



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

**SARA CARVALHO FAILLA**

**LEVANTAMENTO, IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ESTUDOS SOBRE  
NASCENTES LOCALIZADAS NO BIOMA CAATINGA: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Marechal Deodoro - AL

2022

**SARA CARVALHO FAILLA**

**LEVANTAMENTO, IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ESTUDOS SOBRE  
NASCENTES LOCALIZADAS NO BIOMA CAATINGA: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

**Orientador:** Prof. Dr. Altanys Silva Calheiros

Marechal Deodoro - AL

2022



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Marechal Deodoro**  
**Biblioteca Dorival Apratto**

---

F1611

Failla, Sara Carvalho.

Levantamento, identificação e mapeamento de estudo sobre nascentes localizadas no bioma caatinga : uma revisão sistemática de literatura / Sara Carvalho Failla. – 2022.

74 f. : il., col.

Inclui bibliografia, figuras e apêndice.

Apêndice (pág. 75-100)

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Marechal Deodoro*, Marechal Deodoro, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Altanys Silva Calheiros.

1. Recursos hídricos. 2. Semiárido. 3. Degradação ambiental.  
4. Recuperação de nascentes. I. Título.

CDD: 363.7

---

**Andreia Gomes de Azevedo**  
**Bibliotecária – CRB-4/2164**

**SARA CARVALHO FAILLA**


**LEVANTAMENTO, IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ESTUDOS SOBRE  
NASCENTES LOCALIZADAS NO BIOMA CAATINGA: UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Aprovado em: 28 de julho de 2022.


**BANCA EXAMINADORA**

**Orientador:**

Documento assinado digitalmente  
 ALTANYNS SILVA CALHEIROS  
Data: 22/09/2022 22:03:48-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

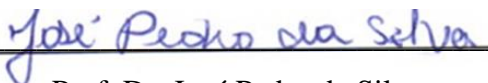
---

Prof. Dr. Altanys Silva Calheiros  
Instituto Federal de Alagoas - Campus Marechal Deodoro

Documento assinado digitalmente  
 ANA CATARINA MONTEIRO CARVALHO MOR  
Data: 26/09/2022 20:36:42-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>


---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha  
Instituto Federal de Alagoas - Campus Arapiraca



---

Prof. Dr. José Pedro da Silva  
Instituto Federal de Alagoas - Campus Murici

Documento assinado digitalmente  
 TIAGO JORGE DE ARAUJO BARBOSA  
Data: 23/09/2022 13:37:40-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Prof. Dr. Tiago Jorge de Araújo Barbosa  
Instituto Federal de Alagoas - Campus Maragogi

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar, a DEUS, pois por ele e para ele eu existo, pois ele foi o meu maior amigo, consolador, ajudador e realizador de tudo em mim.

Agradeço aos meus familiares, que sempre me apoiaram e acreditaram em mim, principalmente aos meus pais que investiram nos meus estudos, e sem eles não chegaria até aqui. A minha mãe em especial, dedico esse trabalho, pois a promessa que a fiz na nossa última conversa no leito do hospital me impulsionou a concluí-lo mesmo diante de tantos desafios.

Ao meu marido Giuliano Failla, meu companheiro, obrigada pela parceria, paciência e cuidado. E a minha linda e maravilhosa filha, Morena Failla, por suportar minha impaciência, minhas ausências e me incentivar a não desistir.

Agradeço ao Instituto Federal de Alagoas e a todos os professores do Programa, por me oportunizarem todo conhecimento até aqui adquirido, o qual em breve, me concederá o título de Mestre em Tecnologias Ambientais. Título este que considerando o investimento público feito na minha formação e que me comprometo a retribuir para a sociedade, com trabalho honesto e de cunho socioambiental.

Ao meu orientador Altanys Silva Calheiros, pela orientação e ajuda, e a banca examinadora pela coorientação.

A Ana Malhado, Janisson dos Santos e Murillo Sancho pelas ideias, escutas e contribuições.

Agradeço aos meus amigos, em especial a Rosiane Oliveira que foi minha principal rede de apoio materna, e aos novos amigos que conquistei nesse mestrado, pelos maravilhosos momentos compartilhados, pela força, e por nunca soltarem as mãos uns dos outros, vocês não sabem o quanto isso foi importante para mim.

Enfim, gratidão a todos pelas orações e carinho, agradeço a torcida que me ajudou a chegar até aqui!

*“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.*

*Josué 1:9*

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

*Madre Teresa de Calcutá.*

FAILLA, Sara Carvalho. Levantamento, identificação e mapeamento de estudos sobre nascentes localizadas no bioma Caatinga: uma revisão sistemática de literatura. 100f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2022.

## RESUMO

A crise hídrica tem crescido e se tornado um problema crônico global, e a maioria dos ecossistemas ligados à água no mundo estão sofrendo processos de poluição e degradação. No semiárido brasileiro está localizado o bioma Caatinga, que dentre os semiáridos existentes, é o mais biodiverso e populoso do mundo. Contudo, tem sido um dos biomas mais ameaçados do país, em razão das diversas ações antrópicas insustentáveis praticadas na região. Desta forma, é notória a necessidade de ações e estudos dedicados a esse ecossistema, o qual possui poucas pesquisas científicas, principalmente ao que tange os cursos d'água e suas nascentes, que além de escassas, são vulneráveis às ações humanas e as mudanças climáticas. Mapear estudos na região, dedicados a questões hídricas e sua recuperação, são de suma importância para estimular ações oportunas e direcionadas que visem reduzir, reverter e evitar a degradação ambiental, aumentando a segurança alimentar e hídrica. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática de literatura para mapear as nascentes localizadas no bioma Caatinga e identificar os impactos causados pelas ações antrópicas na degradação destas. Foi realizada uma revisão de literatura sobre pesquisas realizadas com nascentes na Caatinga, as buscas foram realizadas utilizando as principais bases de dados disponíveis, e foram mapeados os dados encontrados a fim de destacar regiões de baixa produção de conhecimento. Foram encontrados inicialmente 1830 trabalhos com as *strings* de buscas utilizadas, entretanto nenhum trabalho encontrado atendia a todos os critérios de inclusão estabelecidos, e apenas 10 trabalhos atenderam parcialmente alguns dos critérios de seleção. O período dos trabalhos selecionados foi de 2006 a 2021 e apenas cinco dos nove estados que compõem esse bioma possuem trabalhos no tema. Salienta-se que a produção muito baixa impossibilitou a realização de um mapeamento sistemático de literatura mais coeso e completo, evidenciando a grande escassez de estudos e a importância de novas produções científicas oriundas desse bioma tão importante para o país.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos; Semiárido; Degradação ambiental; Recuperação de nascentes; Recuperação de áreas degradadas.

## ABSTRACT

The water crisis has grown into a chronic global problem, and the majority of the world's water-related ecosystems are suffering from pollution and degradation. The Caatinga biome is located in the Brazilian semi-arid region, which among the existing semi-arid regions is the most biodiverse and populous in the world. However, it has been one of the most threatened biomes in that country due to the various unsustainable human practices in the region. Therefore, the need for actions and studies dedicated to this ecosystem, which presents little scientific research, is notorious, especially regarding water courses and their sources, which, in addition to being scarce, are vulnerable to human activities and climate change. Mapping studies in the region dedicated to water issues and their recovery, are of paramount importance to stimulate well-timed and targeted actions aimed at reducing, reversing and avoiding environmental degradation, increasing food and water security. Given the above, the present study aimed to carry out a systematic literature review to map the springs located in the Caatinga biome and identify the impacts caused by human actions on their degradation. A literature review was conducted with research carried out on springs in the Caatinga. Searches were carried out using the main available databases, and the data found were mapped in order to highlight regions of low knowledge production. Initially, 1830 scientific papers were found with the search strings utilized, however, not a single scientific paper met all the established inclusion criteria and only 10 papers have partially met the selection criteria. The period of selected researches was from 2006 to 2021 and only five of the nine states that make up this biome have researches on this subject. It should be noted that the very low production made it impossible to carry out a more cohesive and complete systematic literature mapping, evidencing the great scarcity of studies and the importance of new scientific productions on this biome that is so important for the country.

**Keywords:** Water resources; semiarid; Ambiental degradation; Recovery of springs; Recovery of degraded areas.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Localização geográfica do bioma Caatinga. ....	17
<b>Figura 2.</b> Mapa contendo a identificação das ecorregiões da Caatinga.....	19
<b>Figura 3.</b> Representação do solo e regiões da Caatinga. ....	20
<b>Figura 4.</b> Temperatura média anual para o Nordeste e Semiárido brasileiro. ....	21
<b>Figura 5.</b> Variabilidade das precipitações anuais de chuva nas áreas de ocorrência da Caatinga. .....	22
<b>Figura 6.</b> Regiões hidrográficas da Caatinga.....	24
<b>Figura 7.</b> Ciclo hidrológico.....	27
<b>Figura 8.</b> Nascente de lençóis artesianos (Figura A), nascente de depressão ou olho d'água (Figura B), nascente de encosta (Figura C) e nascente de rochas cársticas (Figura D).....	28
<b>Figura 9.</b> Ilustração da Lei 12.651/2012 que define a relação da largura do curso d'água ao tamanho da faixa de mata ciliar a ser preservada. ....	32
<b>Figura 10.</b> Mapa das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga....	34
<b>Figura 11.</b> Desbaste na Caatinga na época de chuvas (à esquerda) e época seca (à direita)...	40
<b>Figura 12.</b> Resultados quantitativos da busca inicial. ....	45
<b>Figura 13.</b> Resultados quantitativo da busca inicial de trabalhos no Brasil e na Caatinga. ....	46
<b>Figura 14.</b> Localização geográfica dos estudos sobre nascentes encontrados a partir da revisão sistemática de literatura. ....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Bancos de dados e <i>strings</i> de busca.....	42
<b>Tabela 2.</b> Resultados quantitativos após aplicação parcial dos critérios de seleção.....	46
<b>Tabela 3.</b> Relação de revistas e repositórios acadêmicos que contribuem em número de publicações científicas, fator de impacto, <i>Qualis</i> e tipo de produção científica. ....	47
<b>Tabela 4.</b> Relação entre a universidade que realizou o trabalho com autores, citações e estado onde foi realizado o estudo.....	50
<b>Tabela 5.</b> Trabalhos selecionados, com o resumo dos objetivos e critérios de seleção encontrados.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas  
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Águas  
APA - Área de Preservação Permanente  
APP- Área de Preservação Permanente  
CAR - Cadastro Ambiental Rural  
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação  
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
IPBES - Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos  
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas  
IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources  
MMA- Ministério do Meio Ambiente  
ONU - Organização das Nações Unidas  
SDTFs - Florestas Tropicais Sazonalmente Secas  
SMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente  
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza  
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste  
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	JUSTIFICATIVA	16
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	Bioma Caatinga	17
3.1.1.	Definição, delimitações e importância	17
3.1.2.	Ecorregiões	18
3.1.3.	Vegetação e solos	19
3.1.4.	Clima	20
3.1.5.	Nascentes e cursos d'água	23
3.1.6.	Economia e tecnologias sociais	25
3.2	Nascentes e o ciclo da água	26
3.3	Legislação ambiental das bacias hidrográficas e das nascentes	30
3.4	Degradação ambiental, conservação e recuperação de nascentes	35
4	OBJETIVOS	41
4.1	Objetivo geral	41
4.2	Objetivos Específicos	41
5	MATERIAL E MÉTODOS	42
5.1	Revisão de literatura	42
5.2	Critério de seleção	43
5.3	Parâmetros Bibliométricos	43
5.4	Processo de seleção	43
5.5	Confecção do mapa	44
5.6.	Tipo de estudo	44
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1	Revisão sistemática e seleção dos estudos com maior correlação com a temática.	45

6.2	Caracterização e critérios de inclusão dos trabalhos selecionados	54
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
8	REFERÊNCIAS	60
	APÊNDICES	75
	APÊNDICE A: Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura de Estudos Sobre Nascentes Localizadas no Bioma Caatinga.	75
1.	TÍTULO	81
2.	CONTEXTUALIZAÇÃO	81
2.1.	EQUIPE	81
3.	PERGUNTA DA PESQUISA	82
4.	BASES DE DADOS	82
5.	PALAVRAS CHAVES, STRINGS OU DESCRITOR	82
6.	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	83
6.1.	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	83
6.2.	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	84
6.3.	CRITÉRIOS DE QUALIDADE	84
7.	PRINCÍPIOS BIBLIOMÉTRICOS DOS FILTROS	84
8.	ESTRATÉGIA DE EXTRAÇÃO DOS DADOS	85
9.	SÍNTESE DOS RESULTADOS	85
10.	TIPO DE ESTUDO	86
11.	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE B: Mapa de geolocalização de estudos sobre nascentes realizados no bioma Caatinga.	87
1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	93
2.	O PRODUTO	94
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
4.	REFERÊNCIAS	98

## 1 INTRODUÇÃO

A crise hídrica tem crescido e se tornado um problema crônico global, onde países com escassez de água atingem 2,3 bilhões de seres humanos, cerca de 733 milhões de pessoas vivem em países com alto nível de escassez de água, quatro bilhões de indivíduos sofrem severamente com esse problema por pelo menos um mês por ano, e um quarto da população mundial não tem infraestrutura econômica de acesso à água (UNESCO, 2014; MEKONNEN & HOEKSTRA, 2016; UNESCO, 2021).

Além do consumo humano, a água tem diversos fins, dentre eles a dessedentação animal, geração de energia, navegação, recreação, turismo, manutenção da biodiversidade, entre outros. Entretanto, a maioria dos ecossistemas ligados à água no mundo estão sofrendo processos de poluição e degradação, nos quais se encontram nos recursos hídricos cada vez mais poluentes como “patógenos, metais pesados, fertilizantes, pesticidas, poluentes emergentes, e resíduos orgânicos” (UNESCO, 2020).

Os ciclos hidrológicos são modificados pelas mudanças climáticas, acarretando a diminuição das chuvas, alterações do uso e ocupação dos solos; crescente demanda de água; entre outros aspectos, que ocasionam uma situação de escassez de água, que por sua vez contribuem para a crise hídrica. Isso tem sido observado em todas as regiões que são acometidas de episódios de extremas secas (SNIS, 2021).

Em regiões semiáridas, segundo o International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 2018), por volta de 20 a 35% dessas regiões já enfrentam algum processo degradativo da terra, no qual se estima que aumente expressivamente com o crescimento de emissões de carbono em cenários distintos. Além disso, o avanço da seca, o acelerado crescimento populacional, e o aquecimento global agravam esse processo de degradação e desertificação em um curto período, expandindo e alcançando até 80% da região, nos países subdesenvolvidos (UNESCO, 2020). Com esse panorama de degradação, a qualidade, quantidade e confiabilidade dos fluxos hídricos são prejudicadas, afetando a segurança hídrica (IPBES, 2018).

O Brasil possui cerca de aproximadamente 12% de todo o volume de água doce do planeta, e esse volume hídrico representa o equivalente a 2% do território nacional, porém estudos mostram que diversas ações humanas somadas às mudanças do clima, tem gerado uma redução da superfície dessa água em todos os biomas, onde nos últimos trinta anos houve uma redução de 3,1 milhões de ha de superfície de água (MAP BIOMAS, 2021). Isso é corroborado

por Rodrigues (2006) que afirma que as consequências das ações humanas inadequadas também têm comprometido o reabastecimento e a produção de água

Além disso, em 2020, conforme reportado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021), houve cerca de 40% de perda média de água tratada no país, ou seja, um recurso que foi perdido no percurso até as residências, o que agrava ainda mais a problemática da crise hídrica nacional, sendo a região Nordeste a responsável por 46,3% dessa perda.

No Nordeste é onde encontramos o bioma Caatinga, que dentre os biomas semiáridos existentes, é o mais biodiverso e o mais populoso do mundo. Sua área constitui 11% do território do país, e se trata de um bioma exclusivamente brasileiro, com grande importância biológica, e alto grau de endemismo em sua biota (MMA, 2020). Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), em relação à questão hídrica, essa é a região mais vulnerável do país.

Esse bioma tem sido um dos mais ameaçados, em razão das diversas ações antrópicas insustentáveis praticadas na região, tais como: grande exploração madeireira, desmatamento, queimadas e pastoreio intensivo, que vem causando uma redução da biodiversidade; uma grande diminuição da fertilidade do solo, salinização do solo, aumento dos processos erosivos, desertificação, assoreamento, e perda da qualidade e quantidade de água (DRUMOND *et al.*, 2000; MMA, 2016).

Desta forma, é notória a necessidade de ações e estudos dedicados a esse ecossistema, que apesar de ser um dos biomas mais ameaçados do Brasil, é o ecossistema com menos pesquisas científicas, que possui uma vasta importância biológica e sociocultural, principalmente ao que tange os cursos d'água e suas nascentes, que além de escassas, são ainda mais comprometidas devido às ações antropogênicas e vulneráveis a mudanças climáticas.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) com o aquecimento global ocorrerá aumento das temperaturas, intensificação das secas, diminuição das chuvas, e conseqüentemente, perdas nos níveis de água nos reservatórios subterrâneos com menor vazão dos rios permanentes, e a região passará a ter uma vegetação mais semelhante de outras zonas áridas (MARENGO, 2008; SILVA *et al.*, 2017; MMA, 2020).

Mapear estudos na região, bem como identificar trabalhos dedicados a questões hídricas, sua conservação, proteção, e recuperação, são de suma importância para estimular ações oportunas e direcionadas que visem reduzir, reverter e evitar a degradação da terra com o objetivo de aumentar a segurança alimentar e hídrica (IPBES, 2018). Além disso, conhecer as

pesquisas realizadas na região auxilia na compreensão sobre as experiências dos pesquisadores locais, tais como seus avanços, descobertas e contribuições.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática de literatura para mapear as nascentes localizadas no bioma Caatinga, identificar os impactos causados pelas ações antrópicas na degradação destas e desenvolver um mapa com os trabalhos encontrados.

## 2 JUSTIFICATIVA

A relevância do tema foi o que determinou a sua escolha, conforme apresentado na introdução, identificar os fatores antrópicos que causam impactos na qualidade das nascentes é importante por diversas razões. Uma delas é que por meio de levantamentos bibliográficos, é possível mapear e quantificar o que tem sido estudado, auxiliando na compreensão do que tem sido realizado de pesquisas no bioma Caatinga e quais aspectos têm sido abordados.

Outro fator relevante, é que a presença de pesquisas em uma determinada área ameaçada serve como um fator de preservação daquela biota, dando maior visibilidade às questões abordadas e conseqüentemente inibindo ações degradantes.

E considerando que a recuperação de áreas degradadas se torna uma necessidade cada vez maior, diante do ritmo acelerado da degradação ambiental pelo qual esse habitat tem sofrido com as ações exercidas pelo homem, é notório a necessidade de se identificar ações que visem conservar/proteger/recuperar as nascentes presentes nesse ecossistema, na tentativa de amenizar os numerosos efeitos desta degradação, buscando adequações ambientais das atividades antrópicas.

Outra razão é que a questão da crise hídrica tem ganhado destaque cada vez maior com o passar dos anos, e tem obtido mais atenção e gerado novas discussões em âmbito mundial. Internacionalmente, a caatinga está vinculada a duas convenções de meio ambiente, da Organização das Nações Unidas (ONU), a Convenção de Diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação, o que mostra ainda mais a importância de se estudar e reunir estudos que atuem nessa temática.

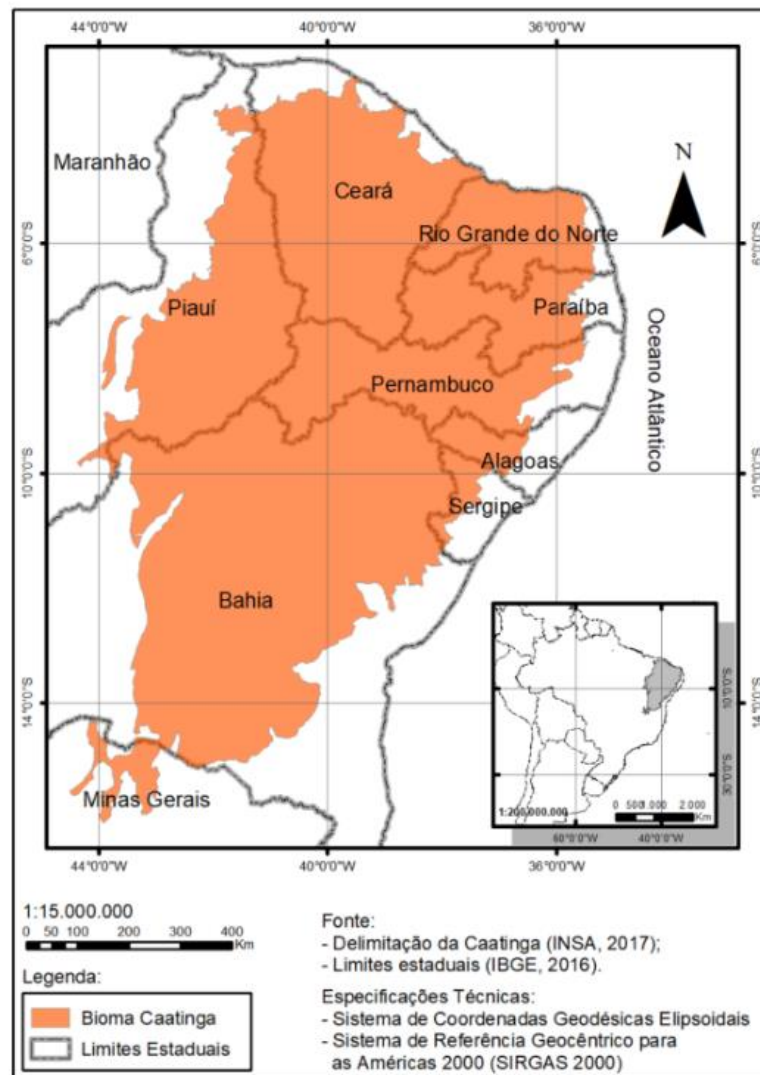
E por fim, estudos como esse, com temas relevantes em diversas esferas, geram conhecimentos parametrizados que podem servir de modelo para outros trabalhos, tais como os de conservação e recuperação de áreas degradadas, além de estimular o desenvolvimento de incentivos políticos, públicos e privados, ou outras medidas para tornar a pesquisa mais representativa e resolutiva às necessidades de conservação.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Bioma Caatinga

##### 3.1.1. Definição, delimitações e importância

A Caatinga quer dizer mata aberta e clara, nome de origem indígena e se trata de um bioma exclusivamente brasileiro que ocupa aproximadamente 862.818 km<sup>2</sup> do seu território, que compreende os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (Figura 1), com uma população em torno de 27 milhões de pessoas (GANEM, 2017; IBGE, 2019; MMA, 2022a).



**Figura 1.** Localização geográfica do bioma Caatinga.

Fonte: SANTOS (2018).

