environmental impacts negative consequences resulting from well drilling activities. Data collection was carried out through the application of semi-structured forms, addressed to 15 residents of the community. The script used as a support instrument was divided into three parts to a) outline the demographic profile of the participants; b) establish an understanding of the perception of the ways in which water is used; and c) negative environmental impacts of drilling artesian wells. The text constitutes a qualitative study of a descriptive nature. The results obtained from the subjects' perception estimate that the well drilling activity promotes a negative environmental impact on the region due to its indiscriminate occurrence and without estimates of consequences. Furthermore, they point out that the disappearance of native vegetation and the alteration of the natural quality of the soil are the main environmental impacts related to underground water exploitation in the community.

**Keywords:** Risk Perception; Water Resources Management; Artesian Wells.

## Introdução

O ser humano tem explorado os recursos naturais de forma que supera a capacidade de regeneração do planeta, provocando uma crise ecológica na sociedade contemporânea que nunca se havia visto (Ramlow; Ramlow; Oliveira, 2023). O equilíbrio do meio natural tem sido afetado pelo crescimento econômico, por consequência do seu intenso processo produtivo e consumo exagerado. Especificamente, em relação à disponibilidade de água potável, sabe-se que sua realidade é impactada pelo imenso desperdício, vinculada à falta de preservação e má gestão ambiental (Miranda, *et al.*, 2021).

A base para a sustentabilidade é determinada pelo equilíbrio do meio social, econômico e ambiental. Para Scarano *et al.* (2023), o valor da prática sustentável emerge como um antídoto contra o Antropoceno e as consequentes crises humanitárias e ecológicas. Todavia, a relação de causalidade entre o ser humano e os recursos hídricos expõe o Brasil a uma crise hidrogeológica que afeta diversas camadas sociais e econômicas do país (Falcão, *et al.*, 2019).

Nesse viés, os mananciais subterrâneos têm representado para a sociedade atual uma fonte estratégica de exploração, pois essas reservas resguardam a maioria dos recursos hídricos totais com critérios de potabilidade essenciais para o abastecimento humano. Em regiões semiáridas, sob condições severas de estiagem, a utilização desse recurso representa o único meio de abastecimento para as populações locais (CPRM, 2021).

Muitos estados do Nordeste brasileiro, por exemplo, são compreendidos pelo clima semiárido, apresentando como consequência altas temperaturas com baixos índices pluviométricos que comprometem a capacidade de recarga dos aquíferos e limitam a ocorrência de recursos naturais (Garces, 2019). Conforme a Secretaria Nacional de Defesa Civil (2013), esse fato tem levado vários municípios da região supracitada a decretarem emergência. Apesar do Brasil possuir em cada quadrante condições ambientais necessárias para o desenvolvimento a vida, os recursos hídricos não estão distribuídos de forma igualitária em sua extensão territorial (Rebouças, 1997).

Diante desse aporte teórico, salienta-se que o estado do Piauí possui uma realidade hídrica distinta quando comparado com os demais estados do Nordeste brasileiro. Segundo a CONDEVASF (2021), 98% do ente federativo está assentado sobre o domínio hidrogeológico da bacia sedimentar do Parnaíba, a qual dispõe de uma imensa capacidade hídrica. Ademais, a sua composição sedimentar tem a habilidade de armazenar grandes volumes de água que são

imunes as sazonalidades climáticas e a evaporação, garantindo a conservação do recurso (CPRM, 2021).

No entanto, diante da crise hídrica que assola parte da região Nordeste, “devem ser enaltecidos os princípios ambientais como condutas éticas na tomada de decisões relativas ao uso racional e consciente da água, inclusive na educação” (Miranda, *et al*., p. 175, 2021). Nesse sentido, as práticas de educação ambiental em espaços não formais enfatizam um incentivo ao uso consciente e promovem a redução do desperdício (Pinto; Borges, 2015). Logo, várias comunidades rurais do Piauí precisam se dispor desse entendimento, uma vez que a capacidade hídrica do estado está ameaçada pela frequente atividade exploratória.

Muitas são as discussões acerca da gestão de recursos hídricos subterrâneos e dos impactos das ações antrópicas sobre esses mananciais (Gusmão, 2018; Souza *et al*., 2017; Carvalho, 2018; Bento e Brás, 2019). Assim, a relevância desse estudo é determinada pela necessidade de traçar um diagnóstico socioambiental local em uma região afetada por pequenos, médios e grandes impactos, utilizando como instrumento de avaliação a percepção de moradores locais, pois a maioria dos trabalhos realizados com enfoque na exploração de tais elementos apresenta uma vertente técnica e, raramente, mostram resultados sobre pesquisas considerando percepção dos moradores como fonte de informações (Almeida *et al*., 2000).

A análise do ambiente através da percepção permite o reconhecimento sobre os fatores de maior degradação, de modo a estabelecer um levantamento de causa e efeito sobre os seus elementos e processos (Briguenti, 2005). Pesquisas indicam que os problemas ambientais diretamente ligados à utilização inadequada dos recursos hídricos geram desperdício em função de usos mais nobres, sem levar em consideração a sua escassez (ANA, 2011).

Diante deste quadro conceitual teórico, sobre os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas que comprometem os recursos hídricos subterrâneos, torna-se necessário entender o olhar da população sobre essa problemática. O presente estudo, partiu do objetivo de analisar através da percepção de impacto dos moradores da comunidade rural de Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes (PI), o entendimento sobre as implicações de uso da água, relacionando-as ao surgimento de possíveis impactos ambientais negativos decorrentes da atividade de perfuração de poços.

## Referencial Teórico

### Percepção de impacto ambiental

A temática ambiental vem sendo bastante debatida no Brasil e no mundo. Segundo Sanches (2013), a relação de impacto existente entre a natureza e o meio ambiente é uma consequência do desenvolvimento econômico, pois a ação humana vem construindo uma sociedade de risco. Isto posto, é indispensável tomar medidas que levem o ser humano a refletir sobre a utilização sustentável dos recursos para o alcance de uma nova visão de mundo capaz de superar o antropocentrismo (Carvalho, *et al*., 2020).

Sob essa ótica, a percepção ambiental pode ser entendida como uma tomada de consciência do ser humano sobre a natureza resultante de conhecimentos e experiências adquiridas. Para Fernandes *et al.* (2004), cada indivíduo compreende, assimila e expõe respostas às ações vinculadas ao meio em que vive. Os autores complementam que a aquisição de conhecimentos sobre um determinado ambiente pode ocorrer de forma individual ou coletiva, através dos processos cognitivos, julgamentos ou expectativas.

Conforme a Neurociência, a percepção é um processo mental determinada através dos estímulos perceptivos que possibilita ao ser humano a capacidade de associar informações do ambiente para formular conceitos relacionados a uma determinada realidade (Ribas, *et al*., 2010). Os trabalhos desenvolvidos com esse enfoque se apropriam da percepção de sujeitos e a utilizam como fonte de informações para traçar diferentes diagnósticos socioambiental sobre realidades locais (Cunha; Leite, 2009).

O ser humano é dependente do meio ambiente, pois dele é retirada a sua fonte de subsistência como água, alimento e energia. A forte interação da humanidade com o seu entorno torna ambos, frequentemente, sujeitos a perigos (Oliveira, 2020). Segundo Pessoa (2004), o perigo é uma situação física que coloca em risco a integridade de um indivíduo ou de um determinado ambiente. A autora complementa ainda que alguns riscos podem ser facilmente perceptíveis e identificáveis.

“Vê-se, portanto, que, para evitar ou prevenir riscos, deve-se estudar o próprio perigo, ou seja, a situação física que pode conduzir a algum dano” (Pessoa, p. 47, 2012). Logo, a avaliação de impacto ambiental por meio da percepção sintetiza uma ferramenta de diagnóstico capaz de subsidiar estratégias de planejamentos para o uso de espaços e dos recursos naturais de uma forma ecologicamente equilibrada e consciente. (Oliveira, et al., 2018).