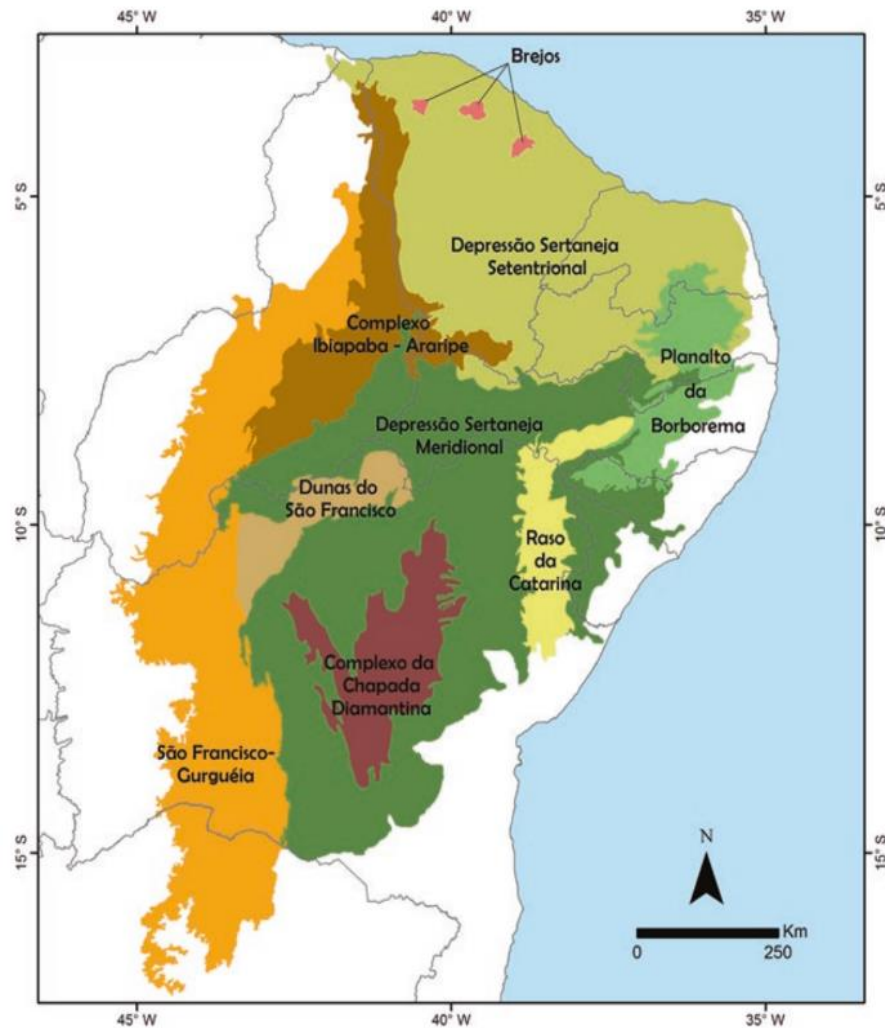
Trata-se da região semiárida mais biodiversa do mundo, com capacidade para uso sustentável, propícia a várias atividades econômicas que podem promover o desenvolvimento local (MMA, 2022a).

Comparada a outras regiões com mesmo clima, possui maior diversidade de espécies, com alto grau de endemismo, causada pelas relações entre as variações climáticas que aconteceram há milhares de anos atrás, somados com o contato com os outros biomas limítrofes, como a Mata Atlântica, Cerrado e Amazônico, e períodos de isolamento biótico, proporcionaram o estabelecimento de um ecossistema diferenciado e único (SENA, 2011; SILVA *et al.*, 2017).

Entretanto, apesar da sua relevância, seu território tem sido desmatado e degradado, onde cerca de 80% da sua área já foi alterada (MMA, 2022a). Dados do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) mostram que 42,3% da sua cobertura vegetal original já sofreram algum tipo de modificação e 52% do bioma sofre com problemas de degradação, e dados em tempo real do Map Biomas mostraram que aproximadamente 211 ha são desmatados por dia (ICMBIO, 2022; MAP BIOMAS, 2022).

### 3.1.2. Ecorregiões

Conforme descrito por Velloso *et al.* (2002), a Caatinga é dividida regionalmente em ecorregiões, sendo elas Planalto da Borborema, Dunas do São Francisco, Depressão Sertaneja Meridional, Depressão Sertaneja Setentrional, Raso da Catarina, Complexo de Campo Maior, Complexo da Chapada Diamantina, e Complexo Ibiapaba-Araripe, entretanto Silva *et al.* (2017) propôs uma nova configuração dessas ecorregiões, com o intuito de alinhar o novo mapa da Caatinga com a subdivisão criada por Velloso *et al.* (2002), diferindo com a retirada do Complexo de Campo Maior e a adição da ecorregião São Francisco-Gurguéia (Figura 2).



**Figura 2.** Mapa contendo a identificação das ecorregiões da Caatinga.

Fonte: Silva *et al.* (2017)

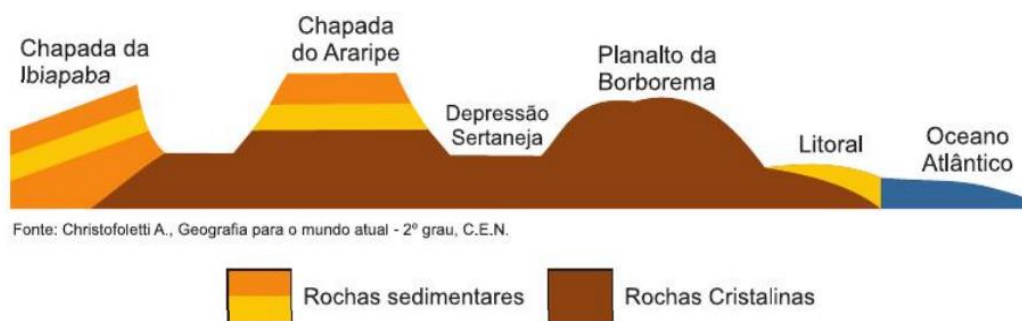
### 3.1.3. Vegetação e solos

A vegetação principal dessa região é composta de florestas decíduas e caatingas, com prevalência de árvores de pequeno porte e arbustivas, uma flora adaptada à escassez de água tais como espécies herbáceas anuais, suculentas, espinhos e acúleos, caducifólias; e pela presença de espécies endêmicas dessa área (PENNINGTON *et al.*, 2000; RODAL & SAMPAIO, 2002; SAMPAIO *et al.*, 2005). Outros tipos de vegetações também podem ser encontradas nesse bioma, como as matas serranas, os campos rupestres, os cerrados, alagados e a vegetação aquática dos corpos de água (GIULLIETI *et al.*, 2006).

Os solos desse bioma são muito distintos e retalhados, variam de solos cobertos por cactáceas, pedregosos e rasos, a profundos e arenosos, ácidos, com uma drenagem irregular, restrições físicas, e carência de cálcio, fósforo (SILVA *et al.*, 2017). A maioria dos solos

encontrados são os do tipo neossolos, planossolos, latossolos, luvisolos, argissolos e em menor quantidade os cambissolos, plintossolos, nitossolos, chernossolos, vertissolos (MENEZES *et al.*, 2005).

Os diferentes tipos de solos foram formados pelos diversificados tipos de rochas, com vários minerais, de diferentes texturas, profundidades, e capacidades distintas de retenção hídrica (SENA, 2011). Cerca de 70% do subsolo local é composto por rochas cristalinas rasas, e outra parte por rochas sedimentares (Figura 3), que somados com a taxa de evaporação que é três vezes maior que a de precipitação, limita a criação de nascentes perenes e a água se torna salinizada (MALVEZZI, 2007).

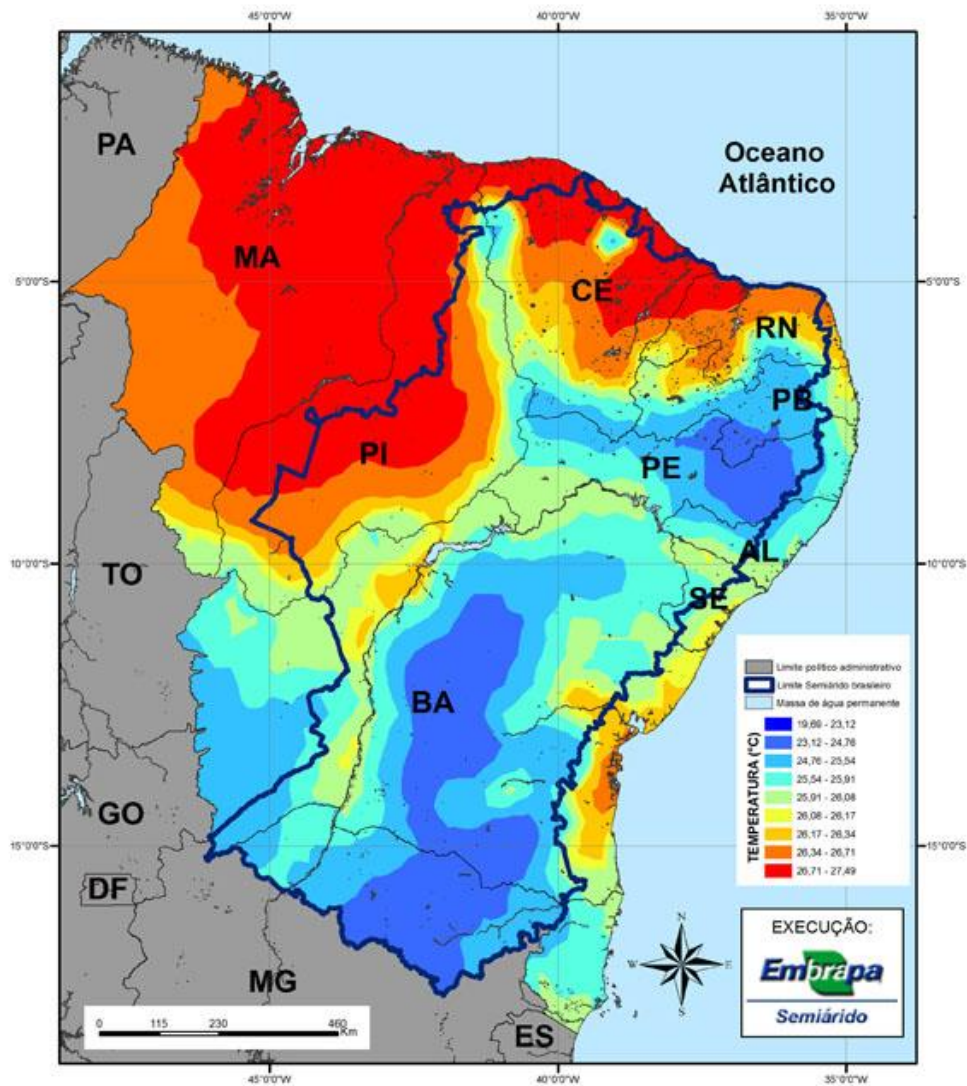


**Figura 3.** Representação do solo e regiões da Caatinga.

Fonte: Sena (2011).

#### 3.1.4. Clima

O clima é semiárido, com entorno de regiões de clima tropical. Segundo a Classificação do Clima de Köppen-Geiger é do tipo B, caracterizado por um clima seco, com baixa umidade (próximo a 50% de umidade relativa) (PEEL, 2016). As temperaturas médias são bem elevadas, com baixa amplitude térmica anual que costuma ser inferior a 6 °C, e com valores médios anuais variando entre 23 °C à 27 °C, sendo de maio a agosto os meses com temperaturas mais amenas, de novembro a abril é considerada a época chuvosa, e nos meses mais quentes, o solo chega a marcar a temperatura de até 60 °C (Figura 4) (GANEM, 2017; EMBRAPA, 2022).



**Figura 4.** Temperatura média anual para o Nordeste e Semiárido brasileiro.

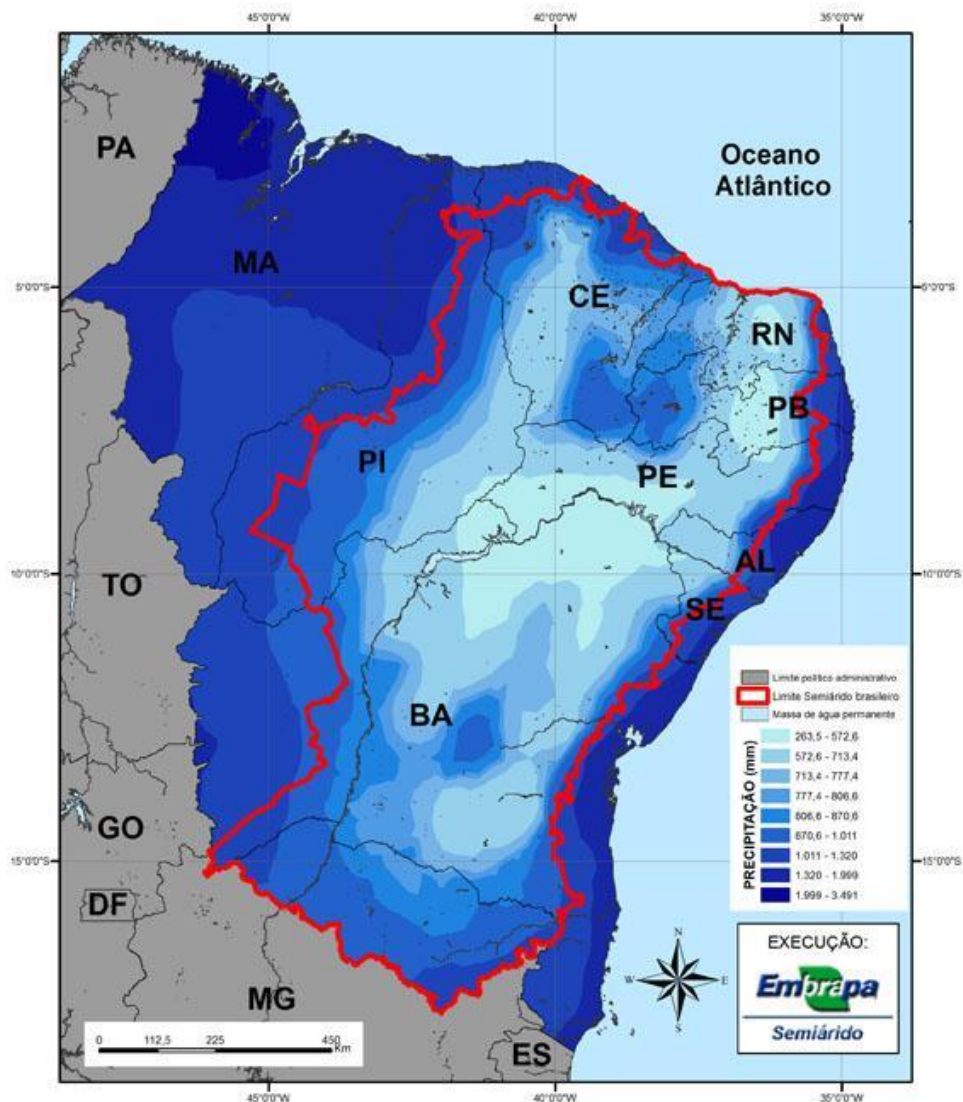
Fonte: EMBRAPA (2021).

As regiões com mais altitude, recebem mais chuva, as chuvas orográficas ou também chamadas de chuvas de relevo, que são chuvas formadas devido a obstáculos topográficos como montanhas. As áreas que possuem mais meses secos, são as áreas mais do centro da Caatinga e passam a ser mais úmidas nas periferias (PRADO, 2003; LEAL *et al.*, 2005). e as áreas mais baixas são mais escassas de precipitação (Figura 5), tudo isso gera irregularidade da distribuição de chuvas nesse bioma (GANEM, 2017). Contudo, mesmo na época considerada chuvosa, alguns anos ela acontece em menor vazão, ou ainda pela irregularidade da mesma, gerando anos de secas mais intensas (EMBRAPA, 2016).

Essa região apresenta alto déficit hídrico, umidade relativa do ar baixa e muita energia solar, ocasionando taxas elevadas de evaporação dos corpos d'água e de superfícies úmidas

(SILVA *et al.*, 2017). De acordo com Moura (2021) e com a Sudene (2021), a precipitação média anual é inferior a 800 mm (Figura 5) e os períodos chuvosos normalmente são concentrados geralmente em três meses e não são regulares, onde o clima atua no regime hídrico, com a presença principalmente de rios sazonais, entretanto a presença dos rios permanentes, o Parnaíba e São Francisco são essenciais para o fornecimento de água (PRADO, 2003; LEAL *et al.*, 2005).

A maior precipitação ocorre em serras com mais de 500 m de altitude, topos de chapadas e nas zonas mais úmidas, gerando os brejos de altitudes, conhecidos abrigos florestais, com flora semelhante à dos biomas da Mata Atlântica e Amazônico (LEAL *et al.*, 2005).



**Figura 5.** Variabilidade das precipitações anuais de chuva nas áreas de ocorrência da Caatinga.

Fonte: EMBRAPA (2021).

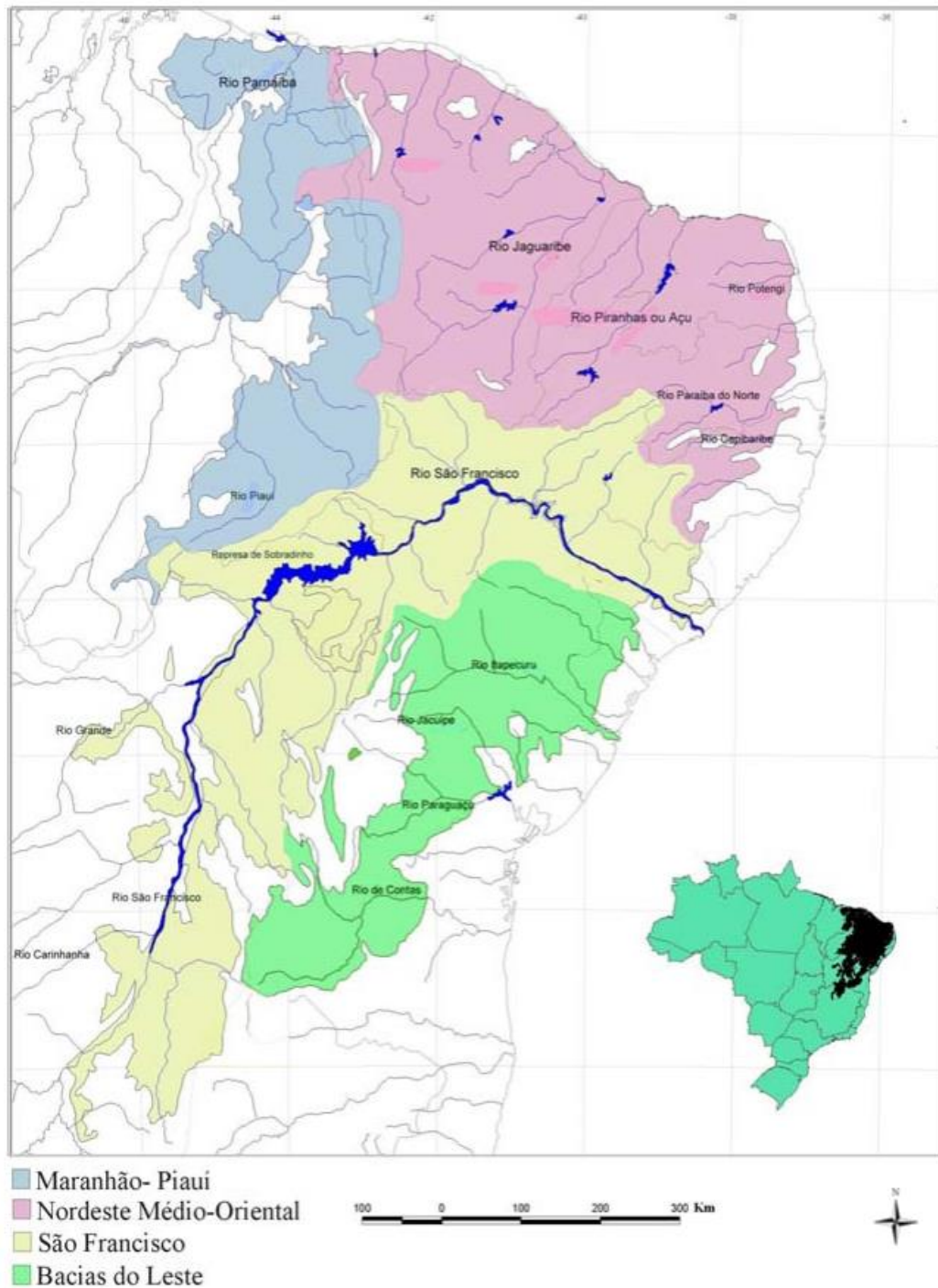
### 3.1.5. Nascentes e cursos d'água

As nascentes são mais presentes nas divisas das chapadas e serras, onde as chuvas orográficas são formadas (GANEM, 2017). Essa volubilidade espacial das chuvas cria diferentes microclimas nesse bioma, do desértico no centro da região ao chuvoso nas montanhas nas áreas de costas. Essa região apresenta somente duas estações definidas, a chuvosa e a seca, oscilando entre anos secos e anos com inundação, isso devido à proximidade com a linha do equador (2°54'-16°18'S), estando exposta à interferência de altas pressões subtropicais (GUERREIRO *et al.*, 2013).

As incertezas das chuvas, somadas a presença de solos rasos e a drenagem dos rios, geram pouco armazenamento de água nos solos, o que torna possível que rios sequem por mais de dezoito meses, demonstraram a pequena disponibilidade hídrica regional, restringindo em muitos locais a presença de água em épocas chuvosas (SILVA *et al.*, 2017).

Apesar de a disponibilidade hídrica ser maior no período chuvoso, de acordo com dados fornecidos por Andrade *et al.* (2017), 88% dessa água evapotranspira, 9% escoam e somente 3% infiltra e abastece os lençóis e nascentes. As nuvens advindas do litoral, por causa das chapadas e serras mais elevadas, ficam impedidas de avançar e quando chove, essa água escoam e penetra nas rochas e solo, resultando no aparecimento de nascentes de encostas e pés de serra úmidos (ANDRADE *et al.*, 2017).

Em relação aos rios da Caatinga, em sua maioria, eles são intermitentes, que são rios que só aparecem em períodos chuvosos, secando nos períodos de seca. Menos comuns, são os rios perenes, que possuem água durante todo o ano, como é o caso do rio Parnaíba e do rio São Francisco, ambos fundamentais para o fornecimento hídrico da população humana e ecossistema local. Estudos mostram que apenas cerca de 26% dos lagos presentes neste bioma são naturais e o restante artificial (Figura 6) (SENA, 2011; FARRICK & BRANFIREUN 2015; ANDRADE *et al.*, 2017; GANEM, 2017; SILVA *et al.*, 2017).



**Figura 6.** Regiões hidrográficas da Caatinga.

Fonte: Rosa *et al.* (2003).

Territorialmente, quase 40% da água superficial da Caatinga estão concentradas no estado do Ceará em contraponto com o estado de Sergipe que possui menos de 1% desse total (ANDRADE *et al.*, 2017). No que tange às bacias hidrográficas, Santos (2018) afirma que elas

são distribuídas em quatro regiões, sendo elas as bacias do Leste, São Francisco, Nordeste Médio-Oriental, e a Maranhão-Piauí (Figura 6).

Uma das soluções encontradas pela população historicamente, para obter o acesso à água nesse bioma, é a utilização da água subterrânea, assumindo um papel importante na solução dessa problemática hídrica. Apesar do potencial dessa prática atender as necessidades de água populacionais, existe o obstáculo relacionado a salinidades da água, além da existência de poucos estudos sobre a confiabilidade da qualidade desses recursos, havendo a necessidade de uma maior pesquisa precisa sobre essa potencialidade e plano de uso que assegure o uso racional e sustentável dessa água (REBOUÇAS 1999; ZEKTSER & EVERETT 2014; SILVA *et al.*, 2017).

### 3.1.6. Economia e tecnologias sociais

A Caatinga possui 32% dos estabelecimentos agropecuários do país, sendo a região mais rural do Brasil (CONAFER, 2021). Esse processo foi iniciado desde a colonização e as questões ligadas aos longos períodos de estiagens, característicos dessa região, geraram ações governamentais, chamados programas de emergência, para tentar solucioná-la ao longo do tempo. Foram abertas novas estradas, fomentadas novas atividades econômicas como a criação de cabras e ovelhas, introdução também de novas espécies vegetais, e criadas fontes de armazenamento de água, chamadas de cisternas, entretanto em sua maioria em propriedades privadas, segregando parte da população rural (ANDRADE, 1998; BUAINAIN & GARCIA, 2013; ALMEIDA, 2015; ANDRADE *et al.*, 2017).

Dentre as ações realizadas, em 2005 o governo federal criou um projeto bilionário para criação de canais para transpor água do rio São Francisco para rios e reservatórios locais, o que até o presente momento não foi totalmente concluída. Todas essas ações, trazem distúrbios e problemas ao ecossistema regional, no qual, segundo Andrade *et al.* (2016), o bioma em questão se torna suscetível devido a questões inerentes à pastagem e a produções agrícolas de sequeiro, apoiado por Leal *et al.* (2005) que afirmam que a criação de caprinos, a agropecuária constante, e os desmatamentos geraram um vasto processo degradativo dos solos, e em alguns locais, à desertificação.

Economicamente, a maior parte da população local está ligada à agricultura, todavia, essa representa apenas um pouco mais de 10% da do Produto Interno Bruto (PIB) da região, isso está muito relacionado ao fato de grande parte da produção agrícola ser para subsistência e comercialização local informal, predominando os serviços públicos como fonte de

aproximadamente 44% do PIB, e o setor industrial responsável por cerca de 12,5% (BUAINAIN & GARCIA, 2013).

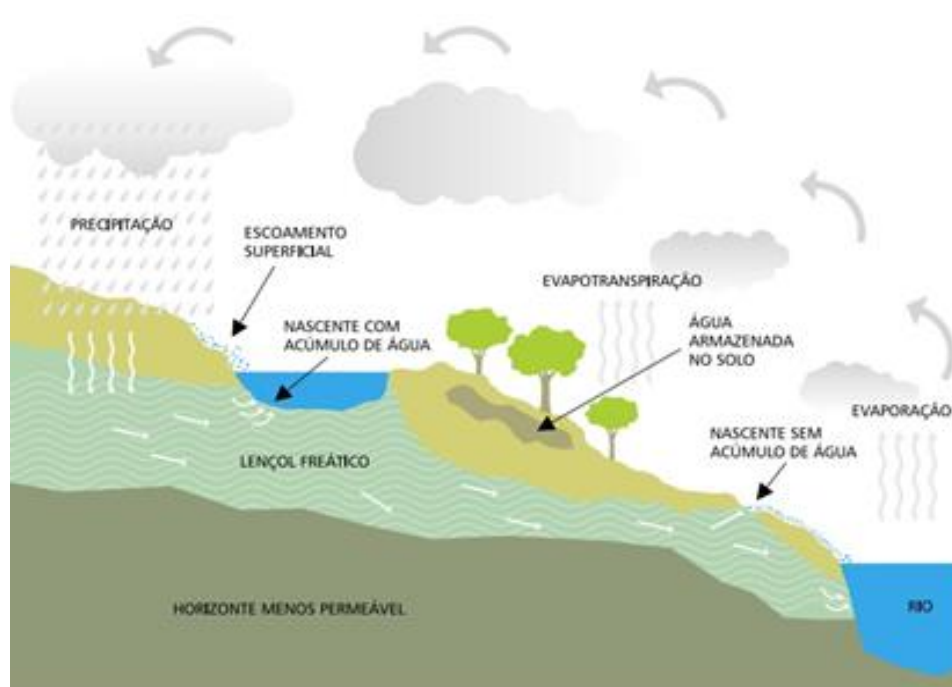
O uso e ocupação do solo favorecendo a degradação desse habitat, em conjuntos com o déficit de estudos, a falta de ações sustentáveis que englobam as dimensões ambientais, sociais e econômicas, a escassez de gestores do conhecimento e a baixa disseminação de informação são alguns dos elementos limitadores que prejudica o acesso das populações rurais a tecnologias sociais (SACHS, 2008; ANJOS, 2013).

### **3.2 Nascentes e o ciclo da água**

Nascente, de acordo com a Lei 12651/2012, é o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água, diferenciando-a de olho d'água, por este não formar curso d'água, podendo ser intermitente (BRASIL, 2012). Segundo Motta et al. (2016) também pode ser definida como nascente o instante do ciclo hidrológico em que a água que infiltra no solo ressurge na superfície.

As áreas de nascentes têm sido prejudicadas pelas atividades humanas, causando sérios impactos devido à importância destas no ciclo hidrológico dos cursos de águas superficiais, que fornecem água para Terra (ANA, 2011). As nascentes, mananciais, olhos d'água e veredas são ecossistemas indispensáveis para o equilíbrio e manutenção sustentável desse ciclo da água. Logo, quanto mais acometido esse habitat é, menor a disponibilidade de água doce potável para a população (WWF-BRASIL, 2007).

O ciclo hidrológico (Figura 7) ou ciclo da água é o movimento da água existente na atmosfera, nos solos, superfícies, mares, rios, lagos, plantas e animais que por ação do calor, ventos e ação gravitacional, acarretando o processo de evapotranspiração dessa água, transformando-se em nuvens, gerando a precipitação (SMA, 2009; MMA, 2022b). A precipitação ocorre sobre continentes e oceanos, onde infiltra reabastecendo os lençóis freáticos e as nascentes e escoam sobre ou sob a superfície do solo para rios e correntes, voltando aos oceanos (ALMEIDA, 2007).



**Figura 7.** Ciclo hidrológico

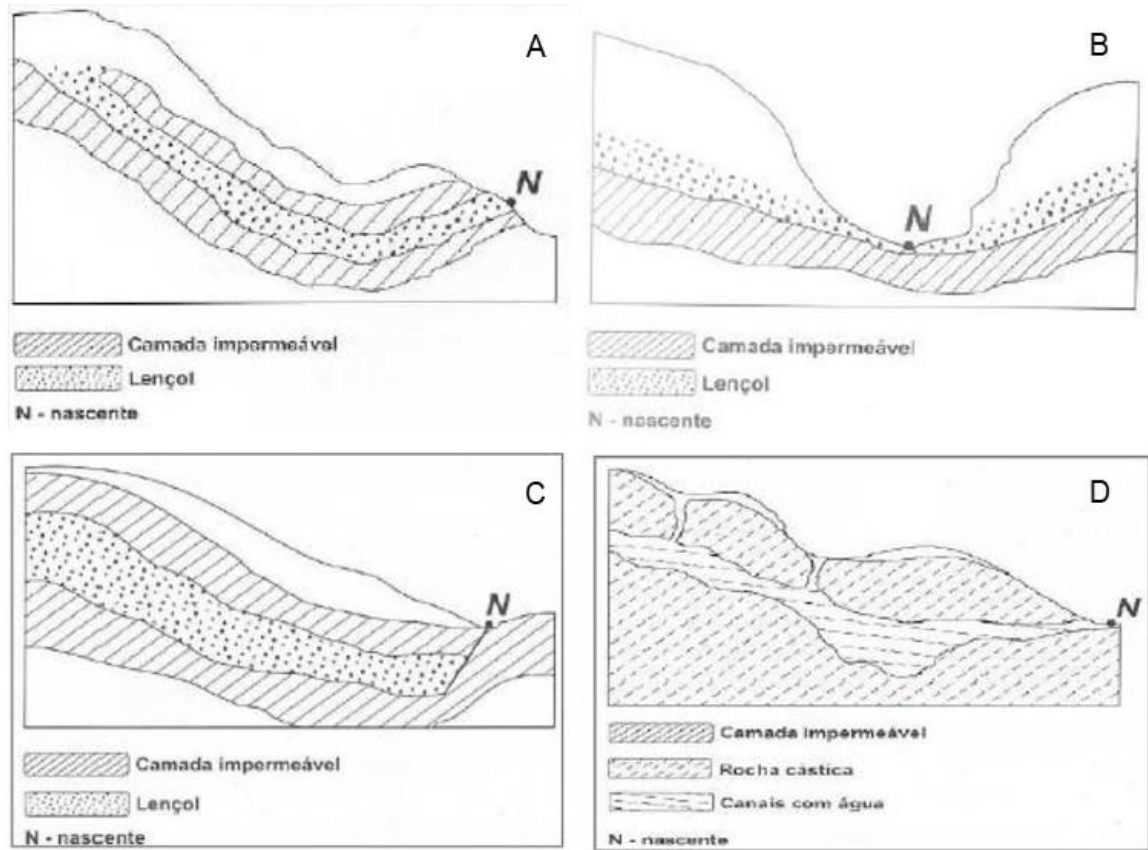
Fonte: Calheiros *et al.* (2009).

A dinâmica das nascentes e do lençol freático pode ser modificada de acordo com a vegetação e seu manejo (BALBINOT *et al.*, 2008). Para garantir a quantidade e qualidade da água das nascentes devemos manter a vegetação natural no entorno delas, nos cursos d'água e encostas, pois ela intercepta a água da precipitação, diminuindo seu impacto no solo, aumentando a capacidade de infiltração, mantendo a umidade do solo, diminuindo a erosão e o assoreamento dos cursos d'água (COLMAN, 1953).

Existem diversos tipos de classificações para diferentes tipos de nascentes. Dentre elas, podem ser definidas conforme a sua localização no terreno, sendo nascentes fixas ou pontuais, quando não mudam de local ao longo do ano e com apenas um ponto de afloramento; ou nascentes móveis, quando se deslocam de acordo com a saturação do lençol freático que são variáveis; ou ainda nascentes difusas, que não tem como especificar o local de afloração e aparece ao longo de uma área, bem como as nascentes múltiplas que são diversas vazantes pontuais ou até mesmo difusas (FELIPPE, 2009; SOUSA NETO, 2010).

Quanto ao fluxo, podem ser classificadas como perene, que possui o ano inteiro, mesmo com variações; as intermitentes, que advêm da época de chuvas; e as temporárias, que são as mais presentes nas regiões semiáridas e áridas, que são as sujeitas diretamente à precipitação. Existem também as classificadas conforme as características geológico-geomorfológicas, que podem ser de lençóis artesianos (Figura 8A), as de depressão ou chamadas também de olho

d'água (Figura 8B), as de encosta (Figura 8C), e as de rochas cársticas (Figura 8D) ( VALENTE & GOMES, 2015).



**Figura 8.** Nascente de lençóis artesianos (Figura A), nascente de depressão ou olho d'água (Figura B), nascente de encosta (Figura C) e nascente de rochas cársticas (Figura D).

Fonte: Valente & Gomes (2015).

As consequências causadas pelo desmatamento resultam no aumento do escoamento hídrico superficial; redução da infiltração da água no solo; redução da evapotranspiração; aumento da erosão eólica; aumento da temperatura; redução da fotossíntese e redução da flora e fauna nativas. Com a ocupação do solo para diferentes usos, como atividades agrícolas (agricultura e pecuária) mal manejados, além de gerar todos os problemas já citados, contaminam os mananciais, compactam o solo e favorecem a degradação física, química e biológica do solo (MARMONTEL, 2014).

Visto isso à degradação ambiental é descrita há anos pelo IBAMA (1990) como a supressão da flora e fauna nativas, onde a fertilidade da camada superficial do solo tem sido retirada, perdida e aterrada, influenciando na qualidade e vazão dos sistemas hídricos e consequentemente impossibilitando o desenvolvimento socioeconômico.

A mata ciliar, como é definida a cobertura vegetal existente ao redor dos rios, lagos, nascentes, lagoas e reservatórios, tem papel importante na conservação dos recursos hídricos, visto que, existe relação de interdependência entre a floresta e o ecossistema aquático, e que a degradação ou escassez de um perturba profundamente a existência e a qualidade do outro. Segundo Silva (2009), os fragmentos remanescentes de vegetação natural atuam como mecanismo eficiente na preservação da qualidade da água, sendo um caminho sustentável para melhoria dos sistemas hídricos.

Essa vegetação, no bioma Caatinga, está floristicamente e estruturalmente descaracterizada devido a variadas ações antrópicas realizadas na região (ARAÚJO, 2009). Conforme descrito por Nascimento (2001), a supressão dessas matas ciliares, podem diminuir ou até mesmo extinguir a vazão dos cursos d'água, influenciando a estabilidade dos fluxos hídricos, como causando a cessação de afluentes, inclusive do rio principal, provocando um grave impacto ambiental.

As nascentes desta região costumam ter uma vazão limitada às épocas de chuvas, onde nas épocas de seca reduzem expressivamente, ou mesmo entram em estiagem transitoriamente. A vegetação ciliar a essas nascentes pode ser preocupante em relação ao consumo de água nesse quadro de escassez hídrica, visto que cada espécie tem uma demanda em intensidade e profundidades diversas (CALHEIROS *et al.*, 2009).

As matas ciliares da Caatinga costumam ser bem variadas, de acordo com a sazonalidade das nascentes e cursos d'água, o clima, os estresses sofridos e o gradiente topográfico desses locais, tornam essa vegetação incomparável a qualquer outra região do mundo (RODRIGUES & LEITÃO, 2000; ALVAREZ *et al.*, 2010). Corroborando, um estudo realizado por Nascimento (2010), realizado em Petrolina - PE em um remanescente da vegetação ciliar às margens do rio São Francisco, ele encontrou uma diversidade ambiental em sua área de pesquisa devido as diferenças da flora, na pedologia, na topografia, localizando arbustos, cipós, trepadeiras e árvores no entorno, catalogando 48 espécies distintas.

No trabalho Conceição (2010) ele alega que a introdução mudas de Ingá (*Inga vera* subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn.) é usual em processos de reflorestamento de matas ripárias da Caatinga, consorciados com Bromeliaceae e Cactaceae. Miranda & Silva (1989) afirmam que o comportamento das redes hidrográfica e os tipos de morfologia nessa região são definidos prevalentemente pelo clima, que além de adequar os aspectos dessa vegetação, geram uma grande diferença em comparação a Caatinga que a cerca.

Portanto, fica evidente a importância de se criar um diagnóstico apropriado a realidade de cada local, com um estudo minucioso sobre a vegetação original, discernindo potenciais espécies nativas para restauração, avaliando as melhores técnicas de propagação, realizando o acompanhamento dessa regeneração, além de sensibilizar a população sobre a importância disso, é fundamental para o sucesso da recuperação da mata ciliar das nascentes e cursos d'água (CONCEIÇÃO, 2010).

### **3.3 Legislação ambiental das bacias hidrográficas e das nascentes**

Historicamente, a legislação ambiental vem sendo discutida e debatida desde o período colonial. Em 1934, foi criado o primeiro Código Florestal brasileiro, que serviu de base jurídica e legal para a formação da primeira área protegida do país, o Parque Nacional de Itatiaia, no estado do Rio de Janeiro. Essas áreas foram subdivididas e definidas como: Área de Preservação Permanente (APP); Reserva Indígena; Unidade de Conservação; Reserva Legal; e Área de Reconhecimento Internacional (MEDEIROS, 2004).

A International Union For Conservation of Nature (IUCN, 1994) descreve como áreas protegidas um espaço geográfico evidentemente estipulado, gerado, dedicado e reconhecido por meios legais ou outros de mesmo modo efetivo, que tem como finalidade assegurar a conservação da natureza a longo prazo, em conjunto com serviços ecossistêmicos, relacionado com valores culturais, sendo divididas em seis tipos: Parque Nacional; Monumento Natural; Paisagem/Costa Protegida; Área Protegida de Manejo de Recursos; Reserva restrita da Natureza/Área Selvagem; Área de Manejo de Habitat/Espécie.

Na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) de 1992, as áreas protegidas são relevantes vias voltadas para a conservação *in situ* da biodiversidade, visto que viabilizam o desenvolvimento das áreas adjacentes à área que foi protegida, permitem a recuperação de espécies que estão ameaçadas, recuperam e restauram ecossistemas degradados (CDB, 1992).

A Lei nº 9.985/2000, de 18 de julho de 2000 que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que tem entre outros objetivos, a manutenção da diversidade biológica, recuperação ou restauração de ecossistemas degradados, proteção das paisagens naturais, proteção às espécies ameaçadas de extinção, e ainda propicia o desenvolvimento sustentável por meio dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Para complementar, no âmbito dos recursos hídricos, Rodrigues (2014) relata que as primeiras leis acerca deste tema foram o Código Penal de 1840 e o Código das Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934). Em 1997 entrou em vigor a Lei nº 9.433/1997 (BRASIL,

1997), também conhecida como “Lei das Águas”, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (RODRIGUES, 2014).

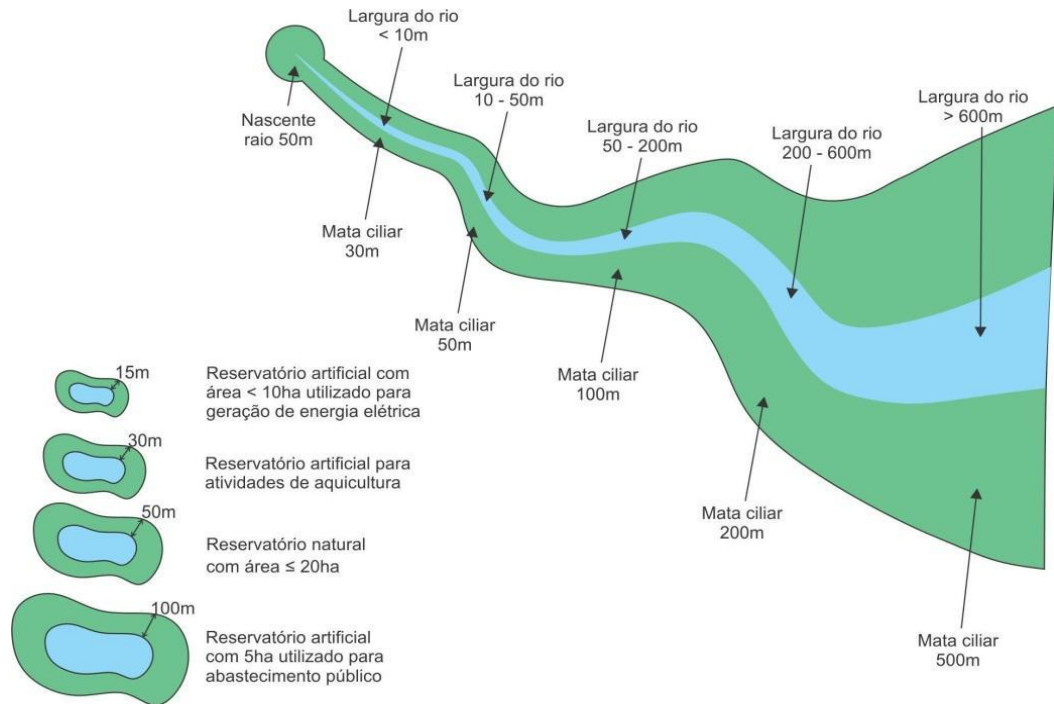
Pela Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é considerada um bem de domínio público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, na qual a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades e em situações de escassez, o uso prioritário da água é para o consumo humano e para a dessedentação de animais (BRASIL, 1997). Ainda de acordo com Brasil (1997), essa política é responsável pela implementação das bacias hidrográficas, que se trata de uma unidade de atuação do SINGREH.

Segundo Schiavetti & Camargo (2002), o conceito mais usual de bacias hidrográficas é de uma “unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental”. Hidrologicamente pode ser definida como a junção de terras que escoam através de um principal corpo hídrico e seus afluentes, sendo a unidade de estudo quantitativo e qualitativo do recurso da água e dos fluxos de nutriente e sedimentos mais adequados para esse fim.

Conforme a Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como lei das águas, em seu artigo 1º, inciso V, descreve a bacia hidrográfica como “a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997). Na mesma lei, no art. 8º, afirma que “os planos de recursos hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País”.

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2012), às áreas no entorno das nascentes e cursos d’água devem ter sua vegetação protegida da exploração florestal (Figura 9), afirmando o compromisso no inciso I do art. 1º incluído pela Lei nº 12.727, de 2012 em preservar as florestas e vegetação nativa, tal como a biodiversidade do solo, dos recursos hídricos e manter a integridade do sistema climático nas áreas de preservação permanente (APP’s) e nas Reservas Legais, para garantir o bem estar da atual e futura geração. Entende-se como Área de Preservação Permanente:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).



**Figura 9.** Ilustração da Lei 12.651/2012 que define a relação da largura do curso d'água ao tamanho da faixa de mata ciliar a ser preservada.

Fonte: Euclides (2005).

Rodrigues *et al.* (2009) declara que estas áreas de preservação possuem solos potencialmente mais erodíveis, sendo prioridades de recuperação. "Nas Áreas de Preservação Permanente (APP's), é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008" (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

Entende-se por Reserva Legal a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, onde todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as APP's, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

Poderão ser computadas as APP's na porcentagem de Reserva legal, desde que não implique a conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo; e que o proprietário tenha o Cadastro Ambiental Rural (CAR) (BRASIL, 2012).

Com o novo Código Florestal, no § 1º do art. 17 da Lei 12651/12, é também admitido à exploração econômica da Reserva Legal mediante manejo sustentável, principalmente para pequena propriedade ou posse rural familiar, sendo simplificado o procedimento do plano de

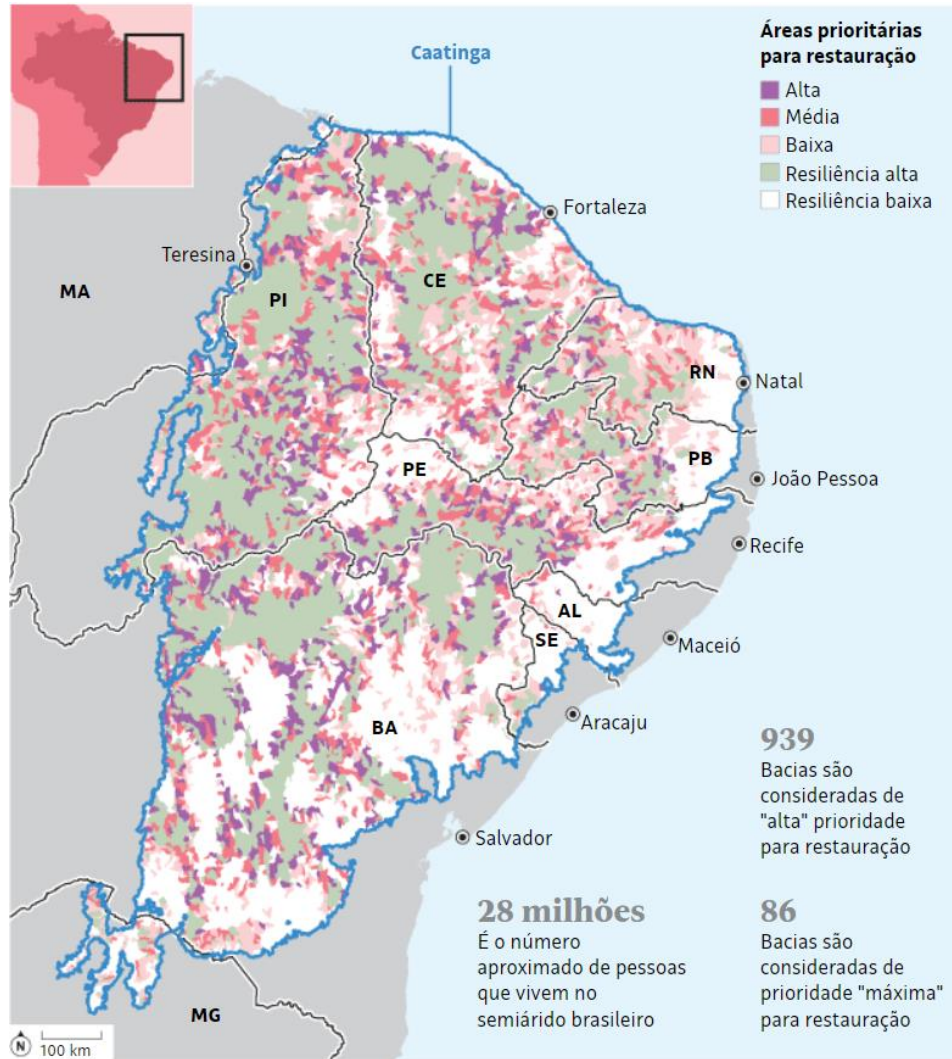
manejo para a agricultura familiar. Essa lei dispõe que: “poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, com espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais” (BRASIL, 2012).