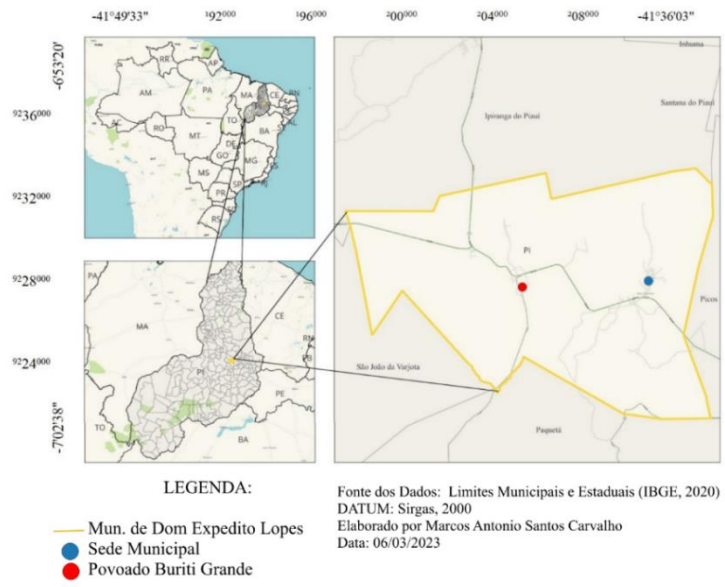
**Procedimentos Metodológicos**

Esse trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa qualitativa de caráter descritivo (Merrian; Tisdell, 2016), cujo objetivo central consistiu em analisar por meio da percepção de

impacto dos moradores, o entendimento sobre as implicações de uso da água relacionando-as ao surgimento de possíveis impactos ambientais negativos da perfuração de poços artesianos. De acordo Cunha e Leite (2009), é de suma importância estabelecer o entendimento sobre os diversos modos de concepção de moradores locais relacionado ao meio natural, pois essa análise permite traçar um diagnóstico socioambiental para a realização de intervenções em localidades diretamente afetadas por pequenos, médios e grandes impactos.

A área de estudo é o povoado Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes, localizado no estado do Piauí, especificamente na mesorregião do sudeste piauiense, conforme mostra a Figura 1. Conforme os dados fornecidos pelos agentes comunitários de saúde que tem como base o software E-SUS território (2023), o povoado possui cerca de 456 famílias e um total de 1.256 habitantes.

Figura 1: Localização geográfica do município de Dom expedito Lopes-PI




O município de Dom Expedito Lopes-PI foi criado pela Lei Estadual nº 2.513 de 02 de dezembro de 1963. Em conformidade com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021). A população estimada é 6.940 habitantes e com densidade demográfica de 30,01 hab/km², onde 45,63% da população encontram-se na zona rural. A sua sede municipal tem as coordenadas geográficas de 06° 57’32” de latitude sul e 41° 38’27” de longitude oeste de Greenwich e possui cerca de 281 km de distância de Teresina, atual capital do Piauí.

A coleta de dados foi realizada durante o mês de outubro de 2023 e contou com a aplicação de formulários semiestruturados, direcionados aos moradores da comunidade que

atendessem aos seguintes critérios: a) morador natural do povoado Buriti-Grande, ou quando não natural residente na comunidade há mais de 10 anos; b) integrante ativo da associação de moradores; c) maior de 18 anos e que se disponha a participar voluntariamente da pesquisa.

Diante dos critérios apresentados, a pesquisa contou com 15 moradores da comunidade. Os sujeitos foram esclarecidos sobre a sua participação voluntária, emitida pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), obedecendo aos critérios éticos das Resoluções nº 466/12 e nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e aprovado pelo parecer consubstanciado nº 5.940.390 do Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (CEP/UFPI).

O roteiro para a realização das entrevistas, utilizado como um instrumento de apoio, foi estruturado da seguinte forma: I) Questões gerais para traçar o perfil sociodemográfico dos participantes; II) Questões relativas aos modos de utilização da água. III) Questões abordando as opiniões dos moradores sobre a perfuração de poços artesianos e os possíveis impactos ambientais negativos da atividade.

O roteiro de entrevistas contou com perguntas abertas e fechadas e a análise das respostas dos entrevistados foi realizada através do método descritivo. Para Severino (2017), essa técnica é utilizada para organizar, resumir e descrever os aspectos importantes de um conjunto de dados, cujo objetivo é estabelecer a descrição sobre uma determinada realidade. A exposição dos dados por tal metodologia conta com muitos tipos de ferramentas, como: gráficos, tabelas, quadros e medidas de síntese (índices e porcentagens).

**Resultados e Discussão**

Esta seção apresenta um diagnóstico socioambiental local obtido a partir da percepção dos moradores da comunidade rural Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes (PI), sobre os aspectos relacionados ao uso da água e aos impactos ambientais negativos da perfuração de poços artesianos. A análise dos dados foi realizada a partir do ponto de vista ambiental de 15 (quinze) participantes. Logo, para uma melhor exposição dos resultados, os roteiros de entrevistas foram analisados levando em consideração três categorias de estudo:

- Perfil sociodemográfico dos sujeitos;
- Percepção ambiental sobre os modos de utilização da água;
- Percepção de impactos ambientais da perfuração de poços artesianos.

**Perfil sociodemográfico dos sujeitos**

No mês de outubro de 2023, foram realizadas as entrevistas pertinentes à pesquisa direcionadas à população local da comunidade Buriti-Grande (PI) que exercessem participação ativa na associação de moradores e atendessem os demais critérios já apresentados na metodologia do trabalho. Segundo as informações disponibilizadas pela diretoria da Associação Buritigrandense de Esporte e Cidadania (ABEC), tal organização possui uma natureza jurídica privada sem interesses econômicos, cujo objetivo principal é defender os direitos da comunidade local.

A diretoria afirma também que a execução efetiva das atividades na associação passou a ganhar personalidade jurídica no ano de 2007 a partir da elaboração dos seus documentos de constituição, ata da assembleia de criação e a primeira eleição de diretoria. Além disso, a associação possui um corpo técnico composto por uma assembleia-geral, uma diretoria e controle fiscal, que executam atividades em prol do bem-estar da comunidade, conforme determina os Art. 53 e 54, da Lei n.º 10.406/2002.

A sua principal missão consiste em proteger os direitos e interesses da população residente na área. Essas entidades lutam por melhorias na qualidade de vida e na infraestrutura local, ao mesmo tempo em que organizam atividades voltadas para o progresso social e cultural da região. Ademais, tais organizações desempenham um papel crucial ao envolver cada indivíduo e promover a participação ativa da comunidade na construção de uma sociedade mais igualitária.

Diante do exposto, apresenta-se na Tabela 1, o perfil sociodemográfico dos participantes da pesquisa, levando em consideração algumas variáveis como gênero, idade, nível de escolaridade e o tempo que residem na comunidade.

**Tabela 1:** Perfil sociodemográfico dos 15 (quinze) participantes que se enquadraram nos critérios estabelecidos para a pesquisa

| VARIÁVEIS | N | % |
|---|---|---|
| **Gênero** | | |
| Masculino | 5 | 33,33% |
| Feminino | 10 | 66,67% |
| **Faixa Etária** | | |
| 18 a 30 anos | 3 | 20% |
| 31 a 40 anos | 4 | 26,67% |
| 41 a 50 anos | 2 | 13,33% |

| | | |
|---|---|---|
| 50 a 70 anos | 6 | 40% |
| **Escolaridade** | | |
| Analfabeto | 0 | 0% |
| Fundamental incompleto | 0 | 0% |
| Fundamental completo | 1 | 6,67% |
| Ensino médio completo | 5 | 33,33% |
| Ensino superior completo | 9 | 60% |
| **Tempo que Reside na Comunidade** | | |
| 10 a 20 anos | 2 | 13,33% |
| 21 a 30 anos | 4 | 26,67% |
| 31 a 40 anos | 4 | 26,67% |
| 41 a 50 anos | 2 | 13,33% |
| 51 a 60 anos | 2 | 13,33% |
| 61 a 70 anos | 1 | 6,67% |
| **TOTAL** | 15 | 100% |

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Com relação ao gênero dos participantes, observa-se na Tabela 1 uma distribuição relativamente predominante de indivíduos do sexo feminino (66,67%) em relação aos indivíduos do sexo masculino (33,33%), com variações entre os grupos de idade. Essa predominância feminina na pesquisa se deu pela maior concordância do grupo em exercer participação voluntária.

Além disso, a tabela mostra que 60% dos sujeitos possuem ensino superior. É válido enfatizar que esta variável não foi critério de seleção dos componentes de interesse do estudo, pois o nível de escolaridade dos participantes pode estar relacionado à expansão do ensino em seus diversos níveis, no estado do Piauí. Embora o nascimento das universidades brasileiras seja relativamente recente, a valorização do conhecimento acadêmico no mercado de trabalho tem aumentado a procura e a oferta de cursos superiores (Brasil, 2015).