No fim da década de 90, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), realizou uma pesquisa com foco na conservação, utilização sustentável e áreas prioritárias para a biodiversidade, mostrando a iminência e vulnerabilidades dessa região ao processo de desertificação extremamente alto e/ou perda de habitat, gerando a ameaça de extinção de espécies endêmicas e de grande importância biológica, como a finalidade de criação e implantação de programas, políticas públicas, e atividades governamentais, tais como a proposta de criação de mais Unidades de Conservação (UC's), e que gerou um levantamento de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (Figura 10) que foi promulgada pela Portaria nº 126 de maio de 2004 (GANEM, 2017).

Para o bioma Caatinga, bem como Cerrado e Pantanal, foi atualizado esse levantamento por meio da Portaria 223, de 21 de junho de 2016, no qual reconheceu e definiu como áreas prioritárias:

I - conservação in situ da biodiversidade; II - utilização sustentável de componentes da biodiversidade; III - repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado; IV - pesquisa e inventários sobre a biodiversidade; V - recuperação de áreas degradadas e de espécies sobreexploradas ou ameaçadas de extinção; VI - valorização econômica da biodiversidade (MMA, 2016).

Essas áreas foram classificadas como de alta, muito alta e de extremamente alta importância biológica (Figura 10).



**Figura 10.** Mapa das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga.

Fonte: Adaptado de Antongiovanni *et al.* (2022).

De acordo com Ganem (2017), a Caatinga em 2017 tinha 149 unidades de conservação proteção integral e de uso sustentável cadastradas, que protegiam cerca de 6.505.775 ha, o correspondente a em torno de um pouco menos de 8% do bioma. No estudo de Antongiovanni *et al.* (2022), foi realizado o mapeamento dessas áreas com a proposta de se fosse feita a recuperação desses locais, como isso ajudaria a espécies ameaçadas de extinção e a adaptação as mudanças climáticas.

Ainda no mesmo trabalho, foi realizada a subdivisão de mais de 10 mil bacias de captação de água, estimando o número de espécies ameaçadas, o nível de desmatamento das bacias e sua importância para o bioma, onde se concluiu que 939 bacias têm alta prioridade de restauração, inseridas em todo o bioma, e 86 são de máxima prioridade, com espécies endêmicas (Figura 10) (ANTONGIOVANNI *et al.*, 2022). Todos esses dados reforçam e consolidam a importância

de se proteger e estudar esse bioma totalmente brasileiro, e mostram o quão único, relevante e essencial para cerca de 28 milhões de pessoas que nele habitam.

### **3.4 Degradação ambiental, conservação e recuperação de nascentes**

Legalmente, de acordo com o artigo 2º do Decreto Federal 97.632/89 são considerados como degradação ambiental “os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”. Já conforme a Instrução normativa ICMBIO Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, é considerada como área degradada “aquela impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe ao estado inicial, dificilmente sendo restaurada, apenas recuperada” (BRASIL, 1989; ICMBIO, 2014).

Muitos estudos mostram a atuação humana na forma de uso e manejo da terra e os tipos de cobertura vegetal atuam diretamente no processo de degradação ambiental, principalmente nos atributos do solo, e na disponibilidade e qualidade da água (HOODA *et al.*, 2000; CONTE & LEOPOLDO, 2001; CELANTE, 2004; LINHARES *et al.*, 2005). As causas da degradação das nascentes são diversas, ocasionadas por ações antrópicas tais como a urbanização, uso e ocupação do solo com atividades agrícolas e pecuárias, desmatamento, queimadas entre outras práticas que resultam uma diminuição da infiltração da água que abastece os lençóis freáticos, gerando a contaminação, bem como o assoreamento e até mesmo a extinção desses corpos hídricos (MOTTA *et al.*, 2016).

De acordo com Drumond (2000), próximo a fontes de água realizam cultivos agrícolas, caça, pesca e extrativismo vegetal, onde todos esses fatores têm comprometido muitas nascentes e cursos d'água, que se agravam com as mudanças climáticas. Segundo Lima (2004) o uso inapropriado de áreas semiáridas, tais como a remoção parcial ou total da cobertura florestal, diminui localmente a biodiversidade, acarretando a degradação dos solos por meio erosivo, esgotando-o pelo movimento das partículas que se desagregam, sendo retiradas daquele local e se depositando em outro lugar, podendo chegar ao processo de desertificação.

Diante do ritmo acelerado da degradação ambiental pela qual a Caatinga vem sofrendo com as ações exercidas pelo homem, dentre as quais têm comprometido a infiltração da água no solo, que na região possui baixa profundidade e é pedregoso, aumenta o escoamento superficial das chuvas que são escassas, cujo índice pluviométrico varia entre apenas 300 e 800 milímetros anualmente, agravado com as temperaturas elevadas, provocam o aumento da evapotranspiração, que é ainda maior por conta da supressão antrópica da vegetação ciliar,

umentando o assoreamento dos cursos d'água, a poluição dos córregos e o aterramento das nascentes, que só pioram o cenário de degradação destas (GANEM, 2017).

Quanto ao estado de conservação ou de degradação, ainda que não haja parâmetros estabelecidos na literatura científica, a classificação das nascentes foi realizada levando em conta a APP e o seu grau de conservação, definidas como preservadas, perturbadas, relativamente preservadas/conservadas e degradadas.

Uma definição de cada uma dessas classificações foi criada pelo Programa do governo do estado de São Paulo denominando “Adote uma Nascente”, que descreve uma nascente preservada como aquela que apresenta APP sem perturbação antrópica, já uma nascente relativamente conservada/perturbada com existência de gramíneas que atrapalham a regeneração da mata nativa; sem gado, e como remanescentes de vegetação nativa próximos com alto nível de biodiversidade, e por fim, como nascente degradada, com falta de regeneração natural e banco de sementes ou plântulas, sem muita vegetação no entorno, coberta de espécies exóticas, principalmente pastagens, com gado na área, e solo com poucos nutrientes (MOTTA *et al.*, 2016).

Para uma determinada área ou regiões deixar de ser considerada degradada, ela precisa passar por um processo chamado de recuperação, independentemente da finalidade que terá essa reversão, sua destinação futura e do seu estado original (EMBRAPA, 2017). No que tange a questão da recuperação ambiental, na Lei nº 9985 de 18/07/2000, artigo 2º, XIII, recuperação ambiental é a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original” (BRASIL, 2000).

Recuperar uma nascente ou área ciliar degradada requer uma atuação do homem no sentido de isolar a área e interromper as causas da degradação, e posteriormente fazer o enriquecimento vegetativo da área. Para aumentar as chances de sucesso de recuperação, são indicadas espécies vegetais nativas, de incidência local (RODRIGUES *et al.*, 2009).

Traçar estratégias para recuperação de áreas degradadas é fundamental para o sucesso da mesma e dos componentes inseridos nessas áreas, como as nascentes e cursos d'água. Conhecer o ecossistema a ser restaurado, e não somente reproduzir o que é realizado em outros locais, bem como entender os seus mecanismos de regeneração, quais são os fatores que limitam ou restringem esse processo em cada região, buscando informações a respeito dos distintos processos ecológicos de cada população, tais como flora, fauna, solos, clima, geomorfologia, entre tantos outros fatores, inclusive as relações socioecológicas, é a chave para se obter um projeto de recuperação eficiente (HARDWICK *et al.*, 1997; SOUZA, 2016).

Atualmente há diversas maneiras de se recuperar uma área onde estão inseridas nascentes, tendo um olhar amplo sobre a área, e trabalhando com a proposta de equilibrar o ciclo hidrológico. Alguns desses recursos são através de práticas vegetativas, tal qual o uso de técnicas como a regeneração natural, semeadura, nucleação, plantio de mudas (RODRIGUES *et al.*, 2020). A regeneração natural, como já diz o nome, é um processo de determinada área que se recupera de forma natural, do restabelecimento do habitat original de interação de forma natural (GAMA *et al.*, 2002).

Uma das principais formas para se proteger as nascentes e cursos d'água é recuperá-los com a condução da regeneração natural, e por meio do isolamento das áreas nas quais elas estão inseridas, conforme orienta a Instrução Normativa nº 05 de 2009, que “dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal” (BRASIL, 2009).

Já a técnica de semeadura pode ser realizada de duas formas, direta e indireta. Na direta, a recuperação da vegetação é feita por meio do lançamento de uma grande quantia de sementes nativas, com potencial elevado para germinar, prioritariamente espécies pioneiras diversificadas. Dependendo das condições locais pode conter também espécies secundárias, numa determinada área, seja de forma mecanizada, manual ou até mesmo híbrida, sendo a indireta realizada por meio de sementeiras (EMBRAPA, 2022).

A nucleação é uma técnica na qual se criam núcleos ou ilhas nas áreas a serem recuperadas, transpondo de áreas próximas, ou com vegetação semelhante, plantas, solo, sementes, poleiros, galhos, microrganismos e nutrientes. Dessa forma são gerados fluxos naturais que vão se alastrando e revegetando a área (ESPÍNDOLA *et al.*, 2006; SILVA, 2011).

Conforme Ignácio *et al.* (2007), o plantio de mudas é aplicado em situações de uso agropastoril no lugar da vegetação nativa, ou quando a área não está tão comprometida. Para Rodrigues *et al.* (2009), essa técnica apresenta muitos aspectos positivos após a fixação e estabilização das espécies plantadas, que atraem animais que dispersam as sementes e intensificam a sucessão vegetal, e é apontada como muito eficiente por Trindade & Schulz (2009), devido à cobertura rápida do solo e auto renovação florestal. Outra técnica muito utilizada para a recuperação das matas ciliares e as de topos de morro, são os replantios de plantas nativas, fundamentados em conceitos referentes aos Sistemas Agroflorestais (SAF's) (BRASIL, 2009).

O Ministério do Meio Ambiente, também por meio da Instrução Normativa nº 05 de 2009, define Sistemas agroflorestais – SAF's como:

Sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes (BRASIL, 2009).

Os SAF 's apresentam grande potencial para um desenvolvimento sustentável, através da conservação dos solos e da água, recuperando e interligando fragmentos florestais e matas ciliares e conservando a biodiversidade (MÜLLER, 2017). Além disso, ele possui alto potencial de transferência de nutrientes de camadas inferiores para a superfície do solo, fixação de nitrogênio, redução de erosão e lixiviação, aumento ao teor de matéria orgânica, de umidade e de fauna do solo, sendo ótimos mantenedores da fertilidade do solo, além de propiciar a formação de microclima ameno, e transformação da paisagem, sendo uma solução alternativa para a recuperação de áreas degradadas (VALERI *et al.*, 2003; CRODA, 2019).

Nardele & Conde (2008) complementam afirmando que, com a agrofloresta, há diminuição dos gastos com insumos externos e maior garantia para o agricultor de produção e renda para as gerações futuras, o que é respaldado por Schembergue *et al.* (2017) quando afirma que esse sistema promove a sustentabilidade socioeconômica além da ambiental.

A escolha da técnica mais adequada é definida por um criterioso diagnóstico ambiental da área a ser recuperada, questões econômicas, e até mesmo sociais. Exemplificativamente, de acordo com Gasparino *et al.* (2006), o plantio de mudas traz em tempo curto em relação a regeneração natural que é mais sugerida em áreas pouco modificadas, e por ser uma técnica mais economicamente viável e menos trabalhosa, mas demanda mais tempo.

Dentre outras práticas de restauração e conservação do solo e da água, pode ser feita também de forma mecânica como o cercamentos das áreas; a captação e armazenamento de água da chuva utilizando-se de caixas secas. É possível também citar o terraceamento ou terraços de contenção, entre outras (VENTURIM, 2011; SENNA *et al.*, 2013).

Segundo Meyer (2021), o terraceamento é uma importante prática mecânica, pois controla a erosão do solo e o escoamento de água. Trata-se de “um conjunto formado pela combinação de um canal de um camalhão, construído a intervalos dimensionados, no sentido transversal ao declive, ou seja, construídos em nível ou com pequeno gradiente”. É utilizado para reter, infiltrar, ou escoar lentamente as águas advindas da parcela lançante superior, de forma a minimizar o poder erosivo das enxurradas cortando o declive.

O terraço permite a contenção de enxurradas, forçando a absorção da água da chuva pelo solo, ou a drenagem lenta e segura do excesso de água, podendo reduzir as perdas de solo em até 70-80%, e de água em até 100%, se bem construído. A técnica de caixa seca, segundo o

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2010), é um reservatório que deve ser calculado com base em critérios como declividade e largura da estrada, textura do solo e quantidade de chuva que se quer captar, instalado na margem de estradas rurais e encostas para captação das águas de chuva. Esse reservatório funciona de formas semelhante a uma pequena barragem, captando a água da chuva e favorecendo sua lenta infiltração no solo, penetrando nos lençóis freáticos e, assim aumentando a vazão das nascentes.

Em relação à recuperação de nascentes na Caatinga, os remanescentes florestais devem ser conservados, para proteger as fontes de águas subterrâneas e superficiais, o que faz com que a água esteja mais disponível até em regiões em que ela se faz limitante (DOUGLAS *et al.* 2005; FARRICK & BRANFIREUN, 2015).

Andrade *et al.* (2017), afirma que em relação a recuperação de nascentes em locais com regimes climáticos irregulares e com maior evaporação que precipitação (balanço hídrico negativo), é primordial ter uma visão integral e abrangente da área a ser trabalhada, onde o lugar, os recursos naturais ambientais, e o homem estão intrinsecamente relacionados para compreender a disponibilidade, o auxílio e os serviços que a água pode fornecer. Assim como, tomar decisões que respeitem o meio ambiente e suas especificidades, conforme a realidade de cada localização, é uma forma de solucionar demandas de variados tipos de uso da água.

No caso da Caatinga, qualquer atuação relacionada a recursos hídricos, deve-se ponderar quais são os tipos de uso mais utilizados dos recursos naturais, as épocas de seca, as imprecisões e irregularidades das épocas de chuva, aumento da população, aumento da produção alimentar, entre outras questões que surjam na avaliação que deve ser feita (ANDRADE *et al.*, 2017).

Tanto Rodrigues *et al.* (2013), como Andrade *et al.* (2016), apontam que uma das técnicas utilizadas para elevar a produção e armazenagem de água nos solos da Caatinga é o desbaste (Figura 11). Esse tipo de manejo consiste em retirar seletivamente algumas árvores e arbustos específicos com o intuito de minimizar a concorrência por incidência solar, nutrientes e pela água, dessa forma se formam mais espaços onde ocorre o desenvolvimento da cobertura do solo por meio de pequenas espécies herbáceas (SAVADOGO *et al.* 2008).

Garcia-Ruiz *et al.* (2008) em seu estudo, apontam que o surgimento dessas coberturas influencia e define como será o padrão do fluxo hídrico em uma bacia hidrográfica. Logo o desbaste sendo feito corretamente, a cobertura herbácea em conjunto com resquícios de colheita que ficam no solo, proporcionaram a diminuição do escoamento superficial, em que a água permanecendo mais tempo naquele local tem maior taxa de infiltração e desse modo, ampliando a capacidade de armazenamento hídrico nos solos.



**Figura 11.** Desbaste na Caatinga na época de chuvas (à esquerda) e época seca (à direita).

Fonte: Araújo Filho (2014).

Aquino (2015) percebeu, em seu trabalho realizado na Caatinga, essa dinâmica num solo do tipo neossolo invertido, com diferentes usos, uma com desbaste por 6 anos e outra com mata preservada a 35 anos, no qual mostrou que na área que houve o desbaste, com o aumento dessa biomassa herbácea, o solo aumentou sua umidade.

Ainda no estudo de Aquino (2015), o escoamento superficial numa área de regeneração do bioma em estudo, se inicia quando a umidade do solo chega em aproximadamente 25%, já com a técnica de desbaste ela passa a ser superior a 30%, já em relação ao armazenamento de água no solo, estudos mostram que em áreas de regeneração a porcentagem é de 10% e com desbaste essa retenção chega a 15%. Esse menor escoamento somado ao maior depósito de água nos solos, gera um aumento de biomassa que auxilia além da questão da escassez hídrica, na contenção de perda do solo e consequentemente de nutrientes (LOBATO *et al.*, 2009; PALÁCIO, 2011).

Ainda que pesquisas mostrem a efetividade de tais práticas, mais estudos se fazem necessários para definir e impulsionar a recuperação e o uso sustentável dos recursos hídricos nesse bioma. É preciso experimentar e estabelecer formas sustentáveis de aproveitamento sustentável desse patrimônio natural, para o mais próximo do equilíbrio ideal desse ecossistema, e definir limites de exploração é fundamental para se determinar a degradação ou conservação local (PALÁCIO *et al.* 2013; ANDRADE *et al.*, 2017).

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Realizar um levantamento e mapeamento bibliográfico de estudos sobre as nascentes, do bioma Caatinga, e identificar os impactos causados pelas ações antrópicas na degradação destas.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- I. Realizar revisão de literatura do tema da pesquisa;
- II. Sistematizar dados encontrados nas pesquisas;
- III. Mapear e quantificar os trabalhos encontrados;
- IV. Desenvolver um mapa com os trabalhos encontrados.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Revisão de literatura

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura, com realização constante de busca até julho de 2022. As bases de dados utilizadas neste mapeamento sistemático de literatura foram as principais bases de dados disponíveis, incluindo: Periódicos CAPES; Science Direct; Scientific Electronic Library Online (SciELO); Scopus; Web of Science, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (BDTD CAPES). Estas bases de dados foram escolhidas por serem as bases científicas mais relevantes da área de estudo, e por estarem disponíveis digitalmente.

Foram utilizadas *strings* de buscas (em português e inglês), nas seções Título, Resumo ou Palavra-chave (Tabela 1), e quando não havia essa opção foi realizada uma busca abrangente nos bancos de dados.

**Tabela 1.** Bancos de dados e *strings* de busca.

BANCO DE DADOS	STRINGS DE BUSCA
PERIÓDICO CAPES	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
SCIENCE DIRECT	(NASCENTE OR "SPRING WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
SCIELO	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
SCOPUS	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
WEB OF SCIENCE	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
BDTD	NASCENTE* AND CAATINGA
BDTD CAPES	NASCENTE* AND CAATINGA

Fonte: Autora (2022).

## 5.2 Critério de seleção

Os critérios de seleção utilizados foram: inclusão de artigos, teses, dissertações publicadas e disponíveis integralmente em bases de dados científicas digitais, ter sido publicados no idioma português ou inglês, trabalhos publicados em qualquer data, que atendam aos critérios de pesquisa e estejam disponíveis para *download*.

Para inclusão dos trabalhos, eles deveriam especificar: (1) os tipos de ações antrópicas; (2) os tipos de uso da terra; (3) estado de conservação do solo e/ou da mata ciliar; (4) classificação das nascentes em categorias de conservação tal como preservadas; perturbadas; degradadas; (5) avaliação da qualidade da água das nascentes tal como química, física e biológica; (6) métodos de recuperação de nascentes tais como nucleação, semeadura, plantio de mudas, SAF's – sistemas agroflorestais, regeneração natural, entre outros.

Os critérios de exclusão adotados foram excluir aquele que não tiver relação direta com o tema da pesquisa, ou seja, que não abordam sobre as nascentes d'água localizadas no bioma Caatinga; se o tópico do estudo não estivesse claramente relacionado ao tema da pesquisa; foram desconsiderados trabalhos que apareceram em duplicata.

Como critérios de qualidade, foram definidos trabalhos publicados em periódicos com indexação quando se referir a artigos. Ter sido aprovado por banca examinadora quando se referir a trabalhos de mestrado ou doutorado.

## 5.3 Parâmetros Bibliométricos

Os parâmetros utilizados como princípios bibliométricos dos filtros foram: 1) Revistas que mais publicam sobre o tema; 2) Relevância das revistas; 3) Autores que mais publicaram; 4) Número de publicações por instituição (definida pela instituição do primeiro autor); 5) Ano de publicação; 6) número de publicações por localidade (onde se desenvolveu o estudo); 7) A geografia da área de estudo.

As localizações geográficas dos locais de pesquisa foram identificadas para cada estudo com o objetivo de mapear a distribuição dos locais de pesquisa e destacar regiões de baixa produção de conhecimento.

## 5.4 Processo de seleção

O processo de seleção contempla quatro etapas: (1) seleção pelo título; (2) seleção pelo resumo; (3) seleção através da leitura diagonal e (4) leitura completa. Em cada uma das etapas,

foram analisados os critérios (inclusão/exclusão) já definidos para a seleção dos estudos encontrados, os dados coletados e critérios de qualidade para avaliá-los.

Foram extraídas todas as informações desejadas, inseridas e tabuladas em planilha do Excel para melhor organização e visualização.

## **5.5 Confeção do mapa**

Utilizando as coordenadas geográficas dos locais dos estudos foi confeccionado um mapa com o objetivo de georreferenciar os locais onde esses trabalhos foram realizados, para melhor visualização e caracterização dos resultados descobertos. Para os trabalhos onde não constavam as coordenadas, adotou-se, como ponto de localização, o município em que a(s) nascente(s) em estudo estava(m) situada(s).

Por meio da plataforma Google Earth Engine foi acessado o script MAPBIOMAS de uso e ocupação do solo do bioma Caatinga no ano de 2021. Em seguida foi realizado o download da coleção de imagens classificadas de uso e cobertura do solo selecionando o bioma Caatinga, que é a área definida do estudo.

Para elaboração do mapa os arquivos baixados foram reprojetados no software ArGis 10.8. Foi coletado na plataforma Google Earth Engine através de código de programação na plataforma para acessar dados do radar SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, para representação do modelo digital de elevação da área de estudo onde foram feito o download das informações e reprojetados no software ArGis 10.8 para representação final em mapa específico da área de estudo.

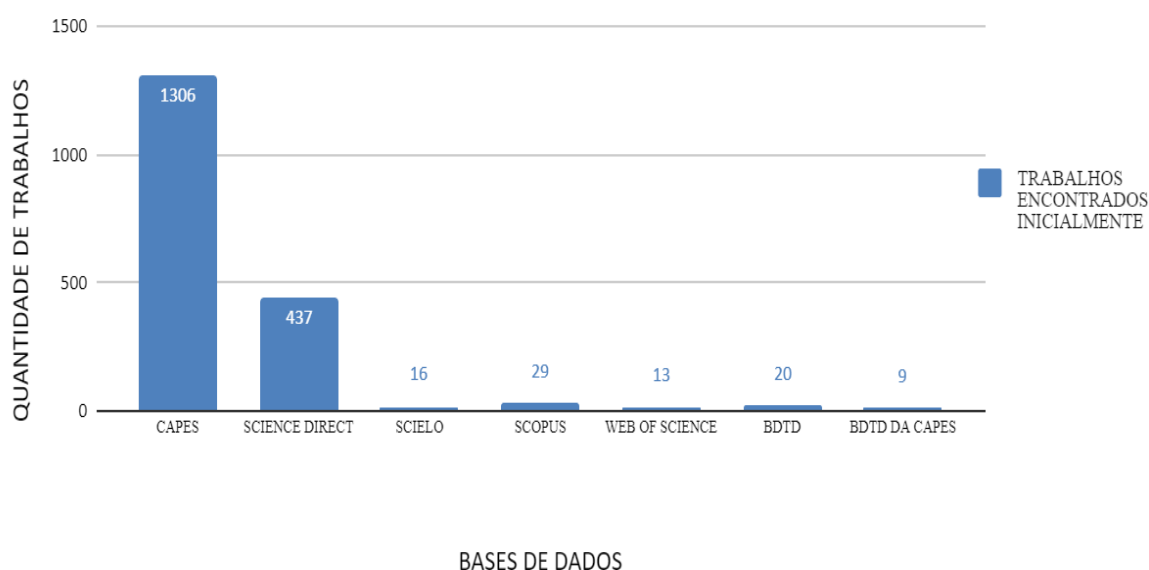
## **5.6. Tipo de estudo**

Segundo os objetivos propostos, o presente estudo tem caráter descritivo e buscou realizar um levantamento, caracterizar e descrever os aspectos inerentes às nascentes do bioma Caatinga, com base em estudos publicados sobre o tema, bem como observar seus usos. Tem natureza aplicada e segue um delineamento de pesquisa documental e bibliográfica, quantitativo, com apoio de dados bibliográficos como instrumentos de coleta de dados submetidos à análise. A partir da análise da literatura brasileira existente, pôde-se desenvolver um diagnóstico e análise das nascentes localizadas na região semiárida do Brasil.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Revisão sistemática e seleção dos estudos com maior correlação com a temática.