Conforme o IBGE (2021), o município de Dom Expedito Lopes faz parte da microrregião de Picos que é considerada a terceira maior cidade do Piauí em densidade demográfica e com grande influência econômica para o estado. Além disso, o ente federativo do Piauí recebe a contribuição de uma extensa rede de ensino público e privado que abrange desde o ensino infantil até o ensino superior. São 78 escolas na rede municipal, 17 escolas na rede estadual, 15 escolas da rede privada e 7 *Campus* universitários.

Com base no exposto, é valido afirmar que apesar dos moradores da comunidade Buriti-Grande não possuírem acesso ao ensino superior em sua sede municipal (Dom Expedito Lopes), a ampliação desse nível de ensino no setor público em Picos (PI) vem ofertando para a coletividade uma qualificação acadêmica capaz de transformar a realidade educacional de populações locais. Diante desse cenário, apresentamos na Tabela 2 as áreas de conhecimento dos respectivos participantes que possuem formação superior.

Tabela 2: Area de formação dos participantes da pesquisa que possuem curso superior

| **AREA DE FORMAÇÃO** | **N°** | **%** |
|---|---|---|
| Administração | 1 | 6,66% |
| Licenciatura em Biologia | 1 | 6,66% |
| Licenciatura em Física | 1 | 6,66% |
| Licenciatura em Geografia | 1 | 6,66% |
| Licenciatura em História | 1 | 6,66% |
| Licenciatura em Pedagogia | 4 | 26,7% |
| **TOTAL** | 9 | 60% |

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Nota-se que 53,34% dos sujeitos que atenderam aos critérios estabelecidos para seleção dos participantes possuíam formação superior em cursos de licenciatura. Os especialistas desenvolvem atividades em diversas áreas do conhecimento (ciências naturais, geografia, história, pedagogia) na educação básica. Embora a associação esteja aberta a toda a comunidade, os residentes que participam ativamente possuem um perfil profissional não agrícola.

Ademais, a realidade econômica da comunidade Buriti-Grande é diferente de muitas outras localidades rurais do Piauí. Nesse contexto, espera-se que grande parte dos assentamentos rurais do Brasil possuam atividade econômica essencialmente agrícola e de base familiar (Mamede; Pasa; Filho, 2016). No entanto, além da agricultura, desenvolve-se na comunidade Buriti-Grande (PI) atividades de indústria, comércio e prestação de serviços.

A comercialização da água tem um papel importante no cenário econômico na comunidade supracitada, devido a sua alta qualidade e disponibilidade. Em meio ao sertão piauiense, as indústrias privadas Manaíra e a Monte das Oliveiras conseguem obter sucesso extraindo e vendendo água mineral em todo o estado e até mesmo para o mercado de estados vizinhos, como o Pernambuco e Maranhão (Imirante, 2009; Econodata, 2023). Essas

indústrias encontram-se às margens da rodovia BR-316 e representam grandes geradoras de emprego na região.

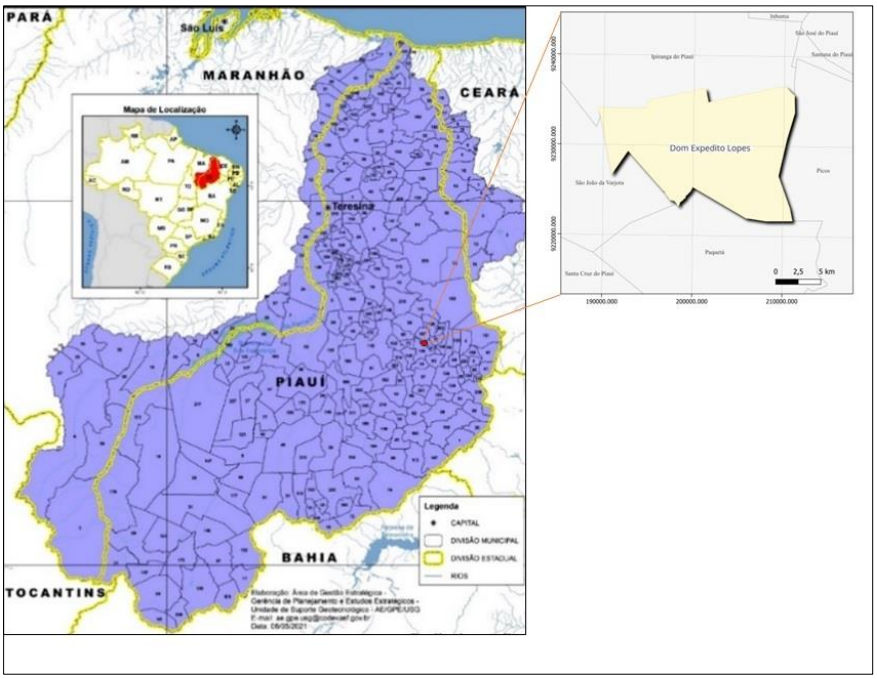
Outro fator determinante para a pesquisa diz respeito ao tempo de residência dos indivíduos na comunidade, cerca de 53,34% residem entre 21 e 40 anos. Tal critério garante uma maior probabilidade de os participantes possuírem um conhecimento amplo sobre a atividade de exploração dos recursos hídricos subterrâneos, bem como as consequências ambientais que essa atividade vem ocasionando com o tempo. Logo, o conhecimento obtido a partir da percepção ambiental é crucial para a solução dos possíveis problemas identificados pelos moradores (Cunha; Leite, 2009).

**Percepção ambiental sobre os modos de utilização da água**

O domínio hidrogeológico presente no município de Dom Expedito Lopes (PI) é representado por rochas sedimentares que corresponde à formação do aquífero Cabeças da Bacia do Parnaíba (CPRM, 2004). As características litológicas dessa formação apontam uma boa capacidade de permeabilidade e porosidade, contribuindo assim com o processo de infiltração proveniente das águas das chuvas (CPRM, 2004). Vale ressaltar que o aquífero Cabeças constitui-se como um dos principais da Bacia Sedimentar do Parnaíba, principalmente pelo seu grande potencial hidrogeológico (GOMES; COSTA; MARQUES, 2022).

Esse manancial representa um importante elemento de armazenamento de água subterrânea do município (Figura 2), constituindo-se num potencial fornecedor desse bem. A capacidade hídrica proveniente da formação Cabeças aflora em toda a extensão geográfica de Dom Expedito Lopes (CPRM, 2004), pois o Piauí está assentado sobre uma região hidrográfica com imensa potencialidade hídrica, a qual estabelece ocupação de 98% do seu território.

Figura 2: Delimitação da região hidrográfica do Parnaíba, com destaque ao município de Dom Expedito Lopes, Piauí




Fonte: adaptado da CODEVASF (2021).

A bacia hidrográfica do Parnaíba abrange outros 282 municípios e apesar de estabelecer grande concentração no estado do Piauí, a sua área de ocupação alcança outros entes federativos, como o Ceará e o Maranhão (CODEVASF, 2021). Desse modo, as diversas formas de uso, ocupação e manejo inadequado desse elemento pode gerar inúmeros problemas que interferem diretamente na qualidade de vida da população (Batista, 2014). Diante disso, torna-se necessário estabelecer a compreensão sobre as diferentes formas de interação do ser humano com os recursos hídricos subterrâneos levando em consideração os seus interesses e condutas.

No que tange a percepção dos moradores sobre os modos de utilização da água na comunidade Buriti-Grande, constatou-se através da opinião de 100% dos entrevistados que os poços artesianos conferem o único meio de abastecimento para a população local. Logo, a literatura científica evidencia que essa realidade é bastante comum em áreas predominadas pelo clima semiárido (Silveira; Junior, 2020; Sorensen, *et al.*, 2021; Araújo, 2022).

De acordo com Carvalho (2022), a caracterização da região semiárida é definida pela alta temperatura, composta por baixos índices pluviométricos que favorecem o surgimento de longos períodos de estiagem e limitações de recursos naturais. A maioria dos rios do semiárido brasileiro são intermitentes ou temporários e estão inteiramente condicionados ao

período chuvoso, o que consequentemente leva as várias comunidades rurais do Nordeste brasileiro a utilizarem as águas subterrâneas como fontes alternativas de subsistência (Araújo, 2022).

Dando continuidade ao âmbito de perguntas pertinentes aos recursos hídricos, o significado desse elemento para cada participante foi questionado por meio de uma pergunta aberta. De acordo com as respostas obtidas, 73% dos entrevistados definiram o recurso em uma única palavra: vida. Os outros 27% discorreram sobre maiores definições, como: elemento essencial para manutenção da vida na terra; importância ecológica para a sustentação dos ecossistemas; recurso ambiental finito.

As mais diversas atividades humanas realizadas no cotidiano colocam em evidência o grau de dependência dos seres humanos com os recursos hídricos (Guedes, *et al.* 2021), pois a sua utilização é fundamental tanto para o consumo, quanto para atividades básicas cotidianas. Através das análises realizadas, percebe-se que as diferentes abordagens sobre a temática da água apresentam por parte da população três níveis de entendimento: I) água como elemento vital para a maioria dos seres vivos; II) água como elemento natural responsável pelo equilíbrio dos ecossistemas e III) água como recurso finito (**Tabela 3**).

Tabela 3: Nível de entendimento dos moradores do povoado Buriti-Grande quanto ao significado da água

| **SIGNIFICADO DA ÁGUA** | **Nª** | **%** |
|---|---|---|
| Elemento vital para os seres vivos: | 11 | 73% |
| Elemento de equilíbrio para os ecossistemas: | 3 | 20% |
| Elemento natural finito | 1 | 7% |
| **TOTAL** | **15** | **100%** |

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

A literatura científica apresenta o significado da água como um recurso natural que está diretamente associado à manutenção da vida dos mais diversos seres vivos, ecossistemas, produção de vários bens de consumo, além de ser dotado de valores culturais, econômicos e sociais (Olivo; Ishiki, 2015; Heller, 2019; Pinheiro, *et al.*, 2019; Santos, *et al.*, 2020). Desse modo, revela-se que os sujeitos da pesquisa estabelecem uma compreensão apropriada quanto o significado e importância da água.

Embora os moradores locais dependam dos poços artesianos como único meio de abastecimento, cabe ressaltar que a escassez não é um problema para 100,0 % dos

entrevistados. Assim, a facilidade ao acesso pode implicar diretamente o entendimento do recurso como algo limitado, esse fato justifica a baixa percepção dos indivíduos sobre a finitude da água.

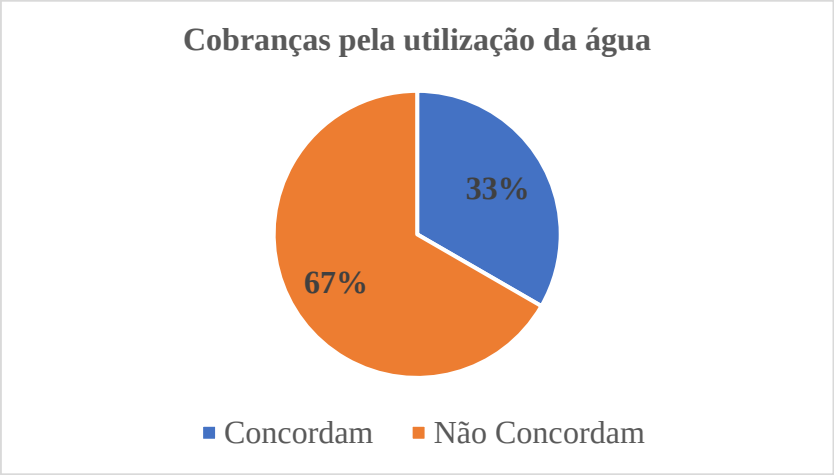
Para efetivar o controle dos aspectos qualitativos das águas provenientes de poços artesianos, a prefeitura municipal de Dom Expedito Lopes (PI) realizou por meio do convênio de N° 001 no ano de 2022 uma parceria com o Sistema Integrado de Saneamento Rural do Piauí (SISAR), cujo objetivo foi privatizar a utilização da água no povoado Buriti-Grande por meio da restruturação da rede de abastecimento na localidade e consequentemente a aplicação do instrumento de cobrança pelo uso, conforme determina a Política Nacional de Recursos Hídricos (1997).

Em síntese, o SISAR é uma organização não governamental que visa beneficiar comunidades rurais que não possuem acesso à água tratada e esgotamento sanitário (CAMARGO, 2022). Nesse contexto, 67% dos sujeitos da pesquisa, quando questionados sobre a atuação de tal organização, afirmam não considerarem justa a cobrança pela utilização do recurso hídrico devido a algumas falhas no sistema de abastecimento (Figura 4).

A rede SISAR fornece 120 litros de água diariamente, às famílias atendidas em cada comunidade, a água percorre diretamente para suas residências mediante redes de distribuição e ramais, tornando-a totalmente acessível à população. A tarifa padrão é de no mínimo 10m³/mês, havendo diferenças dependendo do tipo de usuário, que pode ser residencial, comercial ou público (SISAR, 2017).

Apesar desse fato, os sujeitos relatam sobre a infraestrutura precária no processo de distribuição de água. Para eles, a empresa assumiu uma antiga rede de tubulação que apresenta inúmeras deficiências que ocasionam perdas significativas do recurso por vazamentos. Logo, acreditam na hipótese que esse problema impacta negativamente no real valor do recurso, o que ultrapassa o orçamento financeiro de muitas famílias da comunidade.

Figura 4: Variação percentual de respostas obtidas sobre a cobrança pela utilização da água na comunidade Buriti-Grande (PI)




Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Em relação aos 33% dos sujeitos que apresentam uma opinião favorável sobre a atuação do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), é defendida a ideia de que a cobrança pela utilização da água torna-se eficiente à medida que estabelece uma contribuição para a preservação do recurso, conscientização sobre os modos de utilização da água, controle do desperdício e o incentivo a racionalização.

Ressalva-se que tal ato administrativo caracteriza-se como um dos instrumentos de gestão da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Segundo a Lei N° 9.433 (1997), a sua aplicação visa: I) reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II) incentivar a racionalização do uso e III) obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Apesar da viabilidade desse fato, taxas abusivas podem impactar negativamente a realidade financeira de diversas famílias da área rural. A cobrança pelos serviços de abastecimento deve ocorrer em consonância com uma infraestrutura equilibrada, a fim de alcançar progressivamente os padrões estabelecidos pela legislação ambiental. Portanto, o planejamento, operação e avaliação de medidas são partes importantes do processo de gestão da água, e para a implementação de medidas é necessário avaliar corretamente a necessidade de recursos físicos, humanos e financeiros de uma população (Araújo et al., 2005).

Ainda sobre os modos de utilização da água na comunidade Buriti-Grande (PI), foi questionado na pesquisa se após a atuação do SISAR os sujeitos adotam alguma prática

conservacionista quanto a água utilizada em suas residências. Dessarte, apresenta-se na Tabela 4 a relação de respostas obtidas com base em tal questionamento.

Tabela 4: Número de pessoas que adotam práticas conservacionistas quanto a utilização da água

| **Respostas** | **Nª** | **%** |
|---|---|---|
| Sim | 10 | 67% |
| Não | 0 | 0% |
| As vezes | 5 | 33% |
| **TOTAL** | **15** | **100%** |

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

As respostas demonstram que 67% dos participantes adotam medidas para economizar a água que utilizam em suas residências e 33% apresentam um controle de uma forma esporádica. Nesse sentido, o manuseio consciente dos recursos hídricos representa para as presentes e futuras gerações uma perspectiva sustentável que garante uma relação de equilíbrio entre o ser humano e a natureza. Segundo Junior, Pinheiro e Cavalcante (p. 154, 2023), “a água, seu uso e manutenção, é um tema muito caro para ficar restrito apenas ao ambiente escolar. Outros espaços também são chamados a contribuir com essa reflexão”.

Nesse viés, o levantamento de tal questionamento abriu espaço para algumas reflexões por parte dos sujeitos. Foi possível constatar através de informações de diário de campo, que a atividade de perfuração de poços não está restrita apenas aos produtores rurais da comunidade. Muitos moradores estão criando seu próprio sistema de abastecimento para não utilizar os serviços do SISAR e com isso, comercializar a água extraída para a obtenção de fins lucrativos.

Além disso, os dados do diário de campo revelaram um aumento significativo na exploração de poços artesianos na comunidade entre os anos de 2022 e 2023. Dessa forma, a implementação do SISAR na comunidade impulsionou a perfuração de poços artesianos. Sendo assim, torna-se crucial o desenvolvimento de pesquisas que levem em consideração a percepção local de moradores como fonte de dados, uma vez que isso possibilita a elaboração de um diagnóstico socioambiental local e abrem caminhos para uma análise crítica por parte dos indivíduos.

**Percepção de Impactos Ambientais da Perfuração de Poços Artesianos**

No que tange as questões relacionadas à atividade de perfuração de poços artesianos no povoado, foi realizado por meio de um questionamento a identificação do nível de conhecimento dos participantes sobre tal prática na comunidade. Com base nas respostas obtidas, 100% dos entrevistados consideram que a atividade se apresenta de forma frequente. Ademais, a abordagem sobre essa temática foi bastante problematizada pelos participantes, principalmente por aqueles que apresentavam uma visão ambientalista.