Na busca inicial, foram encontrados 1.830 trabalhos nas sete bases de dados utilizadas para a pesquisa (Figura 12), no período de 1983 a 2022, sendo que muitos desses trabalhos estavam em duplicatas, ou seja, os mesmos trabalhos reproduzidos em bancos de dados diferentes, foi mantida como base principal de contabilização o periódico CAPES, por abranger a maioria das demais bases de dados utilizadas nessa pesquisa.



**Figura 12.** Resultados quantitativos da busca inicial.

Fonte: Autora (2022).

Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, nenhum dos trabalhos encontrados atendiam totalmente os critérios de inclusão da pesquisa, então foi adotado como critério trabalhos que tivessem os termos 'Caatinga' (ou a localização que fosse referente a tal bioma), e o termo 'nascente' no título, ou resumo, ou nas palavras chaves para seleção.

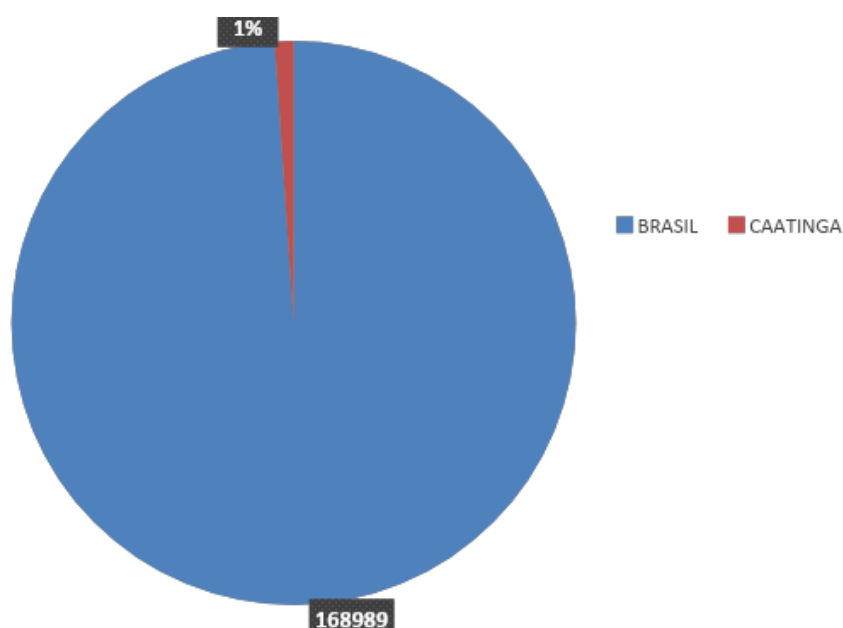
Assim que foram selecionados os trabalhos, eles foram classificados de acordo com a quantidade de critérios que atendiam, para avaliação e análise (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultados quantitativos após aplicação parcial dos critérios de seleção.

<b>BASES DE DADOS</b>	<b>TRABALHOS ENCONTRADOS</b>	<b>TRABALHOS SELECIONADOS</b>
CAPES	1306	6
SCIENCE DIRECT	437	-
SCIELO	16	4 (DUPLICATA)
SCOPUS	29	3 (DUPLICATA)
WEB OF SCIENCE	13	2 (DUPLICATA)
BDTD	20	1 (DUPLICATA)
BDTD CAPES	9	4
<b>TOTAL</b>	<b>1830</b>	<b>20</b>

Fonte: Autora (2022).

Como visto na Tabela 2, foram obtidos 20 trabalhos, entretanto 10 se encontravam em duplicata, gerando o total de apenas 10 estudos selecionados que atendiam algum dos critérios de inclusão. Vemos um déficit de pesquisas sobre o tema nas bases de dados científicas mais relevantes, principalmente ao que tange a questão de recuperação de nascentes, isso se deve provavelmente ao fato da escassez de estudos realizados nesse bioma, conforme relatado por Santos *et al.* (2011) que afirma que a Caatinga é um dos ecossistemas com menos pesquisas científicas comparado a outros biomas brasileiros.

**Figura 13.** Resultados quantitativo da busca inicial de trabalhos no Brasil e na Caatinga.

Fonte: Autora (2022).

Comparativamente a quantidade de trabalhos encontrados na busca inicial com a substituição do termo Caatinga por Brasil ou Brazil, observa-se na figura 13 o que é constatado por diversos autores sobre a baixa produção científica no bioma em estudo.

Os estudos selecionados foram encontrados em cinco revistas científicas e quatro repositórios acadêmicos de universidades federais do país. As revistas foram responsáveis pela publicação de artigos e os repositórios pela disponibilização das dissertações. Observa-se que a revista que mais publicou sobre o tema é a Revista Ambiente & Água, com duas publicações, e as demais revistas, contribuíram com apenas uma única publicação (Tabela 3).

**Tabela 3.** Relação de revistas e repositórios acadêmicos que contribuem em número de publicações científicas, fator de impacto, *Qualis* e tipo de produção científica.

REVISTAS E REPOSITÓRIOS ACADÊMICOS	TIPO DE PUBLICAÇÃO	QUANTIDADE DE TRABALHOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	FATOR DE IMPACTO/ QUALIS
REVISTA CAATINGA	ARTIGO	1	2021	B1/0.888
REVISTA ENGENHARIA AGRÍCOLA	ARTIGO	1	2020	B1/0.856
REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA	ARTIGO	1	2019	B1/0.760
REVISTA AMBIENTE & ÁGUA	ARTIGO	2	2018/2020	A2/0,54
REVISTA FLORESTA (UFPR)	ARTIGO	1	2018	B1/_
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	DISSERTAÇÃO	1	2016	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	DISSERTAÇÃO	1	2014	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCCG)	DISSERTAÇÃO	1	2010	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)	DISSERTAÇÃO	1	2006	-

Fonte: Autora (2022).

Vemos que o *Qualis* das revistas que publicaram os artigos selecionados varia entre A2 e B1 (Tabela 3). De acordo com o sistema brasileiro que afere o nível de qualidade da produção científica, realizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do governo federal, avalia como “A (muito bom), B (bom), C (regular), D (fraco) e (insuficiente)” e ainda indicam estratos indicativos de qualidade onde A1 é o mais elevado padrão definido de qualidade, seguido por A2; A3; A4; B1; B2; B3; B4; e C - como inferiores

de forma decrescente; tudo isso com o intuito de retratar a importância e relevância desses trabalhos numa determinada área de conhecimento (FERREIRA & MOREIRA, 2002; CAPES, 2011; WEBQUALIS, 2022).

De acordo com as avaliações realizadas por esse sistema, as revistas apresentadas neste trabalho mostram que os artigos nelas publicados são considerados de “muito bom” a “bom”, com alto estrato de qualidade. A revista que mais publicou sobre o tema, possui *Qualis A2* (Tabela 3), que dentre a qualificação proposta pela CAPES é a segunda melhor classificação que o sistema confere às revistas científicas e seus periódicos.

Foram observados também variados fatores de impacto (Tabela 3), variando de 0,540 a 0,888; que são valores baseados na principal métrica de qualificação de cada revista, que também definem a relevância e importância desses estudos, calculados em relação ao número de citações que tal revista ou periódico recebe num determinado ano, na qual quanto maior a numeração, melhor (SIBI, 2020).

Verifica-se então que esse tema é aceito e publicado em revistas de considerável impacto acadêmico, reiterando a necessidade e pertinência desse tema de estudo, corroborando com o argumento apresentado neste trabalho sobre a imprescindibilidade de mais estudo nessa esfera.

Os trabalhos sobre o tema realizados na região são recentes, o intervalo de tempo sobre a temática é de 2006 e o último estudo encontrado foi de 2021 (Tabela 3). Esses dados, sobre serem recentes os trabalhos realizados nessa área, são justificados por Santos *et al.* (2015) até em outros biomas, como por exemplo no caso da região Amazônia, onde é evidenciado um aumento de pesquisas realizadas nas regiões neotropicais nas últimas décadas, o que também é reafirmado por Pitman *et al.* (2011) sobre essa recente crescente pesquisa nesta temática. Os dados encontrados no presente trabalho são semelhantes ao estudo de Regalado (2010), que mostra que a produção científica brasileira quase dobrou entre 2005 e 2009, e que se tornou crescente esse aumento nos anos posteriores.

Relacionando os locais onde foram publicados os estudos, com os anos de publicação (Tabela 3), podem observar que as dissertações de mestrado são as produções mais antigas, com a primeira publicação datada na primeira década deste século. Entretanto, o primeiro artigo encontrado só foi publicado há quatro anos, doze anos depois dos primeiros trabalhos de dissertação encontrado sobre nascentes, demonstrando que apesar do interesse a temática perpassar pelos centros universitários, só recentemente houve um maior interesse nessa linha de pesquisa por parte das revistas científicas, possivelmente por conta do aumento das

discussões sobre as mudanças climática, ligados a ameaça do processo de desertificação da Caatinga.

Isso é ratificado por Melo *et al.* (2012), que também constatou que nessa temática de recuperação de áreas degradadas nessa região, há poucas pesquisas dedicadas à temática de restauração da Caatinga, onde somente um estudo havia sido feito até então, sendo ele promovido também por uma Universidade Federal, a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Pode haver outra relação entre esse intervalo de tempo entre a primeira dissertação e as publicações de artigos científicos. Esses trabalhos no início do século XXI não eram tão amplamente divulgados como atualmente, prova disso é a data de criação da Plataforma Sucupira, um sistema que coleta, analisa e avalia as produções científicas da pós-graduação brasileira, que iniciou em 2012, sendo disponibilizado em 2014, permitindo um maior acesso a consultas públicas a teses e dissertações, que são registradas anualmente em seus bancos de dados (BRASIL, 2014; DINIZ, 2020).

Na busca realizada, quatro dos dez trabalhos selecionados foram encontrados no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, que juntamente com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) deram origem à Plataforma Sucupira, representando 40% do total de trabalhos selecionados nesta pesquisa. Destes estudos encontrados, os que eram anteriores ao ano de 2014 não estavam disponibilizados pela plataforma, os quais foram obtidos por outros meios digitais de pesquisa.

Portanto, o maior acesso a trabalhos acadêmicos permite maior conhecimento sobre a temática, gerando mais estudos a respeito. Isso é validado por Popper (2014), que atesta que o conhecimento científico é algo incremental, que surge de outros estudos primários, que dão fundamento a novos trabalhos e norteiam outras pesquisas. Isso se torna ainda mais verdadeiro quando se fala em conservação e em recuperação de áreas degradadas, pois isso embasa o planejamento de novos estudos, além de apontar essas áreas e regiões que ainda são deficientes e carecem de estudos.

Outro dado que pode ser relacionado é o aumento do índice do fator de impacto com o passar dos anos. Na tabela 3, ainda podemos notar que a revista que publicou o tema, teve o índice de 0,540 e as revistas dos anos seguintes foram obtendo mais citações, e no ano de 2021, a revista que publica artigos nessa temática atingiu 0,888 de fator de impacto. Essa constatação vai de encontro ao constatado por Calheiros (2009) que nessa época já afirmava que esse assunto passaria a ser cada vez mais importante, não só em relação às nascentes de locais

semiárido, mas até em áreas úmidas que já competiam por água, e que esperava novos estudos advirem para melhor compreensão do assunto.

Como é possível analisar na tabela 4 as instituições e os autores são brasileiros, o que difere do que é encontrado muitas vezes em outras regiões do país, como afirma Malhado (2011), em seu estudo. Silva *et al.* (2017) alega que cientistas de outros países não sabem muito sobre esse bioma e que existem poucos trabalhos em inglês, o que pode justificar essa não representação de autores de outras nacionalidades. Ainda segundo ele, essa região até poucos anos atrás não era reconhecida pela comunidade científica internacional como um bioma distinto, único e biodiverso, o que se reproduz em outras florestas tropicais sazonalmente secas (SDTFs), acarretando o pouco desenvolvimento de estudos e proteção a essas regiões em relação a outros biomas.

**Tabela 4.** Relação entre a universidade que realizou o trabalho com autores, citações e estado onde foi realizado o estudo.

UNIVERSIDADES	AUTORES	CITAÇÕES	ESTADO DE ESTUDO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)	GIRÃO, E. G.	-	CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)	SOUSA, V. G.	5	PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	MEDEIROS, S. T. A.	-	PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	FERREIRA, L. L. N.	1	RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)	JESUS, J. B.; OLIVEIRA, L. S.; GAMA, D. C.	6	BAHIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)	MAGALHÃES, A. G.; MONTENEGRO, A. A. A.; ANDRADE, C. W. L.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; FONTES JÚNIOR, R. V. P.	4	PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)	GOMES, M. R. C.; ANJOS, J. A. S. A.; DALTRO, R. R.	5	BAHIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)	FONTES JÚNIOR, R.; MONTENEGRO, A.	11	PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	ANDRADE, E. M.; RODRIGUES, R. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; BRASIL, J. B.; GUERREIRO, M. J. S.	2	CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	OLIVEIRA JÚNIOR, R.F.; LEMOS FILHO, L. C. A. ; BATISTA, R. O. ; FERREIRA, L. L. N. ; COSTA, L. R.; CAMINHA, M. P.	1	RIO GRANDE DO NORTE

Fonte: Autora (2022).

Conforme apresentado na tabela 4, é observado a presença de uma universidade que não está localizada no nordeste do Brasil, mostrando que há um crescente interesse de outras regiões por esse bioma quase que exclusivamente nordestino. Outro dado a se averiguar é que os estudos foram realizados em apenas cinco dos nove estados que a caatinga abrange. Segundo Lessa *et al.* (2019), isso pode se dar por conta de uma logística de estudo de campo, como presença de estradas e viabilidade de acesso, pois lugares remotos e distantes de centros de pesquisas são um fator negativo para a viabilidade de um estudo local. Mais um fator que pode ser atribuído a essas pesquisas é a presença de universidades ou centros de pesquisas que fomentem esse tipo de estudo.

Ainda de acordo com Lewis (1985), é difícil o trabalho em regiões semiáridas distantes, onde as características locais podem transformar o trabalho de campo em um grande desafio. Assim também relata Pedrosa (2014), que outra situação que restringe à formação de novos estudos nesse habitat é a falta histórica de infraestrutura de pesquisa, onde, até o começo do século XXI, grande parte das universidades brasileiras estava mais intensamente presentes nas principais áreas metropolitanas, principalmente nas regiões sul do país.

Seguindo na tabela 4, constata-se que dentre os trabalhos selecionados, os autores que mais publicaram foram Fontes Júnior, R.V.P.; Montenegro, A.A.A; Ferreira, L.L.N., cada um com duas publicações. Todos os autores em questão são vinculados de alguma forma à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), enquanto professores ou estudantes de pós-graduação da instituição. Essa universidade foi a instituição que mais contribuiu com os estudos selecionados para essa pesquisa, responsável por três dos dez trabalhos que atendiam ao escopo deste trabalho.

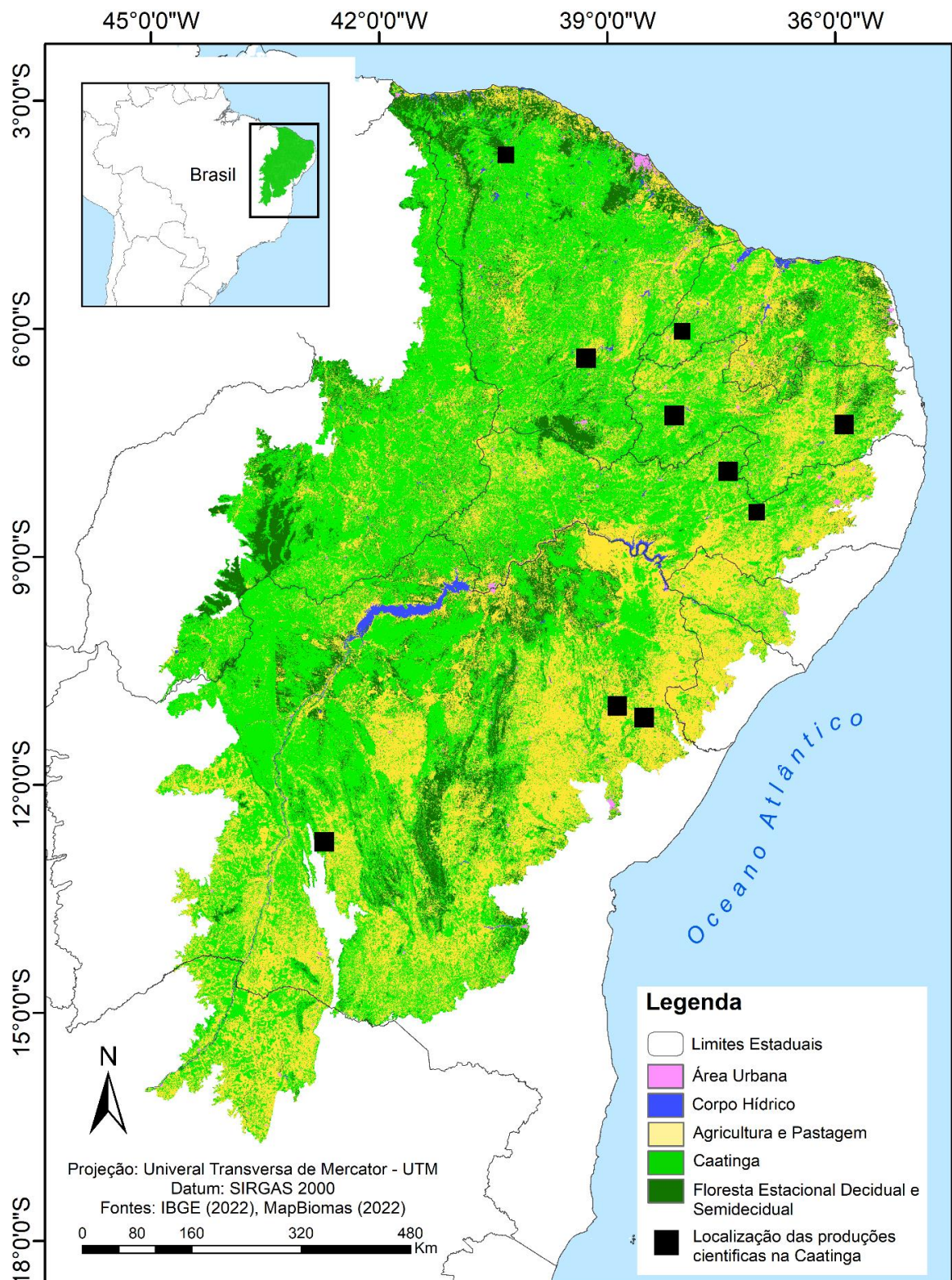
Esses dados criam uma correlação entre autores e instituição que mais publicaram, e podem estar vinculados com o fato desta universidade estar inserida na região semiárida do Rio Grande do Norte, no município de Mossoró, área que abrange a região deste estudo, que por ser uma instituição de ensino e pesquisa inserida nesse bioma, com diversos cursos de pós-graduação voltados para temática ambiental, aumenta muito as possibilidades de se realizarem estudo nesta temática.

Contudo, outro dado que contrapõe o resultado obtido é que o estado com maior número de estudos foi o estado de Pernambuco, com três trabalhos, seguidos por Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará; cada um com dois trabalhos e por fim na Paraíba que foi local de apenas um estudo (Tabela 4), isso mostra que apesar do Rio Grande do Norte ter mais autores e instituições

com mais publicações, o estado de Pernambuco foi o que mais obteve estudos nessa temática, demonstrando que autores de outros estados e instituições tem um interesse maior nessa região.

Em relação as citações, os trabalhos realizados em Pernambuco têm a maioria das citações, como total de 15 citações em dois trabalhos, seguidos pela Bahia, com total de 11 citações em dois estudos; a Paraíba com 5 citações no seu único trabalho selecionado; o Ceará com duas citações na pesquisa selecionada; e por fim o Rio Grande do Norte como apenas 1 citação em cada um dos trabalhos. Logo, com base nesses dados, o maior interesse de estudos no estado de Pernambuco, pode ser validado pelo maior número de citações que um dos trabalhos realizados nesta localidade obteve.

Após mapear as pesquisas, é notório a baixa produção científica sobre nascentes do bioma Caatinga (figura 14). A maior predominância de trabalhos está concentrada na parte nordeste e leste da região, o que corrobora com a pesquisa de Lessa *et al.* (2019) que encontrou essa mesma concentração no seu trabalho que aborda a questão da biodiversidade na Caatinga. Outra observação é que as áreas com maior antropização possuem menos pesquisas.



**Figura 14.** Localização geográfica dos estudos sobre nascentes encontrados a partir da revisão sistemática de literatura.

Fonte: Autora (2022).

## 6.2 Caracterização e critérios de inclusão dos trabalhos selecionados

Adentrando no conteúdo das pesquisas selecionadas, a partir do portfólio de análise, os dez artigos foram examinados com o objetivo de identificar o foco principal de cada um dos artigos. Para essa análise, foram inseridos os critérios de inclusão propostos. Todas as publicações foram classificadas em pelo menos um dos critérios estabelecidos, com alguns trabalhos abordando mais de um.

**Tabela 5.** Trabalhos selecionados, com o resumo dos objetivos e critérios de seleção encontrados.

TRABALHOS	OBJETIVOS	CRITÉRIOS ENCONTRADOS
Girão (2006)	Realizar uma análise multivariada para identificar os fatores que interferiram na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jaibaras no CE. Esse trabalho fez a identificação da fonte de poluição a partir da nascente do rio Jaibaras.	(1) os tipos de ações antrópicas; (2) os tipos de uso da terra; (3) estado de conservação do solo e/ou da mata ciliar.
Sousa (2010)	Realizar um diagnóstico com intuito de compreender pontos de vista ambientais, sociais, tecnológicos e econômicos, para examinar a situação das nascentes e entorno, e avaliar o grau de deterioração desta região para aprofundar políticas como auxiliar na gestão da recém-criada região metropolitana de Campina Grande, criando um prognóstico.	(1) os tipos de ações antrópicas; (2) os tipos de uso da terra; (3) estado de conservação do solo e/ou da mata ciliar; (5) avaliação da qualidade da água das nascentes.
Medeiros (2014)	Discutir a prática da agroecologia como forma de recuperar áreas degradadas das nascentes do rio Pajeú em Pernambuco.	(2) os tipos de uso da terra; (3) estado de conservação do solo e/ou da mata ciliar.
Ferreira (2016)	Mapear geoestatisticamente o uso e ocupação do solo bem como seus atributos físico-hídricos e químicos, na área de recarga de uma nascente inserida na microbacia rio Apodi-Mossoró, localizada no RN.	(1) os tipos de ações antrópicas; (2) os tipos de uso da terra.
Jesus et al. (2018)	Mapear as nascentes da bacia do rio Itapicuru na Bahia, e caracterizar o estado de conservação e composição florística nas áreas de APP's.	(1) os tipos de ações antrópicas; (2) os tipos de uso da terra; (4) classificação das nascentes em categorias de conservação.
Magalhães et al. (2018)	Aplicar o modelo SWAT para analisar os processos hidrológicos na Bacia Experimental do Riacho Jatobá, em Pernambuco.	(2) os tipos de uso da terra.
Fontes Júnior & Montenegro (2019)	Avaliar os impactos do reflorestamento na Caatinga em relação à disponibilidade hídrica na sub-bacia do Riacho do Mimoso, nascente da Bacia de Ipanema em Pernambuco, que é antropizada.	(2) os tipos de uso da terra.
Gomes et al. (2020)	Pesquisar sobre contaminação de águas subterrâneas para identificar e avaliar como as ações antrópicas podem influenciar na qualidade da água, por meio de análise multivariada.	(1) os tipos de ações antrópicas; (5) avaliação da qualidade da água das nascentes.
Andrade et al. (2020)	Investigar o escoamento superficial por meio de chuvas menores ou iguais a 30mm em diferentes coberturas vegetais, em duas bacias hidrográficas em Pernambuco.	(2) os tipos de uso da terra.
Oliveira Júnior et al. (2021)	Utilizar estatística multivariada para classificar a qualidades das águas de irrigação, de acordo com seus atributos físicos de bacia hidrográfica do Riacho da Bica, no RN.	(5) avaliação da qualidade da água das nascentes.