Perante o exposto, nos propomos a buscar na literatura científica respostas para a seguinte reflexão: até que ponto a atividade de perfuração de poços artesianos pode ser considerada uma atividade sustentável?

Conforme abordado anteriormente, essa prática é uma das medidas destinada a fornecer água para as comunidades diretamente afetadas pela seca. Ressalva-se que o fenômeno da seca é bastante comum em regiões compreendidas pelo clima semiárido, sendo caracterizada como um dos desastres ambientais que promovem o maior impacto sobre as sociedades e os ecossistemas (Bravo, 2021). Estima-se que o nível de mortalidade associada a esse tipo de evento possui um percentual bastante elevado em todo o mundo e vem se tornando crescente à medida que os recursos hídricos se apresentam de forma cada vez mais escassa (Poonia, *et al.*, 2021).

Ao analisar o contexto de regiões diretamente afetadas pela seca, torna-se perceptível a necessidade de perfuração de poços artesianos, pois a prática de tal atividade tem a capacidade de ofertar subsídios para a sustentabilidade das populações locais. No entanto, a exploração indiscriminada dos recursos hídricos subterrâneas representa um sinal de alerta para os órgãos ambientais e fiscalizadores, uma vez que se torna necessária estabelecer o entendimento essas reservas estão sendo exploradas dentro do limite da sustentabilidade (Monteiro, 2018).

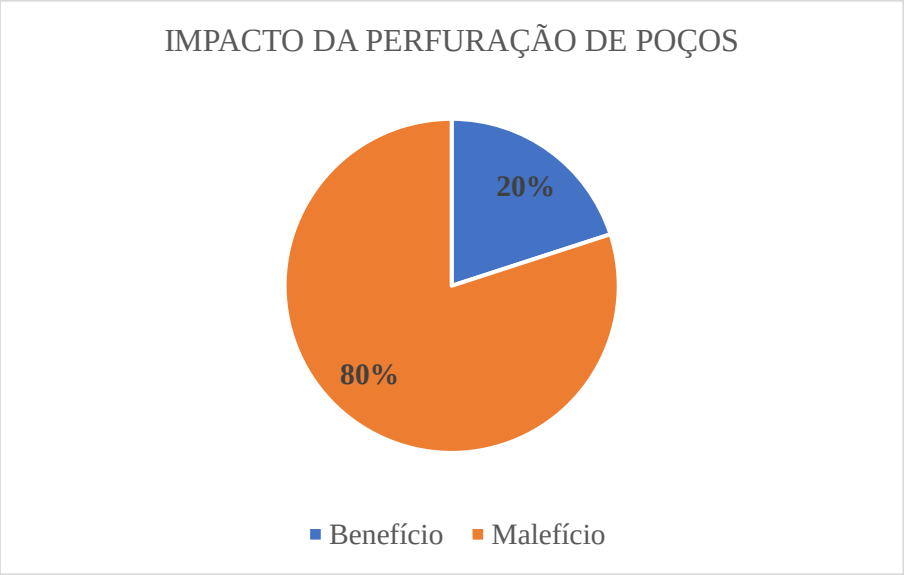
No Brasil, a utilização das águas provenientes do lençol freático é regida por leis ambientais e todos os critérios relacionados ao seu uso são executadas pelos órgãos públicos que contemplam os sistemas nacional e estaduais de gerenciamento (BRASIL, 1997). No que tange a proteção das águas do território piauiense, cabe a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR) executar o caráter fiscalizatório sobre a atividade de perfuração de poços, bem como avaliar critérios de emissão da outorga de direito de uso para aqueles usuários que desejam realizar tal atividade (SEMAR, 2015).

Contudo, a perfuração de um poço deve ocorrer em equilíbrio com o meio natural, visto que, o seu processo de construção abre um caminho direto da superfície terrestre até o

lençol freático, o que pode impactar negativamente o meio ambiente por uma diversidade de fatores.

No tocante as informações até aqui apresentadas, retomamos para as abordagens diretamente relacionadas aos roteiros de entrevistas para averiguar o posicionamento dos participantes quanto a atividade de perfuração de poços artesianos na comunidade supracitada. Foi apresentada a seguinte pergunta: você, como morador da comunidade, considera que a atividade de perfuração de poços apresenta-se como um benefício ou maleficio? A Figura 5 expõe o percentual de respostas obtidas.

Figura 5: Percepção de impacto da perfuração de poços na comunidade Buriti-Grande




Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Observa-se que 80% dos sujeitos associam a perfuração de poços a um impacto ambiental negativo, além de defenderem a ideia de que a atividade ocorre de forma indiscriminada e sem estimativas de consequências por parte da população local. É importante que esta exploração seja dimensionada, bem como o estudo de soluções que compatibilizem o uso das águas subterrâneas com o controle ambiental e social desta prática, marchando assim para a solução dos fatores que contribuem para uma crise hídrica (Dias, Santiago; Nogueira, 2018).

Os 20% que estabelecem concordância com a atividade de perfuração de poços enxergam o recurso apenas como um bem econômico e associam a prática a um impacto ambiental positivo para a comunidade. Logo, torna-se importante repensar no conceito de Desenvolvimento Sustentável e compreender que a deterioração do meio ambiente decorrente

do seu uso insensato põe em risco o abastecimento de água potável, bem essencial para a conservação dos habitats (Alvim; Bruna; Kato, 2008).

Com o intuído de obter mais informações sobre a problemática levantada, seguimos com o roteiro de entrevista apresentando para os sujeitos o seguinte questionamento: levando em consideração os elementos que compõe a paisagem da comunidade dos últimos 10 anos, você consegue identificar algum impacto ambiental negativo que possivelmente está relacionado a perfuração de poços artesianos?

A Tabela a seguir apresenta de forma detalhada as variações de respostas obtidas dos respectivos participantes.

Tabela 5: Percepção ambiental dos moradores sobre os impactos da perfuração de poços

| **RESPOSTAS** | **N°** | **%** |
|---|---|---|
| Alteração da qualidade natural do solo/Perda de umidade | 3 | 20% |
| Desaparecimento da vegetação nativa/Buritizais | 4 | 26,67% |
| Redução das vazões dos poços já existentes | 2 | 13,33% |
| Não identificam Impacto Ambiental até o momento | 6 | 40% |
| **TOTAL** | 15 | 100% |

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

No que se refere às respostas dos participantes, observa-se que 60% dos sujeitos identificam impactos ambientais negativos a partir da atividade de perfuração de poços artesianos. Com base nas respostas obtidas, é possível destacar três tipos de impactos ambientais: I) Alteração da qualidade natural do solo; II) Desaparecimento dos buritizais e III) Redução das vazões dos poços já existentes.

Diante do exposto, vale enfatizar que a comunidade Buriti-Grande recebe esse nome devido à grande ocorrência da palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) na região. Logo, as atividades antrópicas, especificamente ocasionadas pelo uso e ocupação do solo, têm a capacidade de interferir diretamente sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos

recursos hídricos subterrâneos e com isso apresentar modificações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Milani, et al., 2010).

Para Silva, et al. (2014), os buritizais são frequentemente encontrados no bioma caatinga, porém apresentam maior predominância no cerrado por serem caracterizados como indicadores de água devido a sua ocorrência ser limitada às áreas úmidas, compostas por terrenos alagados ou brejosos. Nesse sentido, os recursos hídricos subterrâneos exercem influência direta sobre o equilíbrio e sustentação de muitos ecossistemas terrestres, bem como as comunidades vegetais e as zonas úmidas (Santos; Oliveira, 2014).

Moraes (2009), em seus escritos sobre o manejo sustentável dos ecossistemas, faz referência à Ecohidrologia e a define como uma ciência responsável pela difusão de conhecimentos relacionadas à dinâmica dos recursos hídricos subterrâneos e os processos ecológicos em que esta água está introduzida. Para o autor, a exploração desordenada dos ecossistemas aquáticos subterrâneos promove impactos negativos na disponibilidade de água potável, além de afetar a produtividade do solo. Desse modo, é valido afirmar que a relação existente entre as alterações paisagísticas com as águas subterrâneas não deve ser negligenciada.

Os diferentes níveis de percepção mencionados na tabela se complementam. A perda da vegetação nativa pode estar diretamente relacionada com alterações na qualidade natural do solo devido à perda de umidade, pois essas características são comuns quando existe um rebaixamento do nível de água subterrânea.

As entidades jurídicas exercem participação importante no monitoramento das fontes e dos usos. No estado do Piauí, a SEMAR (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos), criada pela Lei Estadual n.º 4.797/1995, assume a responsabilidade de formular e instituir as políticas de preservação sobre os recursos ambientais. Para tanto, o seu corpo técnico é constituído por cinco diretorias (Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Licenciamento e Fiscalização, Administrativa e Financeira), além das unidades de gerências e coordenações.

A SEMAR assume a responsabilidade de emitir os critérios de avaliação por meio de licenças ambientais para os usuários que desejem realizar a utilização das águas subterrâneas através de poços artesianos. Ademais, qualquer prática que não estabeleça consonância com as políticas públicas e as determinações legais estabelecidas é considerado um crime ambiental (SEMAR, 2015).

Nesse viés, 100% dos participantes da pesquisa quando questionados sobre a atuação dos órgãos ambientais fiscalizadores do município e do estado demonstram não estabelecer conhecimento sobre as atribuições legais dos mesmos, principalmente no que tange a

perfuração de poços artesianos. Além disso, 100% dos participantes não possuem conhecimento sobre o termo “outorga de direito de uso”, o qual é definido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 1997) como um ato administrativo obrigatório, para todos os usuários que desejam utilizar águas provenientes do lençol freático.

A irregularidade nas captações vinculadas à ausência de fiscalização são os fatores que mais contribuem para a superexploração dos aquíferos no Brasil. Segundo Pinhatti e Hidrata (2021), a construção de poços fora dos critérios técnicos e controle, eventualmente estabelecidas pelas leis ambientais, implica em vários tipos de problemas, bem como: I) Falta de sustentabilidade na execução das atividades; II) Exaustão do aquífero, ocasionado pela frequência de exploração; III) Indução de problemas ecológicos e a IV) Poluição do lençol freático.

Para Pinhatti e Hidrata (2021), a sociedade é pouco informada sobre os procedimentos técnicos para a perfuração de um poço. Além do mais, muitos usuários possuem a percepção de que as leis ambientais de proteção aos recursos hídricos subterrâneos não precisam ser seguidas. Embora alguns estados do Brasil já apresentem avanços normativos para essa matriz ambiental, as entidades que compõem os sistemas de gerenciamento não estabelecem a fiscalização sobre tais irregularidades, nem cumprem o papel de orientação aos usuários sobre os caminhos corretos para o uso sustentável do recurso.

**Considerações Finais**

Os resultados da investigação permitiram determinar o grau de compreensão de 15 moradores do povoado Buriti-Grande, pertencente ao município de Dom Expedito Lopes, unidade federativa do Piauí, sobre os modos de utilização de água e os efeitos negativos da perfuração de poços artesianos no meio ambiente. Desse modo, a identificação dos impactos ambientais foi determinada pela forma como os moradores entendem e interpretam o seu entorno, evidenciando uma realidade ambiental preocupante.

O município de Dom Expedito Lopes é caracterizado por um clima semiárido. Apesar desse fato, o ente federativo do estado do Piauí possui contribuição hidrogeológica da bacia sedimentar do Parnaíba, cuja imensa capacidade hídrica aflora em toda a extensão territorial do município (CPRM, 2004). Assim, a utilização dos recursos hídricos subterrâneos representa, para a população local, o principal meio de abastecimento.

O SISAR/PI (Sistema Integrado de Saneamento Rural do Piauí) está a cargo de implementar o controle sobre o uso de recursos hídricos na comunidade Buriti-Grande, por meio da reorganização da rede de abastecimento e da cobrança pela utilização da água aos

residentes. Os sujeitos da pesquisa, quando questionados sobre a atuação de tal órgão administrativo, dividem opiniões. Embora a população local se disponha de um amplo conhecimento sobre o significado e importância da água, 67% dos entrevistados acham que a cobrança pela utilização do recurso é injusta, devido a algumas falhas no sistema de abastecimento, capaz de impactar negativamente o real valor do recurso para muitas famílias da comunidade.

A implementação do instrumento de cobrança pelo uso, possibilita um incentivo a racionalização da água por meio da indicação ao usuário do seu real valor. Contudo, apenas 33% dos entrevistados dispõem desse entendimento. Logo, o planejamento e a gestão das medidas dos serviços de abastecimento público devem ser orientados por uma estrutura equilibrada, além de uma avaliação precisa das necessidades de recursos físicos, humanos e financeiros da população**.**

Muitos moradores da localidade estudada estão criando seu próprio sistema de abastecimento por meio da perfuração de poços artesianos para não utilizar os serviços do SISAR/PI e com isso, comercializar a água extraída para a obtenção de fins lucrativos. Apesar do sistema deter o controle sobre a rede pública de abastecimento, a indução de problemas ecológicos ocasionados por tal atividade não representa uma responsabilidade do setor.

Diante do diagnóstico socioambiental da perfuração de poços, os sujeitos estimam que a atividade promove um impacto ambiental negativo para a região devido a sua ocorrência indiscriminada e sem estimativas de consequências. Nesse sentido, parte dos entrevistados (60%), defendem a ideia de que a disponibilidade hídrica subterrânea vem sendo afetada, trazendo como reflexo o desaparecimento da vegetação nativa (buritizais), alteração da qualidade natural do solo e a redução da vazão dos poços já existentes. Pesquisas apontam que o uso excessivo dos mananciais subterrâneos tem a capacidade de exaurir o recurso e impactar negativamente vários ecossistemas terrestres, como as comunidades vegetais e as zonas úmidas (Santos; Oliveira, 2014).

Além disso, 100% dos sujeitos demonstraram não obter conhecimento sobre as normas técnicas para a utilização das águas subterrâneas (outorga de direito de uso) e desconhecem a atuação fiscalizatória das autoridades ambientais do município e do estado sobre as irregularidades existentes na comunidade. Logo, torna-se necessário a aplicação de políticas públicas e determinações legais mais abrangentes.

Levando em consideração a importância dos recursos hídricos subterrâneos para a população local, salienta-se a precisão de intervenções diretamente ligadas à educação ambiental por parte dos órgãos ambientais e fiscalizadores do município. O objetivo é

apresentar para a coletividade as normas técnicas provenientes da utilização dos recursos hídricos subterrâneos. Dessa forma, a Educação Ambiental não deve ser apenas um assunto restrito à escola, é necessário explorar o pensamento crítico dos indivíduos sobre problemáticas ambientais em espaços não formais, bem como determina a Lei n.º 6.936/81.

Contudo, é possível constatar que o alcance do Desenvolvimento Sustentável é uma tarefa dos órgãos ambientais e fiscalizadores, vinculada à participação conjunta de cidadãos conscientes aptos a tomadas de decisões para atuarem na realidade local de um modo comprometido com a vida e o bem-estar das gerações presentes e futuras.

**Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior-Brasil (CAPES). Agradecemos também ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI) e à Associação Buritigrandese de Esporte e Cidadania (ABEC), pelo apoio prestado no levantamento dos dados pertinentes a pesquisa.

**Referências**

BENTO, S. e BRÁS, O. Participação na gestão da água em Portugal: reflexões sobre o espaço, o tempo e as formas de participação. **Revista Recursos Hídricos**, vol. 40, n.º 1, 53-62, março,2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332031006_Participacao_na_gestao_da_agua_em_Portugal_reflexoes_sobre_o_espaco_o_tempo_e_as_formas_de_participacao_Water_management_and_participation_in_Portugal_reflections_on_space_time_and_forms_of_participat Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Constituição Federativa do Brasil. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília: Governo Federal, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Código Civil. Brasília**, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm Acesso em: 10 ago. 2023.

BRIGUENTI, E.C. **Geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão das Anhumas**, Campinas, SP. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado) – Universidade

de Campinas, Campinas, SP, 2005. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/338571 Acesso em: 10 ago. 2023.

CARVALHO, N. L. de *et al*. Percepção ambiental de alunos do ensino fundamental no município de Tupanciretã/RS. **Rev. Monogr. Ambient.**, Santa Maria, v. 19, n. 7, p. 1-20, 21 jan. 2020. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/40940/pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

CARVALHO, A. T. F. Metodologia para avaliação de sustentabilidade hidroambiental para projetos de intervenções em rios perenes (MASRios). Tese (Doutorado) - **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2018. 155f. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/31947 Acesso em: 11 nov. 2023.