Fonte: Autora (2022).

Consoante a tabela 5, no trabalho de Girão (2006) os tipos de ações antrópicas estão relacionados a presença de lançamento de esgoto, lixo doméstico e resíduos sólidos que estão às margens dos cursos d'água, e que poucas fontes de poluição foram provocadas pela agricultura (1). Os tipos de uso da terra nas APP's são residências, atividades de pesca, agricultura e balneários (2). O autor descreve que as margens dos rios se encontram desmatadas, mas não discorre sobre seu estado de conservação (3). De acordo com dados coletados pelo autor, não há sinais aparentes de fontes de poluição nas nascentes, mas ele não a classifica em categorias de conservação. No estudo avaliou-se a qualidade da água do curso d'água, mas não da nascente.

Analisando o estudo de Sousa (2010), o autor teve como objetivo levantar e analisar os tipos de ações antrópicas (1) que degradam as nascentes do seu estudo, e citou a poluição como uma delas, tendo citado, ainda, o desmatamento, a agricultura e pecuária. Aponta como tipos de uso da terra (2) além da pecuária e agricultura, o uso das nascentes, como consumo humano e animal; recreação; irrigação; limpeza de áreas e aparelhos advindo da pecuária. No que tange o critério (3), o estudo descreve o estado de conservação do solo e/ou mata ciliar, como uma paisagem “verde e arborizada, típica do brejo presente nas partes mais altas do planalto”, e também “paisagens do agreste, com árvores menores e pastagens e paisagens do Cariri, com vastas áreas de vegetação rasteira próprias de clima seco“, entretanto ele afirma que esses fragmentos vegetativos estão desaparecendo com presença de erosão e eutrofização dos corpos hídricos; e que há sinais de desbastes na área de recarga das nascentes; bem como a inexistência de reserva legal e APP's. Na avaliação da qualidade da água das nascentes (5) esse estudo não aborda análises químicas e biológicas, só cita que “jorram águas de aspecto azulado e límpido, sendo percebido pelo paladar como água doce”.

No trabalho de Medeiros (2014), só faz alusão ao tipo de uso da terra ser agricultura de subsistência (2) e ao critério (3) informando que entorno de uma das nascentes há presença de mata manejada, com espécies arbustivas de pequeno porte; o solo é descrito como pedregoso, e ainda a presença de mata densa nas áreas vizinhas. E numa outra nascente, a presença de “policultivo com várias espécies arbóreas”. Por se tratar de uma nascente intermitente, não houve avaliação da qualidade da água.

Ferreira (2016) em sua pesquisa definiu como os tipos de ações antrópicas há o predomínio de manejo da caatinga e agricultura bem no entorno das áreas de nascentes (1); quanto ao tipo de uso do solo, é predominante a presença de caatinga preservada, seguido de agricultura, caatinga manejada e áreas desmatadas (2). As espécies vegetais encontradas eram

de características caducifólias. Segundo a autora “as características caducifólias da caatinga presente na área de recarga, associada à preservação da vegetação, garantiram aos solos dessas áreas uma melhor condição dos seus atributos, propiciando a sua conservação”.

Jesus *et al.* (2018), nos critérios propostos, o trabalho atendeu a análise do tipo de ação antrópica, onde encontraram desmatamento, piscicultura e canaviais (1); ao tipo de uso do solo sete tinha algum tipo de vegetação nativa, cinco agricultura, e predominância de 10 com pastagem (2). Na classificação das nascentes (4), todas eram pontuais; e das 14 localizadas, oito estavam degradadas, seis perturbadas e nenhuma preservada.

Magalhães *et al.* (2018), em seu estudo não aborda diretamente a temática de nascentes, mas faz simulações de recomposição da cobertura vegetal e como isso contribui para recuperação de nascentes. Dos critérios selecionados o autor fala sobre projeções onde cita o uso atual da terra (2), sendo este com predomínio da rizicultura em áreas agrícolas e que com cenários de reflorestamento de 21% da cobertura vegetal aumentará a unidade e vazão do solo, auxiliando na recuperação de nascentes, sua vazão e resiliência as épocas de seca. Já no cenário inverso, de maior perda da cobertura vegetal, irá diminuir o armazenamento de água no solo.

Fontes Júnior & Montenegro (2019), também fizeram uso do modelo SWAT. Os tipos de uso da terra (2) utilizados atualmente são Arbóreo-arbustivo Fechado caatinga (CASC), Caatinga Arbórea Fechada (CAC) e Agricultura (A).

Gomes *et al.* (2020), traz uma pesquisa onde foram analisadas amostras de oito poços e 3 nascentes, nela o autor deduziu que a falta de qualidade hídrica dessas amostras ocorre devido a ações antrópicas (1) tais como extração e processamento de metais, rejeitos industriais, esgoto doméstico, insumos agrícolas, disposição de produtos comerciais, queima de combustível fóssil e descarte de lodo de esgoto. E foi realizada a avaliação da qualidade da água das nascentes quimicamente (5).

Andrade *et al.* (2020), neste estudo os autores citam que o uso da terra (2) foi feito com cobertura sob regeneração e sem interferência por 35 anos e com cobertura vegetal desbastada em 40%, com árvores com menos de 10 cm eliminadas, e que a composição da vegetação é tipicamente Domínio Fitogeográfico da Caatinga (CPD). O que se fala sobre nascente nesse trabalho é somente sobre a ação de expansão e contração do tipo de solo estudado, o vertissolo sendo o fator que determina a precipitação efetiva nas áreas de nascente.

E por fim, Oliveira Júnior *et al.* (2021) em sua pesquisa também se utilizaram de estatística multivariada e um dos pontos de análise é a nascente e segue pelo curso do rio. Foi adotado o critério de avaliação da qualidade da água das nascentes (5), avaliando os atributos

físicos e químicos da água, mostrando que para fins de irrigação não há nenhum risco de salinidade do solo e um risco de sodicidade do solo.

Pode-se notar que na maioria das pesquisas o que mais se apresentam são os critérios de tipo de uso da terra e conservação do solo/mata ciliar, algumas falam sobre as ações antrópicas, entretanto nenhum dos trabalhos abordou sobre recuperação das nascentes, que era o objetivo de mapeamento inicial deste trabalho. Este déficit de pesquisas com esse viés mostra a lacuna que existe com essa perspectiva de conhecimento. Segundo WWF Brasil (2007), o modo como as nascentes e fontes de água são utilizadas e administradas em escala local e regional são importantes para a suficiência ou escassez de abastecimento, e para a qualidade da água disponível. Sendo assim, se não há estudos que visem recuperar nascentes degradadas, pode-se ter um agravamento da escassez hídrica.

Dessa forma, a presença de pesquisas em uma determinada área ameaçada serve como um fator de preservação daquela biota, dando maior visibilidade às questões abordadas e consequentemente inibindo ações degradantes. Outra razão é que a questão da crise hídrica tem ganhado destaque cada vez maior com o passar dos anos, e tem obtido mais atenção e gerado novas discussões em âmbito mundial. Internacionalmente, a caatinga está vinculada a duas convenções de meio ambiente, da Organização das Nações Unidas (ONU), a Convenção de Diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação, o que mostra ainda mais a importância de se estudar e reunir estudos que atuem nessa temática.

Santos (2018) alega que por maior que seja o potencial para a conservação da biodiversidade e uso sustentável da Caatinga, em muitos anos de pesquisa no país, a Caatinga foi o bioma menos explorado e valorizado pelas instituições acadêmicas e governamentais, e essa diversidade ambiental e ecológica tem sido explorada de forma degradante por atividades agrossilvopastoris e industriais.

Em concordância Tabarelli (2003), diz que é fundamental um olhar mais profundo acerca da imensa biodiversidade deste bioma para determinar a riqueza dessa região. Assim como Leal *et al.* (2005) evidencia que essa biodiversidade deve ser bem superior, pois por volta de 80% desse habitat está subamostrado e 41% nem sequer foi estudado.

Ganem (2017) corrobora com a discussão atestando que é crítico esse desconhecimento a cerca dessa região que exacerba o risco de ameaça as espécies destes locais. Tudo isso vai de encontro com o que disse Silva *et al.* (2017) que além dessa perda, milhões de pessoas que vivem desses recursos ambientais vão sofrer com a diminuição dos fluxos dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esse bioma.

Lima (1986) já observava que eram poucas as pesquisas destinadas aos efeitos da vegetação sobre o fluxo das nascentes, e com esse estudo percebemos que a quantidade de estudos continua muito pequena para a importância desse local.

Todos esses autores mostram a necessidade de estudos que investiguem essa temática de conservação, recuperação de áreas degradadas, e esta pesquisa representa um passo inicial para evidenciar ainda mais a carência de novas pesquisas, por meio do mapeamento da literatura sobre as nascentes na Caatinga, que embasa o planejamento de novos estudos, além de apontar essas áreas e regiões que ainda são deficientes e carecem de estudos.

Esse tipo de pesquisa traz a aplicação de técnicas sistemáticas de busca e seleção de artigos, que auxiliam numa visão ampla do tema, mesmo que não represente a totalidade de pesquisas e ações sobre o tema, embora tenha sido bastante explorada, dado que se apoiou em sete bases acadêmicas, em que se destacam por serem reconhecidas cientificamente.

Com este portfólio de análise reduz-se as lacunas de elementos que ainda necessitam de pesquisas na literatura sobre essa temática, e pode servir de base para pesquisas futuras sobre a questão das nascentes identificadas por este estudo, além de servir para um norte interessante para pesquisas vindouras, e pode servir de modelo para outros trabalhos, tais como os de conservação e recuperação de áreas degradadas, além de estimular o desenvolvimento de incentivos políticos, públicos e privados, ou outras medidas para tornar a pesquisa mais representativa e resolutiva às necessidades de conservação.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizada a revisão de literatura com o tema da pesquisa, onde se destaca a ausência de produção de conhecimento em quase todos os estados que compõem o bioma mapeado e nenhum trabalho aborda especificamente a temática de recuperação de nascentes, descrevendo a metodologia utilizada.

Após a revisão, os dados obtidos foram sistematizados, gerando respostas aos dados bibliométricos sugeridos na metodologia. Foi realizado o mapeamento e quantificação desses trabalhos, encontrando inicialmente 1.830 que se desmembraram em apenas dez, que não cumpriram todos os critérios de inclusão, mas que atendiam a pelo menos um deles.

Entretanto, a relevância do tema, demonstrada pelos sistemas de qualificação de periódicos, juntamente com corroboração de outros autores, apontam ainda mais a necessidade do aumento dos estudos para melhoria na qualidade das nascentes. E com o desenvolvimento de um mapa com a localização dos trabalhos selecionados, demonstra ainda mais as lacunas presentes nessa temática tão importante, que podem apontar e nortear novas iniciativas públicas e privadas.

Como produto deste trabalho foi gerado um protocolo da revisão sistemática de literatura de estudos sobre nascentes localizadas no bioma Caatinga e um mapa de geolocalização de estudos sobre nascentes realizados no bioma Caatinga, além da possibilidade de gerar novos produtos, que podem contribuir com o avanço de novas pesquisas e fomentar novas políticas e ações de recuperação e preservação.

## 8 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.Q. **Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego do Galo, Domingos Martins, ES.** Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2007.
- ALMEIDA, W.R.; LOPES, A.V.; TABARELLI, M; LEAL, I.T. **The alien flora of Brazilian Caatinga:** deliberate introductions expand the contingent of potential invaders. *Biological invasions*, v. 17, n. 1, p. 51-56, 2015.
- ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, A. R.; PEREIRA, M. Degradação ambiental da Bacia do São Francisco na região Semiárida por ações antrópicas. **In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas de mata ciliar no Semiárido, 1., 2010, Petrolina.** Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.
- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2019: Informe Anual.** Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_anual\\_2019-versao\\_web-0212-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf)>
- ANDRADE, M. C. **A terra e o homem do Nordeste.** Recife, Editora Universitária da UFPE, 1998.
- ANDRADE, E.M.; SENA M.G.T.; SILVA, A.G.R.; PEREIRA F.J.S; LOPES, F.B. 2016. **Uncertainties of the rainfall regime in a tropical semi-arid region: the case of the state of Ceará.** *Revista Agro@mbiente* DOI:10(2):88–95. 10.18227/1982-8470ragro.v10i2.3500.
- ANDRADE E. M.; GUERREIRO M. J. S.; RODRIGUES J. O. 2016 a Change in hydrological response of catchments in a dry tropical forest subject to land use changes. **In: 9th Spanish Portuguese assembly of geodesy and geophysics.** Madrid, 2016.
- ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. D. N.; CHAVES, L. C. G.; LOPES, F. B. 2017. Chapter 10: Water as Capital and Its Uses in the Caatinga. **In: SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (Ed.). Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America.** Springer, 2018. Disponível em:< [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_10)>.
- ANDRADE, E.M.D.; RODRIGUES, R.D.N.; PALÁCIO, H.A.D.Q.; BRASIL, J.B.; GUERREIRO, M.J.S. **Hydrological behavior of vertisols in the Brazilian semi-arid region: the importance of rainfall of less than 30 mm.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, 2020.
- ANJOS, S. **Tecnologias e Projetos para Conviver com o Semiárido.** Disponível em: < <http://www.insa.gov.br/wp-content/uploads/2013/05/O-Povo-II.pdf> >.

ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; TAMBOSI, L. R.; MATSUMOTO, M.; METZGER, J. P.; FONSECA, C. R. **Restoration priorities for Caatinga dry forests: Landscape resilience, connectivity and biodiversity value.** *Journal of Applied Ecology*, 2022.

AQUINO, D.N. **Ciclagem de carbono e caracterização espectral em áreas de caatinga raleada e conservada.** Tese. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

ARAÚJO, G.M. **Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas. 2009.** Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. **O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas.** *Ambiência*, Guarapuava-PR, v. 4, n. 1, p. 131-149, jan./abr. 2008.

BRASIL. **Decreto Nº 97.632, de 1989.** Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2, inciso VII, da lei n 6.938. Brasília, 10 abril 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm)>.

BRASIL. **Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>.

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL. **Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 5 de 08/09/2009.** Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78150#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20os%20procedimentos%20metodol%C3%B3gicos,15%20de%20setembro%20de%201965.>>>.

BRASIL. Programa de Cadastramento de Fontes Hídricas Subterrâneas. 2005. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – Projeto Básico Ambiental – PBA.** Documento: 2255–00-PBA-RL-0001-00.2005 Disponível

em:<<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/o-projeto/documentos-tecnicos>>

**BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>

**BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.** Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973,e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da]República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112727.htm)>.

**BRASIL. Instrução normativa ICMBIO Nº 11, de 2014.** Dispõe sobre procedimentos para elaboração da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao\\_normativa/2014/in\\_icmbio\\_11\\_2014\\_estabelece\\_procedimentos\\_prad.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf)>

**BRASIL - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (SETEC). Sistema de pós-graduação colhe informação com nova ferramenta.** Brasília: MEC, 2014. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/212-educacao-superior-1690610854/20337-sistema-de-pos-graduacao-colhe-informacao-com-nova-ferramenta>>.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R. 2013. **Développement rural dans la région semi-aride du Brésil:** transformations récentes, défis et perspectives. Revue Franco-Brésilienne de Geographe (on line) 19:1. <https://doi.org/10.4000/confins.8633>.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Cadernos da Mata Ciliar.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. - N 1 (2009) - São Paulo: SMA, 2009. Disponível em: <<http://ambiente.sp.gov.br/mataciliar>>.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL

SUPERIOR. **CAPES 60 anos.** Revista Comemorativa 2011. Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/images/stories/download/Revista-Capes-60-anos.pdf>>.

CDB.1992. **Convenção sobre Diversidade Biológica, 1992.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/convencao-sobre-diversidade-biologicahttps://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>>.

CELANTE, J. **Mapeamento da Dinâmica do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaraípe - Potencialização dos impactos ambientais sobre a qualidade dos Recursos Hídricos.** 2004. Monografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

COLMAN, E.A. **Vegetation and watershed management: an appraisal of vegetation management in relation to water supply, flood control, and soil erosion.** New York: The Ronald Press Company, 1953. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19530602230>>.

CONAFER - Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais. **Caatinga: o bioma mais rural do Brasil. Disponível em: Caatinga: o bioma mais rural do Brasil.** CONAFER | Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais. 2021. Disponível em: <<https://conifer.org.br/caatinga-o-bioma-mais-rural-do-brasil/>>.

CONCEIÇÃO, A. A. **Florística, Fitosociologia e Proposta de Modelo de Restauração da Vegetação em Sub-bacias do São Francisco na Bahia.** In: Anais do I Workshop Sobre Recuperação de Áreas Degradadas de Mata Ciliar no Semiárido. 2010. p. 46.

CONTE, M.L.; LEOPOLDO, P.R. **Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo.** 1ª ed., ed. UNESP: São Paulo, 2001.

CRODA, J. P. **Importância dos sistemas agroflorestais para agricultura familiar na Amazônia Brasileira: um estudo de caso sobre o projeto RECA.** 2019. 90p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2019.

DINIZ, J.A.F. **Preenchendo a “Sucupira”.** 2020. Disponível em: <<https://www.blogalexdiniz.com/post/preenchendo-a-sucupira>>.

DOUGLAS, E.M.; SEBASTIAN, K.V.; WOOD, S. **The role of tropical forests in supporting biodiversity and hydrological integrity: a synoptic overview.** World Bank Working Paper, Washington, DC, 2005.

DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. D. S.; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga.** Documento do GT Estratégias para o Uso

- Sustentável no seminário “Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga”. Petrolina, 2000. Disponível em:<[http://biodiversitas.org.br/caatinga/relatorios/uso\\_sustentavel.pdf](http://biodiversitas.org.br/caatinga/relatorios/uso_sustentavel.pdf)>.
- EMBRAPA FLORESTAS. 2016. **Clima**. Disponível em:<<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>.
- EMBRAPA. 2022. **Estratégia de recuperação - Plantio em Área Total: Semeadura direta**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/semeadura-direta>>.
- ESPINDOLA, M.B; REIS, A; SCARIOT, E.C; TRES, D.R. **Recuperação de áreas degradadas: a função das técnicas de nucleação**. 2006.
- EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; FARIA FILHO, R. F. **Atlas digital das águas de Minas: uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos**. Belo Horizonte: Ruralminas/UFV, 2005. Disponível em:< <http://www.atlasdasaguas.ufv.br/>>.
- FARRICK, K.K; BRANFIREUN, B.A. **Flowpaths, source water contributions and water residence times in a Mexican tropical dry forest catchment**. J Hydrol 529:854–865. 2015 Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.08.059>>
- FELIPPE, M. **Caracterização e tipologia de nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.
- FERREIRA, M. M.; MOREIRA, R. L. **Capex. 50 anos**. Depoimento ao CPDOC/ FGV. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001600.pdf>>.
- FERREIRA, L.L.N. **Varição espacial de atributos do solo, em zona de recarga de nascente, em uma microbacia perene do semiárido**. 2016. 107p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.
- FONTES JÚNIOR, R.; MONTENEGRO, A. **Impact of land use change on the water balance in a representative watershed in the semiarid of the state of Pernambuco using the SWAT model**. Engenharia Agrícola, v. 39, p. 110-117, 2019.
- GAMA, J.R.V; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M.M. **Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico**. Revista Árvore, v. 26, p. 559-566, 2002.

- GANEM, R.S. **Caatinga: estratégias de conservação**. Estudo Técnico. Consultoria Legislativa, 2017. Disponível em:< [https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/34479/caatinga\\_roseli\\_ganem.pdf?sequence=9&isAllowed=y](https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/34479/caatinga_roseli_ganem.pdf?sequence=9&isAllowed=y)>.
- GARCIA-RUIZ, J. M.; REGÜÉS, D.; ALVERA, B.; LANA-RENAULT, N.; SERRANO-MUELA, P.; NADAL-ROMERO, E.; ARNÁEZ, J. 2008. **Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the central Pyrenees**. *J Hydrol* 274:30–46. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.04.013>
- GASPARINO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. **Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em áreas de domínio ciliar**. *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.1, p.1-9. 2006.
- GIRÃO, E.G. **Análise multivariada na identificação dos fatores determinantes da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Jaibas-Ceará**. 2006. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 2006.
- GIULLIETI, A.M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L.P. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006.
- GOMES, M.C.R.; ANJOS, J.A.S.A.; DALTRO, R.R. **Multivariate statistical analysis applied to the evaluation of groundwater quality in the central-southern portion of the state of Bahia-Brazil**. *Revista Ambiente & Água*, v. 15, 2020.
- GUERREIRO MJS, ANDRADE EM, LAJINHA IAT (2013). **Long-term variation of rainfall indices in Ceará State, Northeast Brazil**. *Int J Climatol* 33:2929–2939. <https://doi.org/10.1002/joc.3645>
- HARDWICK, K.; HEALEY, J.; ELLIOTT, S.; GARWOOD, N.; ANUSARNSUNTHORN, V. **Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand**. *Forest Ecology and Management* v. 99, p. 203, 1997.
- HOODA, P.S.; EDWARDS, A.C.; ANDERSON, H.A.; MILLER, A. **A review of catchment water quality concerns in livestock farming areas**. *The Science of the Total Environment*, p.143-167, 2000.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação**. Brasília. IBAMA, 1990. Disponível em:< Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 168 p. (Relatórios metodológicos, v. 45). 2019. Disponível em:< <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101676>>.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO A BIODIVERSIDADE, 2022. **Caatinga**. Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/portal/protecao/149-menu-o-que-fazemos/4260-caatinga>>.

IGNÁCIO, E.D; ATTANASIO, C.M; TONIATO, M.T.Z. **Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João**. Mineiros do Tietê. São Paulo. 2007.

IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2018. **Assessment Report on Land Degradation and Restoration**. Summary for Policy Makers. Bonn, Germany, IPBES Secretariat. Disponível em: <[www.ipbes.net/assessment-reports/ldr](http://www.ipbes.net/assessment-reports/ldr)>.

IUCN - International Union For Conservation Of Nature And Natural Resources. **Guidelines Protected Area Management Categories**. IUCN, Gland, 66p, 1994. Disponível em:<<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/pag-021.pdf>>.

IUCN - **International Union For Conservation Of Nature And Natural Resources, 2018. Drylands and Climate Change. Issues Brief**. Disponível em: <[www.iucn.org/resources/issues-briefs/drylands-and-climate-change](http://www.iucn.org/resources/issues-briefs/drylands-and-climate-change)>.

JESUS, J.B.; OLIVEIRA, L.S.; GAMA, D.C. **Composição Florística e Caracterização do Estado de Conservação de Nascentes no Centro-Leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru, Semiárido da Bahia**. Floresta, [S.l.], v. 48, n. 2, p. 245-254, abr. 2018. ISSN 1982-4688. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/55540>>.doi:<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v48i2.55540>.

LEAL, I. R.; SILVA, J. D.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E. **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil**. MEGADIVERSIDADE. Volume 1, Nº 1. Jul. 2005.

LEITE, N.K.; KRUSCHE, A.V.; CABIANCHI, G.M.; BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA, R.L. **Groundwater quality comparison between rural farms and riparian wells in the Western Amazon, Brazil**. Quimica Nova, São Paulo, n.1, v.34, p.11-15, 2011.

LESSA T, DOS SANTOS J.W; CORREIA, R.A; LADLE, R.J.; MALHADO, A.C.M. **Known unknowns: Filling the gaps in scientific knowledge production in the Caatinga.** PLOS ONE, 2019.

LEWIS, G. **Searching for Legumes in the Caatinga, South-Eastern Piauí, Brazil.** Curtis's Botanical Magazine. 1985. Disponível em:< <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8748.1985.tb00225.x>>.

LIMA, W. de P. **Princípios de hidrologia vegetal para o manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1986. p.242.

LIMA, P.C.F. **Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro.** XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Embrapa Semiárido. Petrolina, mar. de 2004. Disponível em:< <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/153079>>.

LOBATO, F.A.O.; ANDRADE, E.M.; MEIRELES A.C.M.; SANTOS, J.C.N.; LOPES, J.F.B. 2009. **Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas.** Revista Agro@mbiente On-line 3:65–71. Disponível em: <10.18227/1982-8470ragro.v3i2.247>.

MAGALHÃES, A.G.; MONTENEGRO, AA.D.A.; ANDRADE, C.W.LD., MONTENEGRO, S.M.G.L.; FONTES JÚNIOR, R.V.D.P. **Hydrological modeling of an experimental basin in the semiarid region of the Brazilian State of Pernambuco.** Revista Ambiente & Água, v. 13, 2018.

MALVEZZI, ROBERTO. **Semi-árido - uma visão holística.** – Brasília: Confea, 2007. 140p. – (Pensar Brasil). Disponível em: <<https://www.agrisustentavel.com/doc/ebooks/semiarido.pdf>>

MALHADO, A.C.M. **Amazon Science Needs Brazilian Leadership.** Science. 2011. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21330516/>>.

MAP BIOMAS ÁGUA. A dinâmica da superfície de água do território brasileiro: Principais resultados do Mapeamento anual e mensal da superfície de água no Brasil entre 1985 até 2020. In: **Mapeamento da superfície de água no Brasil (Coleção 1).** Disponível em: <[https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias\\_A%CC%81gua\\_Agosto\\_2021\\_22082021\\_OK\\_v2.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomias_A%CC%81gua_Agosto_2021_22082021_OK_v2.pdf)>.

MAP BIOMAS, 2022. **Map Biomias Alerta.** Disponível em:< <https://plataforma.alerta.mapbiomas.org/>>.

- MARENGO, J.A. **Impactos das mudanças climáticas no bioma caatinga e na desertificação do semi-árido**. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008.
- MARMONTEL, C. V. F. **Qualidade da Água em nascentes com diferentes coberturas do solo e estado de conservação da vegetação no córrego pimenta, São Manuel/Sp**. 2014. 77p. Dissertação (Mestrado) UNESP, Botucatu – SP. 2014.
- MARTINS, S.V. 2001. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora.
- MEDEIROS, R. **A política de criação de áreas protegidas no Brasil: evolução, contradições e conflitos**. Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, vol. 1. Curitiba, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza & Rede Pró-Unidades de Conservação, 2004.
- MEDEIROS, S.T.A. **Agroecologia com o potencial para recuperação de áreas degradadas em comunidades rurais de nascentes do Rio Pajeú**. 2014. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- MELO, F.P.L.; BASSO, F. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Restauração ecológica da Caatinga: desafios e oportunidades. In: SIQUEIRA FILHO, J.A. **Flora das caatingas do rio São Francisco: história natural e conservação**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012.
- MIRANDA, E. E. de; SILVA, G. C. da. **Ecologia da vegetação de matas ciliares nas depressões inundáveis do Semi-Árido brasileiro**. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1., 1989, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 192-212.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **MacroZEE BHSF: Atualização e complementação do macrozoneamento ecológico-econômico da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Revisão Final, Tomo II, nov.2016.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2020. **Caatinga: Contexto, Características e Estratégias de Conservação**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga/item/191.html>>
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2022a. **Caatinga**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/caatinga>> .
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2022b. **Ciclo Hidrológico**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/420-ciclo-hidrol%C3%B3gico.html>>
- MENEZES, R.S.C.; GARRIDO, M.S.; MARIN, A.M.P. **Fertilidade dos solos no semiárido**. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Anais. v. 1. Recife, 2005.

- MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. 2016. **Four billion people facing severe water scarcity**. Science Advances, Vol. 2, No. 2. DOI: doi.org/10.1126/sciadv.1500323.
- MEYER, C. L. **Capacidade de armazenamento e controle da erosão e do escoamento superficial de terraços em nível em sistema de plantio direto**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2021.
- MOTTA, E. J. O.; GONÇALVES, N. E. W. **Plano Nascente Parnaíba: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba**. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil – 2016. Disponível em: < <https://jbb.ibict.br/handle/1/689>>.
- MOURA, M.S. de. 2021. **Bioma caatinga: Precipitação e evaporação**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/clima/precipitacao-e-evaporacao> >.
- MULLER M. W. **Sistemas agrofloretais como uso sustentável dos solos: conceito e classificação**. 2017. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/conceiroclassificacao.htm>>
- NARDELE, M.; CONDE, I. **Apostila sistemas agrofloretais. Projeto Curso de Formação de Agentes de Reflorestamento**. Rio de Janeiro: UFRRJ, v. 16, 2008.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R. F.; LEMOS FILHO, L.C.D.A.; BATISTA, R.O.; FERREIRA, L.L.N.; COSTA, L.R.D.; CAMINHA, M.P. **Multivariate statistics Applied to irrigation water quality data of a watershed in the semiarid region of Brazil**. Revista Caatinga, v. 34, p. 650-658, 2021.
- PALÁCIO, H.A.Q. **Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos**. Tese/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- PALÁCIO H.A.Q.; ANDRADE E.M.; SANTOS J.C.N.; ARAÚJO NETO J.R.; BRASIL P.P. 2013. **Emergy evaluation of semi-arid watersheds under different management strategies**. Am Soc Agric Biol Eng J 56(6):1357–1363. Disponível em: <10.13031/trans.56.9951>.
- PEDROSA, R.H.L. **The Research University in Brazil: 1930 and 2030. International Higher Education**. 2014.
- PEEL, M.C. **World Map of Köppen-Geiger climate classification**. The University of Melbourne, 2016. Disponível em: <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World\\_Koppen\\_Map.png#filehistory](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_Koppen_Map.png#filehistory)>
- PENNINGTON, R.T.; PRADO, D.E.; PENDRY, C.A. 2000. **Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes**. J Biogeogr 27:261–273.

- PITMAN, N.C.A.; WIDMER, J.; JENKINS, C.N.; STOCKS, G.; SEALES, L.; PANIAGUA, F. **Volume and Geographical Distribution of Ecological Research in the Andes and the Amazon, 1995–2008.** Trop Conserv Sci. 2011.
- POPPER K., 2014. **Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge.** London: Routledge; 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zXh9AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Conjectures+and+Refutations:+The+Growth+of+Scientific+Knowledge.&ots=psS7DFi7WZ&sig=ykHULLZWTz27TdExec9o9qyKuog#v=onepage&q=Conjectures%20and%20Refutations%3A%20The%20Growth%20of%20Scientific%20Knowledge.&f=false>>
- PRADO, D.E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, J.M.C.S. (ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.
- REBOUÇAS, A. C. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA B.; TUNDISI, J.G. (eds) **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** Escrituras, São Paulo, 1999.
- REGALADO A. **Brazilian Science: Riding a Gusher.** Science. 2010; 330(6009):1306–12. Disponível em: < <https://doi.org/10.1126/science.330.6009.1306>>.
- RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E.V.S.B. **A vegetação do bioma Caatinga.** Vegetação e Flora da Caatinga. Recife: PNE/CNIP, 2002.
- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2000. 320 p.
- RODRIGUES, V. A. Recuperação de nascentes em microbacias da cuesta de Botucatu. In: RODRIGUES, V. A.; BUCCI, L. A. (Orgs.). Manejo de microbacias hidrográficas: experiências nacionais e internacionais. Botucatu: FEPAF, 2006.
- RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; SERNHAGEN, I.; Org. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.
- RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M.; MENDONÇA L. A.; R.; PLÁCIO H. A. Q.; ARAÚJO E. M. **Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo.** Rev Bras Eng Agrí Ambient 17(3):312–318. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300010>. 2013
- RODRIGUES, A. **Sistema Educacional Online: Política Nacional de Recursos Hídricos.** Disponível em: < <http://www.jurisway.org.br>>. 2014.

- RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. **Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros**. Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.
- ROSA, R.S., N.A. MENEZES, H.A. BRITSKI, W.J.E.M. COSTA & F. GROTH. 2003. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. pp. 135- 180. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C.; FIGUERÔA, J.M.; SANTOS JUNIOR, A.G., 2005. **Espécies da Flora Nordestina de importância econômica potencial**. Editora Universitária, Recife.
- SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- SANTOS, J.C.; LEAL, I.R.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W.; TABARELLI, M. **Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest**. Trop Conserv Sci. 2011; 4(3):276–86.
- SANTOS, J.G.; MALHADO, A.C.M.; LADLE, R.J.; CORREIA, R.A; COSTA, M.H. **Geographic trends and information deficits in Amazonian conservation research**. Biodivers Conserv. 2015; 24(11):2853–63.
- SANTOS, M. L. F. **Identificação de áreas prioritárias para conservação da Caatinga na bacia do alto curso do Rio Paraíba/PB através do uso das geotecnologias**. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em:<[https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13017?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13017?locale=pt_BR)>.
- SAVADOGO P.; TIVEAU D.; SAWADOGO L., TIGABU M. 2008. **Herbaceous species responses to long-term effects of prescribed fire, grazing and selective cutting tree in the savanna-woodland of west Africa**. Perspect Plant Ecol Evol Syst 10:179–195. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2008.03.02>
- SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A.F.M. **Conceitos de bacias hidrográficas : teorias e aplicações**. Editores Alexandre Schiavetti, Antônio F. M. Camargo. - Ilhéus, Ba : Editus, 2002.
- SENA, L.M.M. **Conheça e conserve a Caatinga - O Bioma Caatinga**. Vol. 1. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. Disponível em:<Conheça e Conserve a Caatinga - Volume 1: O Bioma Caatinga. Disponível em:< [https://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/Conhe%C3%A7a\\_e\\_Conserve\\_a\\_Caatinga\\_\\_Volume\\_1\\_\\_O\\_Bioma\\_Caatinga.pdf](https://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/Conhe%C3%A7a_e_Conserve_a_Caatinga__Volume_1__O_Bioma_Caatinga.pdf)>.

SENNÁ, D.S. “Plantadores de Água”: uma experiência de construção coletiva de saberes agroecológicos. In: **VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, 14441., 2013**. Porto Alegre. Resumos... São Paulo: Cadernos de Agroecologia, 2013.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; PIRES, M.V.; FARIA, R. M. **Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil**. Rev. Econ. Sociol. Rural, vol.55, n.1, Brasília. Jan./Mar. 2017.

SIBI UFRJ - SISTEMA DE BIBLIOTECA E INFORMAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Fator de impacto: Você sabe como descobrir o fator de impacto de uma publicação?** 2020. Disponível em: <<https://www.sibi.ufrj.br/index.php/inicio/367-fator-de-impacto-voce-sabe-como-descobrir-o-fator-de-impacto-de-uma-publicacao>>.

SILVA, P. E. **A influência da mata ciliar na qualidade da água em dois rios na área rural de Foz do Iguaçu – PR**. 2009. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) –Faculdade Dinâmica de Cataratas, União Dinâmica de Faculdade Cataratas, Foz do Iguaçu, 2009.

SILVA, A.M. **Reflorestamento ciliar à margem do reservatório da hidrelétrica de Ilha Solteira em diferentes modelos de plantio**. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2011.

SILVA, J.M.C.; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. (Ed.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer, 2017. doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3\_10 .

SMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE, DEPARTAMENTO DE PROTEÇÃO À BIODIVERSIDADE. **Cadernos da Mata Ciliar: preservação e recuperação das nascentes de água e da vida**. São Paulo: SMA, 2009.

SNIS - SECRETARIA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR (Brasil). **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. – Brasília/ DF, 2021.

SOUSA NETO, W.M. **Avaliação da distribuição espacial de zona de armazenamento de água em nascente perene de microbacia instável Barra de Guaratiba, RJ**. 2010. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2010.

- SOUSA, V.G.D. **Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental das nascentes do Riacho das Piabas (PB)**. 2010. 129p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- SOUZA, L.G.F. **Efeito de ações antrópicas sobre o banco de sementes de uma mata ciliar em floresta tropical sazonal seca (Caatinga)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Biologia vegetal, 2016.
- SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Semiárido**. 2021. Disponível em: < <http://antigo.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido> >.
- TABARELLI, M.; BAIDER, C.; MANTOVANI, W. Efeitos da fragmentação na floresta Atlântica na bacia de São Paulo. São Paulo, v. 25, n. 2, 2003.
- TRINDADE, V.F.D; SCHULZ, S.M. **Método sucessional de recuperação florestal**. Seminário Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. XIII Mostra de Iniciação Científica. 2009.
- UNESCO, UN-Water, 2014. **International Decade for Action, Water for Life 2005–2015**. Disponível em: < <https://www.un.org/waterforlifedecade/>>.
- UNESCO, UN-Water, 2020. **United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change**. Paris, UNESCO. Disponível em: < <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985/PDF/372985eng.pdf.multi>>.
- UNESCO, UN-Water, 2021. **The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water**. 2021.
- VALENTE, O. F; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes – Produção de Água em Pequenas Bacias Hidrográficas**. Aprenda Fácil. Viçosa, MG, 2015.
- VALERI, S.V.; NÓBREGA, A.M.F.; BARRETO, V.C.M. **Manejo e reflorestamento de áreas de preservação permanente e fragmentos florestais**. Jaboticabal, São Paulo, Brasil: Funep. 2003.
- VELLOSO, AGNES L.; SAMPAIO, EVERARDO V.S.B. & PAREYN, FRANS G.C. (eds.). **Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste; The Nature Conservancy do Brasil. 2002.
- VENTURIM, G.H. **Diagnóstico Físico Conservacionista da bacia hidrográfica do ribeirão Jerusalém, Alegre, ES**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.
- WEBQUALIS. CAPES. Disponível em: <[www.sucupira.capes.gov.br](http://www.sucupira.capes.gov.br)>.

**WWF-BRASIL. Nascentes do Brasil: Estratégias para a proteção de cabeceiras em Bacias Hidrográficas.** texto de Fábio Malavoglia, coord. de Samuel Roiphe Barreto, Sérgio Augusto Ribeiro. Brasília, WWF-Brasil, 2007.

**ZEKTSER, I.S.; EVERETT, L.G. Groundwater resources of the world and their use.** UNESCO, Paris, 2014.

## APÊNDICES

APÊNDICE A: Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura de Estudos Sobre Nascentes Localizadas no Bioma Caatinga.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

# Protocolo da Revisão Sistemática de Literatura de Estudos Sobre Nascentes Localizadas no Bioma Caatinga

Sara Carvalho Failla  
Altanys Silva Calheiros



**SARA CARVALHO FAILLA  
ALTANYS SILVA CALHEIROS**

**PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA DE ESTUDOS  
SOBRE NASCENTES LOCALIZADAS NO BIOMA CAATINGA**

Produto técnico originado da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Linha de pesquisa: Manejo e Monitoramento Ambiental.

Marechal Deodoro - AL

2022

## EXPEDIENTE TÉCNICO

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL  
 CAMPUS MARECHAL DEODORO  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS - PPGTEC

### Autores:

Sara Carvalho Failla

Altanys Silva Calheiros



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Marechal Deodoro**  
**Biblioteca Dorival Apratto**

---

F383p

Failla, Sara Carvalho.

Protocolo da revisão sistemática de literatura de estudos sobre nascentes localizadas no bioma caatinga / Sara Carvalho Failla, Altanys Silva Calheiros. – 2022.

11 f.

Inclui bibliografia.

Produto Educacional - Originado da Dissertação: Levantamento, identificação e mapeamento de estudo sobre nascentes localizadas no bioma caatinga: uma revisão sistemática de literatura (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2022.

1. Recursos hídricos. 2. Semiárido. 3. Degradação ambiental. 4. Recuperação de nascentes. I. Título. II. Calheiros, Altanys Silva.

CDD: 363.7

---

**Andreia Gomes de Azevedo**  
**Bibliotecária – CRB-4/2164**

Ministério da Educação  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL  
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

**Reitor:**

Carlos Guedes de Lacerda

**Pró-reitora de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação:**

Eunice Palmeira da Silva

**Autores:**

Sara Carvalho Failla

Altanys Silva Calheiros

**Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais**

Rua Lourival Alfredo, 176 - Poeira, Marechal Deodoro - AL, CEP: 57160-000IFAL/Campus  
Marechal Deodoro

**Coordenador:** Prof. Dr. Daniel de Magalhães Araújo

**Produto Técnico e Tecnológico:** Protocolo.

**TODOS OS DIREITOS RESERVADOS**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

## SUMÁRIO

1. TÍTULO.....	81
2. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	81
2.1. EQUIPE .....	81
3. PERGUNTA DA PESQUISA .....	82
4. BASES DE DADOS.....	82
5. PALAVRAS CHAVES, STRINGS OU DESCRITOR .....	82
6. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO .....	83
6.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	83
6.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	84
6.3. CRITÉRIOS DE QUALIDADE.....	84
7. PRINCÍPIOS BIBLIOMÉTRICOS DOS FILTROS.....	84
8. ESTRATÉGIA DE EXTRAÇÃO DOS DADOS.....	85
9. SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	85
10. TIPO DE ESTUDO .....	86
11. REFERÊNCIAS .....	86

**PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA DE ESTUDOS  
SOBRE NASCENTES LOCALIZADAS NO BIOMA CAATINGA**

## 1. TÍTULO

LEVANTAMENTO, IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ESTUDOS SOBRE NASCENTES LOCALIZADAS NO BIOMA CAATINGA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Caatinga é um bioma muito ameaçado, em razão das diversas ações antrópicas insustentáveis praticadas, que têm comprometido muitas nascentes e cursos d'água. Desta forma, é notória a necessidade de ações e estudos dedicados a esse ecossistema, visto possuir poucas pesquisas científicas, e ao que tange os cursos d'água e suas nascentes, que além de escassas, são ainda mais comprometidas devido às ações antropogênicas e vulneráveis a mudanças climáticas.

Mapear estudos, bem como identificar trabalhos dedicados a questões hídricas, sua conservação, proteção, preservação e recuperação, são de suma importância para estimular ações oportunas e direcionadas que visem reduzir, reverter e evitar a degradação com o objetivo de aumentar a segurança alimentar e hídrica. Além disso, conhecer as pesquisas realizadas auxilia na compreensão sobre as experiências dos pesquisadores locais, tais como seus avanços, descobertas e contribuições.

Esta revisão sistemática de literatura (RSL) tem como objetivo identificar e mapear trabalhos encontrados na literatura acadêmica existente, dedicados às nascentes d'água localizadas no bioma Caatinga.

### 2.1. EQUIPE

NOME	FORMAÇÃO	PAPEL
Sara Carvalho Failla	Engenheira Agrônoma	Autora
Altanys Silva Calheiros	Engenheiro Agrônomo	Orientador e revisor

### 3. PERGUNTA DA PESQUISA

Segundo Kitchenham (2007), as questões da pesquisa devem seguir as seguintes indagações: População, Intervenção, Resultados, Comparação, Objetivo, e Contexto, chamado PICOS. Para essa pesquisa foram identificadas algumas dessas indagações:

- População: NASCENTES DA CAATINGA.
- Intervenção: AÇÕES DE CONSERVAÇÃO; PROTEÇÃO; PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO.
- Resultados: ENCONTRAR PESQUISAS SOBRE AS NASCENTES DA CAATINGA.

QUESTÃO DE PESQUISA – Quais são os estudos sobre as nascentes na Caatinga?

### 4. BASES DE DADOS

As seguintes bases de dados foram utilizadas nesta RSL. Estas bases de dados foram escolhidas por serem as principais bases científicas da área de estudo, e por estarem disponíveis digitalmente.

- Periódicos CAPES (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>)
- Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>)
- Scielo (<http://www.scielo.br/>)
- Scopus (<https://www.scopus.com>)
- Web of Science (<https://www.webofknowledge.com>)
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD (<https://bdtb.ibict.br>)
- Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES - BDTD CAPES (Catálogo de Teses & Dissertações - CAPES)

### 5. PALAVRAS CHAVES, STRINGS OU DESCRITOR

Foram utilizadas *strings* de buscas (em português e inglês), nas seções Título, Resumo ou Palavra-chave (Tabela 1), e quando não havia essa opção foi realizada uma busca abrangente nos bancos de dados.

**Tabela 1.** Bancos de dados e *strings* de busca.

BANCO DE DADOS	STRINGS DE BUSCA
PERIÓDICO CAPES	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
SCIENCE DIRECT	(NASCENTE OR "SPRING WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
SCIELO	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
SCOPUS	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
WEB OF SCIENCE	(NASCENTE* OR "SPRING* WATER" OR SPRINGS OR "WATER SOURCE") AND (CAATINGA)
BDTD	NASCENTE* AND CAATINGA
BDTD CAPES	NASCENTE* AND CAATINGA

Fonte: Autores (2022).

## 6. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

- Devem ser artigos, teses, dissertações ou monografias publicadas e disponíveis integralmente em bases de dados científicas digital;
- Ter sido publicados no idioma português ou inglês;
- Serão utilizadas as produções bibliográficas obtidas do artigo mais antigo identificado até a data final da busca, que no caso deste trabalho é julho de 2022;
- Que atendam aos critérios da pesquisa e estejam disponíveis para download;
- Depois de realizada a etapa de levantamento quantitativo proceder-se-á com o levantamento qualitativo dos dados.

### 6.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Para inclusão dos trabalhos, eles deveriam especificar:

- (1) os tipos de ações antrópicas;
- (2) os tipos de uso da terra;
- (3) estado de conservação do solo e/ou da mata ciliar;

- (4) classificação das nascentes em categorias de conservação tal como preservadas; perturbadas; degradadas;
- (5) avaliação da qualidade da água das nascentes tal como química, física e biológica;
- (6) métodos de recuperação de nascentes tais como nucleação, semeadura, plantio de mudas, SAF's – sistemas agroflorestais, regeneração natural, entre outros.

## **6.2.CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO**

- Serão excluídos aqueles trabalhos que não tiverem relação direta com o tema da pesquisa, ou seja, que não abordam sobre as nascentes d'água localizadas no bioma Caatinga;
- Se a pesquisa não for realizada na Caatinga ou se o tópico do estudo não estiver claramente relacionado ao tema da RSL;
- Serão desconsiderados trabalhos que não estejam disponíveis integralmente nas bases de dados selecionadas;
- Será desconsiderado o trabalho que aparecer em duplicata.

## **6.3.CRITÉRIOS DE QUALIDADE**

- trabalhos publicados em periódicos com indexação quando se referir a artigos;
- Ter sido aprovado por banca examinadora quando se referir a dissertações de mestrado ou teses doutorado.

## **7. PRINCÍPIOS BIBLIOMÉTRICOS DOS FILTROS**

Os parâmetros que serão adotados:

- 1) Revistas que mais publicam sobre o tema;
- 2) Relevância das revistas;
- 3) Autores que mais publicaram;
- 4) Número de publicações por instituição (definida pela instituição do primeiro autor);
- 5) Ano de publicação;
- 6) número de publicações por localidade (onde se desenvolveu o estudo);
- 7) A geografia da área de estudo.

A localização e as coordenadas geográficas dos locais de pesquisa serão identificadas para cada estudo com o objetivo de mapear a distribuição dos locais de pesquisa e destacar regiões de baixa produção de conhecimento.

Deverão ser realizadas buscas nas bases de dados selecionadas utilizando as *strings* definidas neste protocolo. O processo de seleção contempla quatro etapas:

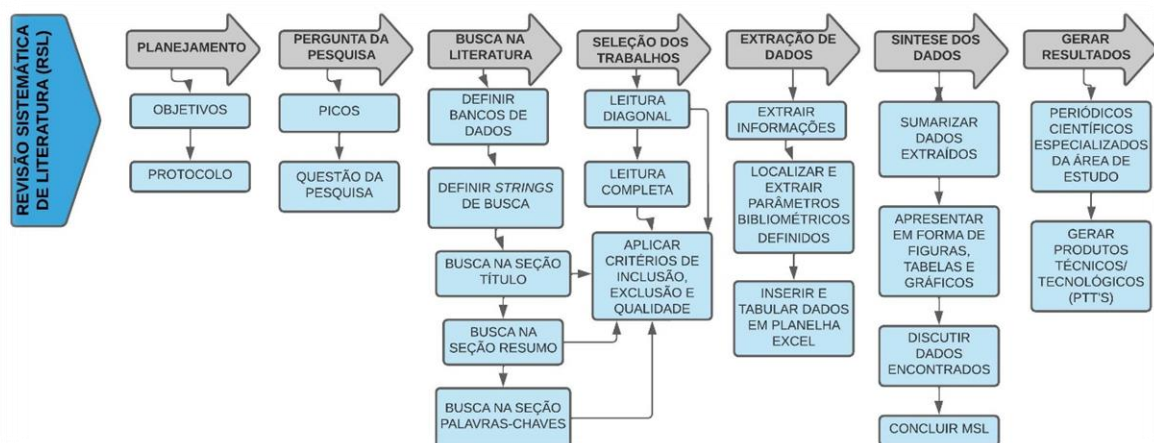
- (1) seleção pelo título;
- (2) seleção pelo resumo;
- (3) seleção através da leitura diagonal e;
- (4) leitura completa.

Em cada uma das etapas, serão analisados os critérios (inclusão/exclusão) já definidos para a seleção dos estudos encontrados, os dados a serem coletados e os critérios de qualidade para avaliá-los.

## 8. ESTRATÉGIA DE EXTRAÇÃO DOS DADOS

Após busca nas bases de dados, serão extraídas todas as informações desejadas, inseridas e tabuladas em planilha do Excel para melhor organização e visualização. Será realizada a parametrização dos dados disponíveis em cada base, conforme detalhamento constante na figura 1.

**Figura 1:** Fluxograma do processo geral da Revisão Sistemática de Literatura.



Fonte: a autora (2022).

## 9. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Elaboração de um artigo com as informações tabuladas relacionadas com a questão de pesquisa, apresentadas por meio de gráficos, figuras e tabelas, indicando as informações

coletadas conforme exposto no item 4, e discussão dos dados encontrados e a conclusão da RSL. Além disso, serão criados produtos técnicos/tecnológicos a partir de dados produzidos na pesquisa.

## 10. TIPO DE ESTUDO

Segundo os objetivos propostos, o presente estudo tem caráter descritivo e buscou realizar um levantamento, caracterizar e descrever os aspectos inerentes às nascentes do bioma Caatinga, com base em estudos publicados sobre o tema, bem como observar seus usos. Tem natureza aplicada e segue um delineamento de pesquisa documental e bibliográfica, quantitativo, com apoio de dados bibliográficos como instrumentos de coleta de dados submetidos à análise. A partir da análise da literatura brasileira existente, será possível desenvolver um diagnóstico e análise das nascentes localizadas na região semiárida do Brasil.

## 11. REFERÊNCIAS

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE, 2007.

OKOLI, C. **A guide to conducting a standalone systematic literature review**. Communications of the Association for Information Systems, v. 37, n.43, p. 879–910, nov. 2015. Disponível em: <<http://aisel.aisnet.org/cais/vol37/iss1/43/>>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura**. Florianópolis: UFSC. Disponível em: [https://www.inf.ufsc.br/~jean.hauck/disciplinas/SLR/GQS\\_Template\\_Protocolo\\_SLR\\_V01.docx](https://www.inf.ufsc.br/~jean.hauck/disciplinas/SLR/GQS_Template_Protocolo_SLR_V01.docx).

APÊNDICE B: Mapa de geolocalização de estudos sobre nascentes realizados no bioma Caatinga.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

# Mapa de geolocalização de estudos sobre nascentes realizados no bioma Caatinga

Sara Carvalho Failla  
Altany Silva Calheiros  
Murillo Vinícius Moura Sancho



**SARA CARVALHO FAILLA  
ALTANYS SILVA CALHEIROS  
MURILLO VINÍCIUS MOURA SANCHO**

**MAPA DE GEOLOCALIZAÇÃO DE ESTUDOS SOBRE NASCENTES  
REALIZADOS NO BIOMA CAATINGA**

Produto técnico originado da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Linha de pesquisa: Manejo e Monitoramento Ambiental.

Marechal Deodoro - AL

2022

## EXPEDIENTE TÉCNICO

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL  
 CAMPUS MARECHAL DEODORO  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS - PPGTEC

### **Autores:**

Sara Carvalho Failla

Altanys Silva Calheiros

Murillo Vinícius Moura Sancho



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Marechal Deodoro**  
**Biblioteca Dorival Apratto**

---

F383m

Failla, Sara Carvalho.

Mapa de geolocalização de estudos sobre nascentes realizados no bioma caatinga / Sara Carvalho Failla, Altanys Silva Calheiros, Murillo Vinícius Moura Sancho. – 2022.

13 f.

Inclui bibliografia e figuras.

Produto Educacional - Originado da Dissertação: Levantamento, identificação e mapeamento de estudo sobre nascentes localizadas no bioma caatinga: uma revisão sistemática de literatura (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Marechal Deodoro*, Marechal Deodoro, 2022.

1. Recursos hídricos. 2. Semiárido. 3. Degradação ambiental. 4. Recuperação de nascentes. I. Título. II. Calheiros, Altanys Silva. III. Sancho, Murillo Vinícius Moura.

CDD: 363.7

---

**Andreia Gomes de Azevedo**  
**Bibliotecária – CRB-4/2164**

Ministério da Educação  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL  
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

**Reitor:**

Carlos Guedes de Lacerda

**Pró-reitora de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação:**

Eunice Palmeira da Silva

**Autores:**

Sara Carvalho Failla

Altanys Silva Calheiros

Murillo Vinícius Moura Sancho

**Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais**

Rua Lourival Alfredo, 176 - Poeira, Marechal Deodoro - AL, CEP: 57160-000IFAL/Campus  
Marechal Deodoro

**Coordenador:** Prof. Dr. Daniel de Magalhães Araújo

**Produto Técnico e Tecnológico:** Mapa.

**TODOS OS DIREITOS RESERVADOS**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

## SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	93
2. O PRODUTO	94
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
4. REFERÊNCIAS	98

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido a partir da dissertação de mestrado em Tecnologias Ambientais do Instituto Federal de Alagoas intitulada “Levantamento, identificação e mapeamento de estudos sobre nascentes localizadas no bioma Caatinga: uma revisão sistemática de literatura”. Essa pesquisa se fundamentou na problemática da crise hídrica que tem alcançado níveis mundiais, que com o aumento das mudanças climáticas, tem agravado a escassez de água principalmente em regiões afetadas por circunstâncias de extrema seca (UNESCO, 2014; SNIS, 2021).

No Brasil, existe um bioma semiárido, a Caatinga, que dentre os existentes é o mais biodiverso e o mais populoso do mundo. Sua área constitui 11% do território do país, e se trata de um bioma exclusivamente brasileiro, com grande importância biológica, e alto grau de endemismo em sua biota (MMA, 2020). Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), em relação à questão hídrica, essa é a região mais vulnerável do país.

Desta forma é importante mapear e quantificar o que tem sido estudado, auxiliando na compreensão do que tem sido realizado de pesquisas no bioma Caatinga e quais aspectos têm sido abordados. Foi escolhido a revisão sistemática de literatura por ser um tipo de pesquisa que traz a aplicação de técnicas sistemáticas de busca e seleção de artigos, que auxiliam numa visão ampla do tema, além de servir de base para pesquisas futuras sobre nascentes identificadas por este estudo, pode nortear pesquisas vindouras, e auxiliar como modelo para outros trabalhos.

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura com o tema da pesquisa até o fim de julho de 2022, após a revisão, os dados obtidos foram sistematizados, gerando respostas aos dados bibliométricos sugeridos na metodologia. Foi realizado o mapeamento e quantificação desses trabalhos, encontrando inicialmente 1.830 estudos que se desmembraram em apenas dez, que mesmo não tendo cumprido todos os critérios de inclusão, atendiam a pelo menos um deles.

Com base nos resultados dos dados coletados e discutidos, foi constatado a ausência de produção de conhecimento em quase todos os estados que compõem o bioma mapeado e nenhum trabalho aborda especificamente a temática de recuperação de nascentes, descrevendo a metodologia utilizada. A partir destes dados, estes dez trabalhos deram base para a criação do mapa de estudos sobre nascentes localizadas no bioma caatinga.

O objetivo da criação do mapa foi identificar e mapear trabalhos encontrados na literatura acadêmica existente, dedicados às nascentes d'água localizadas no bioma Caatinga para melhor visualização e caracterização dos resultados descobertos.

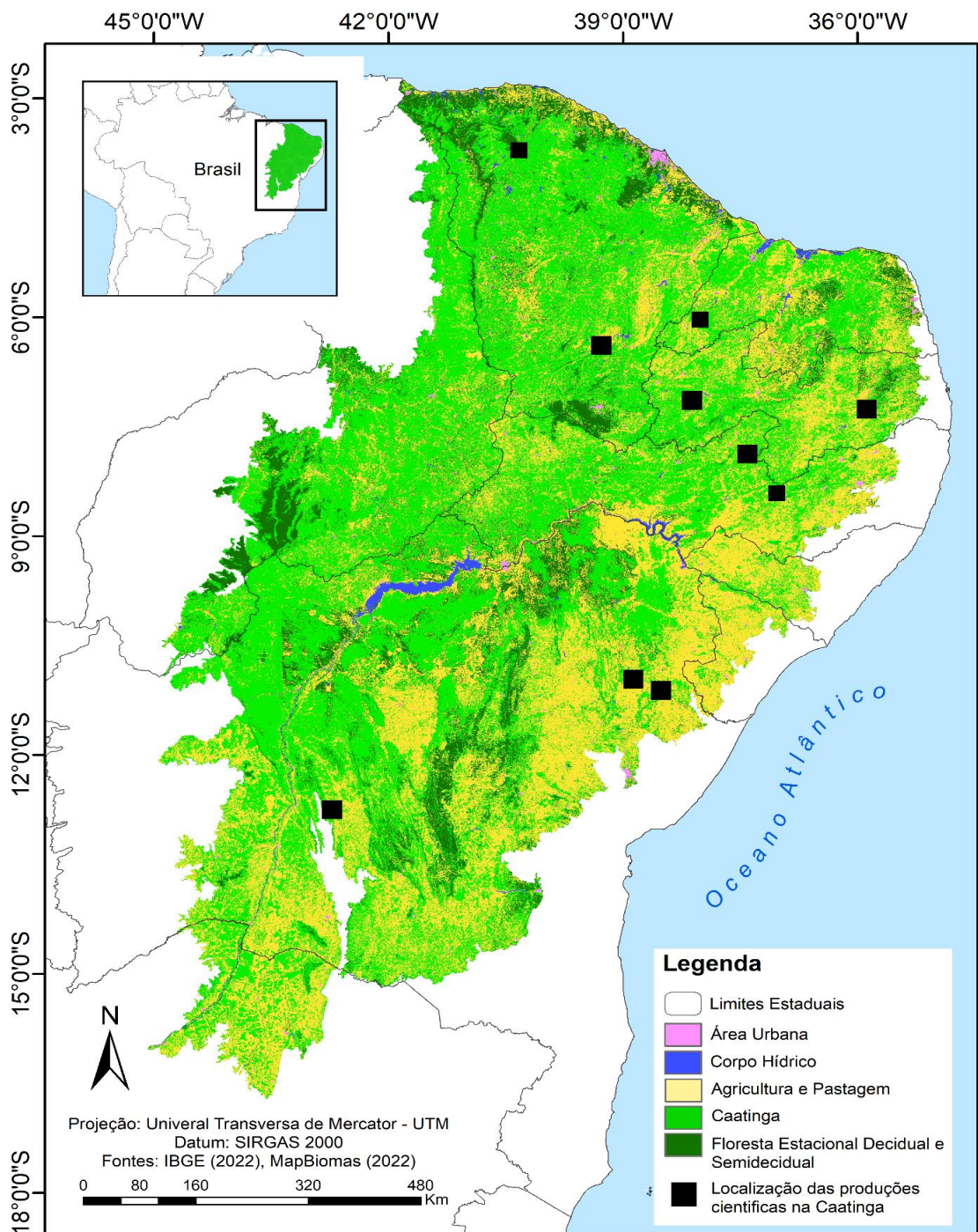
## **2. O PRODUTO**

Foi realizado um levantamento de cada estudo encontrado por meio da Revisão Sistemática de Literatura, utilizando-se as coordenadas geográficas dos locais dos estudos para confecção do mapa, com o objetivo de georreferenciar os locais onde esses trabalhos foram realizados (Figura 1). Para os trabalhos onde não constavam as coordenadas, adotou-se, como ponto de localização, o município em que a(s) nascente(s) em estudo estava(m) situada(s).

Por meio da plataforma Google Earth Engine foi acessado o script MAPBIOMAS de uso e ocupação do solo do bioma Caatinga para o ano de 2021. Em seguida foi realizado o download da coleção de imagens classificadas de uso e cobertura do solo selecionando o bioma Caatinga, que é a área definida do estudo.

Para elaboração do mapa os arquivos baixados foram reprojatados no software ArGis 10.8. Foi coletado na plataforma Google Earth Engine através de código de programação na plataforma para acessar dados do radar SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, para representação do modelo digital de elevação da área de estudo onde foram feito o download das informações e reprojatados no software ArGis 10.8 para representação final em mapa específico da área de estudo.

Para a confecção do mapa de localização geográfica dos estudos foram classificados 10 produtos bibliográficos, cujas pesquisas foram classificadas de acordo com a quantidade de critérios de inclusão que atendiam, conforme Revisão Sistemática de Literatura.



**Figura 1:** Localização geográfica dos estudos sobre nascentes encontrados a partir da revisão sistemática de literatura.

Fonte: Autores (2022).

Os estudos selecionados foram encontrados em cinco revistas científicas e quatro repositórios acadêmicos de universidades federais do país. As revistas foram responsáveis pela publicação de artigos e os repositórios pela disponibilização das dissertações. Observa-se que

a revista que mais publicou sobre o tema é a Revista Ambiente & Água, com duas publicações, e as demais revistas, contribuíram com apenas uma única publicação (Tabela 1).

**Tabela 1:** Relação de revistas e repositórios acadêmicos que contribuem em número de publicações científicas, fator de impacto, Qualis e tipo de produção científica.

REVISTAS E REPOSITÓRIOS ACADÊMICOS	TIPO DE PUBLICAÇÃO	QUANTIDADE DE TRABALHOS	ANO DE PUBLICAÇÃO	FATOR DE IMPACTO/ QUALIS
REVISTA CAATINGA	ARTIGO	1	2021	B1/0.888
REVISTA ENGENHARIA AGRÍCOLA	ARTIGO	1	2020	B1/0.856
REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA	ARTIGO	1	2019	B1/0.760
REVISTA AMBIENTE & ÁGUA	ARTIGO	2	2018/2019	A2/0,54
REVISTA FLORESTA (UFPR)	ARTIGO	1	2018	B1/_
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	DISSERTAÇÃO	1	2016	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	DISSERTAÇÃO	1	2014	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)	DISSERTAÇÃO	1	2010	-
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)	DISSERTAÇÃO	1	2006	-

Fonte: Autores (2022).

Relacionando os locais onde foram publicados os estudos, com os anos de publicação (Tabela 1), podem observar que as dissertações de mestrado são as produções mais antigas, com a primeira publicação datada na primeira década deste século. Entretanto, o primeiro artigo encontrado só foi publicado há quatro anos, doze anos depois dos primeiros trabalhos de dissertação encontrado sobre nascentes, demonstrando que apesar do interesse a temática perpassar pelos centros universitários, só recentemente houve um maior interesse nessa linha de pesquisa por parte das revistas científicas, possivelmente por conta do aumento das discussões sobre as mudanças climática, ligados a ameaça do processo de desertificação da Caatinga.

Na tabela 2 estão listadas as instituições, com os respectivos autores que realizaram os estudos, onde é possível constatar que dentre os trabalhos selecionados, os autores que mais publicaram foram Fontes Júnior, R.V.P.; Montenegro, A.A.A.; e Ferreira, L.L.N.; cada um com atuação em duas publicações. Todos os autores em questão são vinculados de alguma forma à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), enquanto professores ou estudantes de pós-graduação da instituição. Essa universidade foi a instituição que mais contribuiu com os estudos selecionados para essa pesquisa, responsável por três dos dez trabalhos que atendiam ao escopo deste trabalho.

**Tabela 2:** Relação entre a universidade que realizou o trabalho com autores e estado onde foi realizado o estudo.

UNIVERSIDADES	AUTORES	ESTADO DE ESTUDO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC)	GIRÃO, E. G.	CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)	SOUSA, V. G. D.	PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)	MEDEIROS, S. T. A.	PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	FERREIRA, L. L. N.	RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)	JESUS, J. B.; OLIVEIRA, L. S.; GAMA, D. C.	BAHIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)	MAGALHÃES, A. G.; MONTENEGRO, A. A. A.; ANDRADE, C. W. L.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; FONTES JÚNIOR, R. V. P.	PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)	GOMES, M. R. C.; ANJOS, J. A. S. A.; DALTRO, R. R.	BAHIA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE)	FONTES JÚNIOR, R.; MONTENEGRO, A.	PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	ANDRADE, E. M.; RODRIGUES, R. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; BRASIL, J. B.; GUERREIRO, M. J. S.	CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)	OLIVEIRA JÚNIOR, R. F.; LEMOS FILHO, L. C. A.; BATISTA, R. O.; FERREIRA, L. L. N.; COSTA, L. R.; CAMINHA, M. P.	RIO GRANDE DO NORTE

Fonte: Autores (2022).

Após mapear as pesquisas, é notório a baixa produção científica sobre nascentes do bioma Caatinga (Figura 1 e Tabelas 1 e 2). A maior predominância de trabalhos está concentrada na parte nordeste e leste da região, o que corrobora com a pesquisa de Lessa *et al.* (2019) que encontrou essa mesma concentração no seu trabalho que aborda a questão da biodiversidade na Caatinga.

Vemos um déficit de pesquisas sobre o tema nas bases de dados científicas mais relevantes, principalmente ao que tange a questão de recuperação de nascentes, isso se deve provavelmente ao fato da escassez de estudos realizados nesse bioma, conforme relatado por Santos *et al.* (2011) que afirma que a Caatinga é um dos ecossistemas com menos pesquisas científicas comparado a outros biomas brasileiros. Estes dados mostram que esse tema é aceito e publicado em revistas de considerável impacto acadêmico, reiterando a necessidade e pertinência desse tema de estudo, corroborando com o argumento apresentado neste trabalho sobre a imprescindibilidade de mais estudo nessa esfera.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância do tema, demonstrada pelos sistemas de qualificação de periódicos, juntamente com corroboração de outros autores, apontam ainda mais a necessidade do aumento dos estudos para melhoria na qualidade das nascentes.

Com a confecção do mapa com a localização dos trabalhos selecionados, é possível perceber ainda mais as lacunas presentes nessa temática tão importante, que podem apontar e nortear novas iniciativas públicas e privadas.

### 4. REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2019: Informe Anual**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_anual\\_2019-versao\\_web-0212-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf)>.
- ANDRADE, E.M.D.; RODRIGUES, R.D.N.; PALÁCIO, H.A.D.Q.; BRASIL, J.B.; GUERREIRO, M.J.S. **Hydrological behavior of vertisols in the Brazilian semi-arid region: the importance of rainfall of less than 30 mm**. Revista Ciência Agronômica, v. 51, 2020.

- FERREIRA, L.L.N. **Variação espacial de atributos do solo, em zona de recarga de nascente, em uma microbacia perene do semiárido.** 2016. 107p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.
- FONTES JÚNIOR, R.; MONTENEGRO, A. **Impact of land use change on the water balance in a representative watershed in the semiarid of the state of Pernambuco using the SWAT model.** Engenharia Agrícola, v. 39, p. 110-117, 2019.
- GIRÃO, E.G. **Análise multivariada na identificação dos fatores determinantes da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Jaibaras-Ceará.** 2006. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 2006.
- GOMES, M.C.R.; ANJOS, J.A.S.A.; DALTRO, R.R. **Multivariate statistical analysis applied to the evaluation of groundwater quality in the central-southern portion of the state of Bahia-Brazil.** Revista Ambiente & Água, v. 15, 2020.
- JESUS, J.B.; OLIVEIRA, L.S.; GAMA, D.C. **Composição Florística e Caracterização do Estado de Conservação de Nascentes no Centro-Leste da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru, Semiárido da Bahia.** Floresta, [S.l.], v. 48, n. 2, p. 245-254, abr. 2018. ISSN 1982-4688. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/55540>>.doi:<http://dx.doi.org/10.5380/ra.v48i2.55540>.
- LESSA T, DOS SANTOS J.W; CORREIA, R.A; LADLE, R.J.; MALHADO, A.C.M. **Known unknowns: Filling the gaps in scientific knowledge production in the Caatinga.** PLOS ONE, 2019.
- LESSA T, DOS SANTOS J.W; CORREIA, R.A; LADLE, R.J.; MALHADO, A.C.M. **Known unknowns: Filling the gaps in scientific knowledge production in the Caatinga.** PLOS ONE, 2019.
- MAGALHÃES, A.G.; MONTENEGRO, A.A.D.A.; ANDRADE, C.W.LD., MONTENEGRO, S.M.G.L.; FONTES JÚNIOR, R.V.D.P. **Hydrological modeling of an experimental basin in the semiarid region of the Brazilian State of Pernambuco.** Revista Ambiente & Água, v. 13, 2018.
- MEDEIROS, S.T.A. **Agroecologia com o potencial para recuperação de áreas degradadas em comunidades rurais de nascentes do Rio Pajeú.** 2014. Dissertação (Mestrado Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2022. **Caatinga.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/caatinga>>.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. F.; LEMOS FILHO, L.C.D.A.; BATISTA, R.O.; FERREIRA, L.L.N.; COSTA, L.R.D.; CAMINHA, M.P. **Multivariate statistics Applied to irrigation water quality data of a watershed in the semiarid region of Brazil**. Revista Caatinga, v. 34, p. 650-658, 2021.

SANTOS, J.C.; LEAL, I.R.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W.; TABARELLI, M. **Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest**. Trop. Conserv Sci. 2011; 4(3):276–86.

SNIS - SECRETARIA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR (Brasil). **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. – Brasília/ DF, 2021.

SOUSA, V.G.D. **Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental das nascentes do Riacho das Piabas (PB)**. 2010. 129p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

UNESCO, UN-Water, 2014. **International Decade for Action, Water for Life 2005–2015**. Disponível em: < <https://www.un.org/waterforlifedecade/>>.