CRUZ, A. G.; BAREIRO, E. A Percepção Ambiental sobre os Efeitos da Poluição Pelos Alunos do Ensino Fundamental do Bairro Santa Quitéria – CURITIBA/PR.1. **II Simpósio de Estudos Urbanos: a dinâmica das cidades e a produção do espaço**, [*S. l.*], p. 1-18, 21 ago. 2013. Disponível em: http://www.fecilcam.br/anais/ii_seurb_/data/uploads/ensino-de-geografia/cruz-a.-graciela.pdf. Acesso em: 12 nov. 2023.

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Brasil) (ed.). **Parnaíba**. [*S. l.*]: Renan Loureiro Xavier Nascimento, 2021. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/parnaiba#:~:text=A%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica%20do%20rio,Codevasf%2FIBGE%2C%202020 Acesso em: 27 maio 2023.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. RIMAS - Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas. **RIMAS - Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**, 2004. Disponível em: http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php Acesso em: 19 de março de 2023.

CUNHA, A.S; LEITE, E.B. Percepção Ambiental: Implicações para a Educação Ambiental. Sinapse Ambiental, p. 66-79. 2009. Disponível em: https://www4.pucminas.br/graduacao/cursos/arquivos/ARE_ARQ_REVIS_ELETR20090930145741.pdf Acesso em: 19 de março de 2023.

FALCÃO, Â. W. de S.; NUNES, R. V., de ASSIS, C. W. C., ADRIANO, N. de A., e SIEBRA, A. A. (2019). Os reflexos da crise hídrica brasileira na estrutura de custos das empresas do setor de energia elétrica. **ABCustos**, *14*(2), 1–36. Disponível em: https://doi.org/10.47179/abcustos.v14i2.475 Acesso em:13, de novembro de 2023.

FERNANDES, R. S. *et al.* O uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. In: ENCONTRO DAANPPAS, 2., 2004, Indaiatuba. **Anais eletrônicos...** Belém: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2004. Disponível em: http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/PercepcaoAmbiental.pdf Acesso em: 19 de março de 2023.

GOMES, Érico Rodrigues; COSTA, Marcondes Lima da; MARQUES, Gisele Tavares. A gênese hidrotermal da opala no estado do Piauí. **Revista da academia de ciências do Piauí,**

Piauí, p. 91-106, 28 jan. 2022. Disponível em: https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/1664/1549 Acesso em: 9 nov. 2023.

GUEDES, A. C.; Barbosa, *et al*. Reflexões sobre o ensino de história e conservação dos recursos hídricos no Marajó (PA). **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 46, p. 168-186, 6 nov. 2023. Disponível em: https://revistas.utfpr.edu.br/rts/article/view/10895/8103. Acesso em: 6 nov. 2023.

HELLER, L. Os direitos humanos à água e ao saneamento. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2022. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/livro/direitos-humanos-agua-e-ao-saneamento-os Acesso em: 6 nov. 2023.

JUNIOR, P. D. C.; PINHEIRO, A. P. Z.; CAVALCANTE, L. A. D. Espaços de Educação Não Formal e Suas Potencialidades na e para a Problematização e Uso Consciente da Água em uma Perspectiva Sustentável. *In*: MALHEIROS, Tadeu Fabricio *et al*. **Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais**. [*S. l.*: *s. n.*], 2023. p. 153-165. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Colombo-Junior-2/publication/369795858_Espacos_de_Educacao_Nao_Formal_e_Suas_Potencialidades_na_e_para_a_Problematizacao_e_Uso_Consciente_da_Agua_em_uma_Perspectiva_Sustentavel/links/642d5fe2609c170a13f7a4b0/Espacos-de-Educacao-Nao-Formal-e-Suas-Potencialidades-na-e-para-a-Problematizacao-e-Uso-Consciente-da-Agua-em-uma-Perspectiva-Sustentavel.pdf#page=154 Acesso em: 10 nov. 2023.

MIRANDA, D. L. de; MENDONÇA, A. T.; MELO, M. C. de; MELO, E. D. de. Educação Ambiental a partir da Agenda 2030: experiências da conscientização e do uso racional da água na educação municipal de Varginha (MG). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, *[S. l.]*, v. 16, n. 2, p. 174–190, 2021. DOI: 10.34024/rev bea. 2021. v 16. 10951. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10951. Acesso em: 14 nov. 2023.

MILANI, A. P.; SOUZA, F. A. Granjas leiteiras na região de Ribeirão Preto - SP. **Engenharia Agrícola**, 30, 742-752, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/eagri/a/3PFybMrbKB4xp8MpJKXZhcz/abstract/?lang=pt Acesso em: 10 nov. 2023.

MONTEIRO, P. B. C. L. **Proposta metodológica para a gestão das águas subterrâneas no estado do Piauí.** 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Recife, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33202
Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVO, A.; ISHIKI, H. Brasil frente à escassez de água. Presidente Prudente – SP. Colloq. Humanarum, v. 11, n.3, p. 41-48, 2014. Disponível em: https://revistas.unoeste.br/index.php/ch/article/view/1206 Acesso em: 09 de out. 2023.

PESSOA, M. C. P. Y. Análise de perigo e avaliação de risco. *In*: HAMMES, Valéria Sucena. **Educação Ambiental Para O Desenvolvimento Sustentável**. Brasilia: [*s. n.*], 2012. v. 4. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/educacao/livros/JULGAR%20PERCEPCAO%20DO%20IMPACTO%20AMBIENTAL.pdf. Acesso em: 12 nov. 2023.

PINTO, B. C. T. & BORGES, J. L. C. “Uma Atividade de Educação Ambiental em Espaço Não Formal: Potencialidades do Uso de Bacias Hidrográficas”. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, vol. 8, n. 16, pp. 109-124, 2015. Disponível em: https://periodicos.ufs.br/revtee/article/view/4037/3340 Aceso em: 09 de out. 2023.

POONIA, V., GOYAL, M. K., GUPTA, B. B., GUPTA, A. K., JHA, S., & DAS, J. Drought occurrence in different river basins of India and blockchain technology based framework for disaster management.Journal of Cleaner Production, 312, 127737, 2021.

RIBAS, A.; SCHMID, A.; RONCONI, E. Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos Setores Especiais Estruturais da cidade de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 21, p. 183-199, 2010.

RAMLOW, S. S. C.; RAMLOW, R. R.; OLIVEIRA, T. D. de. EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Anais do Simpósio Latino-Americano de Estudos de Desenvolvimento Regional**, IJUÍ - RS - BRASIL, v. 3, n. 1, 2023. Disponível em: https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/slaedr/article/view/22909. Acesso em: 12 nov. 2023.

REBOUÇAS, A. C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.11, n.29, p.127-54, 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/VfYSXjpmCS9KsT4HWnsMJgy/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 12 nov. 2023.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. ISBN 978-85-7975-090-8. Disponível em: http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Avaliacao-de-impacto-ambiental-2ed-DEG.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

SEMAR (Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). **Portaria SEMAR Nº 101 DE 04/11/2015.** Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306382 Acesso em: 19/06/2022.

SCARANO, F. R.; PADGURSCHI, M. de C. G.; FREIRE, L. M.; AGUIAR, A. C. F.; CARNEIRO, B. L. R.; PIRES, A. P. F. Para além dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: desafios para o Brasil. **Bio Diverso**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2021. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/biodiverso/article/view/120366. Acesso em: 13 nov. 2023.

SOUZA, J. O. Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial -uma revisão de conceitos. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, p. 224–233, 2013.

Yin, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre, RS: Penso Edito.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme abordado anteriormente, a Constituição Federal de 1988, definiu o domínio das águas subterrâneas, instituindo aos três entes da federação (União, Estados e Municípios), a autonomia para atribuições legais de fiscalização da política ambiental em caráter complementar ou suplementar. Nesse sentido, cabe ao ente federativo local, a execução de políticas públicas para o meio ambiente, o que inclui a proteção das águas.

Em geral, o modelo brasileiro de gestão das águas pressupõe uma gestão descentralizada, participativa e integrada. No entanto, o atual arranjo na divisão de competências, não define claramente algumas questões estratégicas relacionadas à titularidade dos recursos hídricos, possibilitando o estado assumir o protagonismo na gestão de tais elementos.

Através da análise documental, foi possível identificar que o estado do Piauí não implementa o modelo de governança da forma como foi estabelecido na Lei das Águas. Assim, o ente federativo do Brasil não possui a aplicação de todos os instrumentos de gestão hídrica, ficando restrito apenas à utilização da outorga de direito de uso e do fundo estadual. Além disso, evidencia-se também a ausência de uma agência de águas capaz de subsidiar o suporte necessário aos Comitês de Bacias Hidrográficas do estado.

A complexidade na implementação das determinações legais e políticas públicas para a efetivação na proteção das águas tem gerado algumas assimetrias no sistema. Em tese, a vulnerabilidade do estado, reflete diretamente sobre a realidade dos municípios. Nesse sentido, a carência de atos normativos, vinculadas a falta de suporte técnico do ente federativo superior (estado), implica à adoção de medidas de preservação pelas unidades locais (municípios).

O Município de Dom Expedito Lopes, por exemplo, apresenta uma fraca participação no sistema de gerenciamento das águas. Em regra, o ente federativo do estado do Piauí não possui uma política municipal de recursos hídricos, além do baixo incentivo da comunidade em questões ligadas à água. Esse fato, compromete diretamente o monitoramento das fontes e dos usos na região, possibilitando assim a ocorrência de possíveis impactos ambientais.

Nesse contexto, a comunidade rural Buriti-Grande, pertencente ao município em questão, enfrenta uma realidade ambiental preocupante. A análise da percepção ambiental de 15 moradores locais revela uma perfuração indiscriminada de poços artesianos e sem estimativas de consequências. Assim, os moradores sustentam a hipótese de danos ambientais advindos do manejo inadequado do manancial subterrâneo presente na região, como

o desaparecimento da vegetação nativa, a alteração da qualidade natural do solo e a redução de vazões dos poços já existentes.

A pesquisa evidencia também um baixo nível de entendimento dos moradores sobre as normas técnicas expressas na Lei, para a utilização de águas provenientes de fontes subterrâneas. As reflexões acerca dessa problemática, coloca em pauta a importância do envolvimento da comunidade em questões referentes à água. Contudo, a transposição de conhecimentos nessa área, é mais efetivo e provoca, como consequência, um melhor desempenho no cuidado e proteção desse recurso.

Embora o trabalho enfatize uma realidade específica, cabe ressaltar que as instâncias governamentais apresentadas não são exclusivas do estado e do município descrito. Alguns estados da federação apresentam grandes resistências em praticar a descentralização em sua plenitude, assim existe uma limitação na transferência de poderes de níveis superiores para níveis inferiores.

Além disso, as próprias agências ambientais identificam “falha no município” na governança dos recursos hídricos em todo o Brasil. Nesse sentido, é preciso que os governos estaduais incentivem os municípios na criação de políticas públicas para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, pois o protagonismo dos governos locais é essencial em todas as áreas de gestão que incidem sobre os recursos hídricos.

A realização desse estudo trouxe a luz novos questionamentos que não contemplaram o objetivo, mas podem ser respondidos por outros estudos como: Quais os estados brasileiros cumprem efetivamente as normas de orientações determinadas pela PNRH, na aplicação dos instrumentos de gestão? Quais municípios brasileiros possuem diretrizes para proteção de águas subterrâneas em sua legislação ambiental? De acordo com o marco legal brasileiro, qual o verdadeiro papel dos municípios na gestão hídrica?

# APÊNDICES

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

## APÊNDICE A - TCLE

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Prezado(a) Senhor (a)**

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa denominada, "A utilização da água associada à atividade de perfuração de poços artesianos em uma comunidade rural piauiense: uma investigação com base na percepção impacto de moradores locais". Esta pesquisa está sob a responsabilidade do pesquisador Marcos Antonio Santos Carvalho, pertencente ao programa de pós graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente a nível de mestrado da UFPI e tem como objetivos: (a) Identificar as determinações legais e as políticas públicas relacionadas aos recursos hídricos subterrâneos; (b) Analisar através da percepção de impacto dos moradores o entendimento sobre as implicações de uso da água relacionando-as ao surgimento de possíveis impactos negativos; (c) Avaliar a fiscalização e o controle dos órgãos de meio ambiente na região, na perspectiva da escavação de poços e seus efeitos, a luz da legislação. Esta pesquisa tem por finalidade ofertar a comunidade cientifica dados relevantes sobre questões ambientais de uma área pouco estudada. Neste sentido, solicitamos sua colaboração mediante a assinatura desse termo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos como participante. Após seu consentimento, assine todas as páginas e ao final desse documento que está em duas vias. O mesmo, também será assinado pelo pesquisador em todas as páginas, ficando uma via com você participante da pesquisa e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveite para esclarecer todas as suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável pela pesquisa através do seguinte telefone: 86 98194-1384. Se mesmo assim, as dúvidas ainda persistirem você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI, que acompanha e analisa as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –PI, telefone (86) 3237-2332, e-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br; no horário de atendimento ao público, segunda a sexta, manhã: 08h00 às 12h00 e a tarde: 14h00 às 18h00. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Esclarecemos mais uma vez que sua participação é voluntaria, caso decida não participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo e o (os) pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento.

A pesquisa tem como justificativa, a necessidade de fortalecer discussões e reflexões nessa área é essencial, pois existe uma carência de pesquisas sobre a gestão dos recursos hídricos subterrâneos sob a perspectiva de moradores de área rural de pequenos municípios do Piauí. A coleta de dados será realizada por meio de formulários semiestruturados, direcionada aos moradores da comunidade e aos integrantes do órgão ambiental e fiscalizador da região.

Esclareço que esta pesquisa acarreta os seguintes riscos: Possibilidade de constranger os participantes; Desconforto; Possibilidade de ser mal interpretada pelos entrevistados.

Porem os riscos serão contornados através do esclarecimento dos principais pontos que circundam a relevância da pesquisa.

Além disso, a realização desse trabalho poderá auxiliar o poder público municipal, especialmente no campo da gestão ambiental, na construção de políticas públicas mais abrangentes e efetivas no tocante à necessidade de a sociedade buritigrandese a conseguir aliar as problemáticas ambientais a uma concepção mais ligada ao conceito de sustentabilidade, tema amplamente debatido no cenário atual.

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso as todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Esclareço ainda que você não terá nenhum custo com a pesquisa, e caso haja por qualquer motivo, asseguramos que você será devidamente ressarcido. Não haverá nenhum tipo de pagamento por sua participação, ela é voluntária. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo você poderá ser indenizado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, bem como lhe será garantido a assistência integral.

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, eu_____declaro que aceito participar desta pesquisa, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

**Preencher quando necessário**

( ) Autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação, filmagem e/ou fotos;
( ) Não autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação e/ou filmagem;
( ) Autorizo apenas a captação de voz por meio da gravação;

Local e data: _____

_____
Assinatura do Participante

_____
Assinatura do Pesquisador Responsável

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO

### PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

1. Gênero: ( ) Masculino ( ) Feminino
2. Idade: ____ anos
3. Tempo que reside no povoado Buriti-Grande:_____
4. Escolaridade: _____
5. Área de formação superior (caso tenha):_____

### MODOS DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA

6. O que a água significa para você?

_____

_____

_____

7. A água que você utiliza na sua residência é proveniente de qual meio de abastecimento?

a) ( )Poço Artesiano b) ( ) Outro:_____

8. Você possui facilidade de acesso à água?

a) ( ) Sim b) ( ) Não

9. Você considera que a água se apresenta como um recurso abundante no Povoado Buriti-Grande?

a) ( ) Sim b) ( ) Não

10. Sobre a atuação do SISAR/PI, você considera justa a taxa de cobrança pela utilização da água? Justifique a sua resposta.

a) ( ) Sim b) ( ) Não

_____

_____

11. Você adota alguma medida para economizar a água que utiliza na sua casa?

a) ( ) Sim b) ( ) Não c) ( ) às vezes

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

(ESPAÇO DIRECIONADO PARA INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES)

**PERCEPÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

12. Você considera que a perfuração de poços na comunidade apresenta-se de forma frequente?

a) ( ) Sim b) ( )Não

13. Você, como morador da comunidade, considera que a atividade de perfuração de poços apresenta-se como um benefício ou maleficio? Justifique.

_____

_____

_____

14. Você conhece os impactos ambientais negativos associados a atividade de perfuração de poços artesianos?

a) ( ) Sim b) ( ) Não

15. De acordo com a sua percepção, a atividade de perfuração de poços vem gerando algum impacto ambiental negativo para a comunidade? Justifique.

_____

_____

_____

16. Sobre as normas técnicas para a perfuração de poços artesianos, você já ouviu falar em outorga de direito do uso?

    a) ( ) Sim b) ( ) Não

17. Você conhece algum órgão ambiental local ou estadual que atua sobre a fiscalização de poços artesianos no povoado Buriti-Grande?

    a) ( ) Sim b) ( ) Não

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

(ESPAÇO DIRECIONADO PARA INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES)