



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO AMBIENTAL**

DIONE DULCINEA DOS SANTOS

**PRÁTICAS E ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APLICADAS A
CAATINGA**

Recife, 2023

DIONE DULCINEA DOS SANTOS

**PRÁTICAS E ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APLICADAS A
CAATINGA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Profa. Dra. Maria Núbia Medeiros de Araújo Frutuoso
Orientadora

Profa. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra
Co-orientadora

Recife, 2022

S237p

Santos, Dione Dulcinea dos.

Práticas e estratégias de educação ambiental aplicadas a caatinga / Dione Dulcinea dos Santos. – Recife, PE: A autora, 2023.

72 f.: color. ; il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª. Drª Maria Núbia Medeiros de Araújo Frutuoso.

Coorientadora: Profª. Drª. Marília Regina Costa Castro Lyra.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Campus Recife, Coordenação de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Gestão Ambiental, 2023.

Inclui referências e Apêndices.

1. Educação Ambiental. 2. Caatinga. 3. Sustentabilidade. 4. Preservação Ambiental. 5. Gestão Ambiental. I. Frutuoso, Maria Núbia Medeiros de Araújo. (Orientadora). II. Lyra, Marília Regina Costa Castro. (Coorientadora). III. Título.

363.7

CDD (22 Ed.)

DIONE DULCINEA DOS SANTOS

**PRÁTICAS E ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL APLICADAS A
CAATINGA**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco como parte integrante dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental.

Data da aprovação: 13/02/2023

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Maria Núbia Medeiros de Araújo Frutuoso
Orientadora - IFPE

Profª. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra
Co-orientadora - IFPE

Profª. Dra. Rogéria Mendes do Nascimento
Examinador Interno - IFPE

Profª. Dra. Doriele Silva de Andrade Costa Duvernoy
Examinador Externo – UPE

APRESENTAÇÃO

A autora é engenheira civil formada pela Universidade de Pernambuco (UPE) e também engenheira de segurança do trabalho. Possui técnico em segurança do trabalho pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE). Atuou como técnica em segurança do trabalho na Companhia Editora de Pernambuco (CEPE) entre os anos de 2013 e 2021. Tendo crescido em um lar cheio de livros, teve a alegria imensa de trabalhar todos os dias em um ambiente que pensa e respira livros de todas as temáticas e gêneros textuais por oito anos. Em 2021 tomou posse como engenheira no IFPE (lugar que se fez casa após as passagens como discente em diferentes níveis de ensino ofertados pela instituição).

Tendo suas raízes familiares fincadas no agreste pernambucano - no qual já há a ocorrência do bioma caatinga, ao iniciar seus estudos voltados à realização do mestrado, resolveu abordar temática tangente às suas origens familiares, sociais e educacionais: educação e o bioma caatinga.

Dedico este trabalho a minha mãe, Dulcinea Francisca dos Santos, leoa em seu materno, porto seguro e colo de todas as horas. Minha primeira e grande incentivadora. Ao meu pai, Mariano João dos Santos, que, junto a mainha, em todos os momentos se fez lar em nossos cafés diários. Por fim, dedico a Deus e ao meu filho Lucas, amor inesperado, doce e infinito.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) pela oportunidade de realizar os estudos propostos no âmbito do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental.

Ao corpo docente do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do IFPE, campus Recife, pelos conhecimentos transmitidos.

A banca examinadora pelas valiosas observações realizadas.

A minha orientadora, a Profa. Dra. Maria Núbia Medeiros de Araújo Frutuoso, pela valorosa orientação no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

A minha co-orientadora, a Profa. Dra. Marília Regina Costa Castro Lyra, pelo compartilhamento de saberes e motivação ao longo de toda a jornada.

Aos meus colegas de turma por todo o companheirismo e compartilhamento de vivências ao longo da jornada.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar políticas públicas e propostas educativas que visassem a conservação e a recuperação do bioma caatinga em Pernambuco. Nosso foco foi identificar, em literatura atual, os impactos existentes a fim de catalogar contribuições publicadas em artigos científicos que pudessem fomentar a conservação do bioma em estudo com o intuito de subsidiar ações de educação ambiental, utilizadas por professores e multiplicadores que visem a formação de um sujeito ambientalmente consciente e agente local de desenvolvimento. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que utilizou como estratégias metodológicas os seguintes procedimentos: pesquisa bibliográfica, análise documental e análise temática. Os dados da pesquisa foram organizados em quadros sinóticos e analisados a partir do referencial teórico estabelecido, com foco nos eixos temáticos delimitados. Pesquisamos estudos publicados nos últimos três anos em sites de periódicos e comunidades científicas (principalmente o Portal de Periódicos Capes, Scopus, Scielo e o Google Acadêmico) que apontassem a problemática dos impactos na caatinga, no estado de Pernambuco. As palavras chaves utilizadas foram “impactos + caatinga”; “desertificação”; “desmatamento + caatinga”; “educação ambiental + caatinga”. Os dados foram coletados e atualizados entre os anos de 2020 e 2022. A partir da pesquisa realizada selecionamos dez trabalhos científicos com impactos ambientais negativos incidentes no bioma, bem como propostas inovadoras que visassem a mitigação desses impactos. Os principais impactos ambientais mais recorrentes identificados em nossa pesquisa foram: desmatamento e degradação do solo, devido a interferências antrópicas, perda de biodiversidade do bioma, aumento do escoamento superficial das águas; redução dos estoques de carbono e biomassa microbiana do solo; aumento da temperatura do ar e redução da evapotranspiração; contribuindo para o aumento das emissões de CO₂ para a atmosfera. No que se refere às medidas mitigadoras para diminuição desses impactos, constatamos que a legislação ambiental é propícia ao desenvolvimento de ações que minimizem os impactos recorrentes, por estarem em consonância com políticas macro estruturadoras e agendas atuais. São normativas jurídicas compartilhadas entre estes dois entes federativos: União e Governo do Estado. Dos onze artigos científicos analisados, que fomentam a utilização de estratégias de ensino na educação ambiental voltada à conservação e conservação do bioma caatinga, constatamos a presença de uma tônica voltada a propostas inovadoras - como a utilização de jogos, músicas, trilhas de aprendizagem e games. Tais estudos trazem propostas relevantes à educação e gestão ambiental e tratam de temáticas referentes à flora e fauna do bioma, bem como práticas de educação ambiental e a utilização de jogos como fomento de interesse e sensibilização ambiental dos sujeitos. Estas estratégias podem ser aplicadas de maneira transversal a outros eixos temáticos de aprendizagem e corroboram para a sensibilização quanto às questões ambientais do público-alvo (seja este público adulto ou infanto-juvenil). Como produto de pesquisa, elaborou-se uma cartilha com temática relacionada à educação ambiental no bioma caatinga. Tal produto pode ser utilizado como ferramenta de mediação pedagógica capaz de enriquecer as práticas pedagógicas e sociais pertinentes à educação ambiental no bioma caatinga.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Transdisciplinaridade. Preservação ambiental. Caatinga.

ABSTRACT

This work aimed to analyze public policies and educational proposals aimed at preserving and recovering the caatinga biome in Pernambuco. Our focus was to identify, in current literature, the existing impacts in order to catalog contributions published in scientific articles that could promote the preservation of the biome under study with the intention of subsidizing environmental education actions, used by teachers and multipliers that aim at the formation of an environmentally conscious subject and local development agent. This is a qualitative research, which used the following procedures as methodological strategies: bibliographic research, document analysis and thematic analysis. The research data were organized in synoptic tables and analyzed from the established theoretical framework, focusing on the delimited thematic axes. We researched studies published in the last three years on websites of journals and scientific communities (mainly Portal de Periódicos Capes, Scopus, Scielo and Google Scholar) that pointed to the problem of impacts on the caatinga, in the state of Pernambuco. The keywords used were “impacts + caatinga”; “desertification”; “deforestation + caatinga”; “environmental education + caatinga”. Data were collected and updated between the years 2020 and 2022. Based on the research carried out, we selected ten scientific papers with negative environmental impacts on the biome, as well as innovative proposals aimed at mitigating these impacts. The main most recurrent environmental impacts identified in our research were: deforestation and soil degradation, due to anthropic interference, loss of biodiversity in the biome, increased runoff of water; reduction of soil carbon and microbial biomass stocks; increased air temperature and reduced evapotranspiration; contributing to the increase in CO₂ emissions into the atmosphere. With regard to mitigating measures to reduce these impacts, we found that environmental legislation is conducive to the development of actions that minimize recurrent impacts, as they are in line with macro structuring policies and current agendas. These are legal norms shared between these two federative entities: Union and State Government. Of the eleven scientific articles analyzed, which encourage the use of teaching strategies in environmental education aimed at the preservation and conservation of the caatinga biome, we found the presence of a focus on innovative proposals - such as the use of games, music, learning trails and games. Such studies bring relevant proposals to environmental education and management and deal with themes related to the flora and fauna of the biome, as well as environmental education practices and the use of games to foster interest and environmental awareness of the subjects. These strategies can be applied transversally to other thematic learning axes and help to raise awareness of environmental issues in the target audience (whether this is an adult or children's audience). As a research product, a booklet was elaborated with a theme related to environmental education in the caatinga biome. This product can be used as a pedagogical mediation tool capable of enriching the pedagogical and social practices relevant to environmental education in the caatinga biome.

Keywords: Sustainability. Transdisciplinarity. Environmental preservation. Caatinga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Biomas brasileiros	17
Figura 2 - Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação nas áreas suscetíveis à desertificação no Brasil	24
Figura 3 - Distribuição espacial da susceptibilidade a desertificação global para o estado de Pernambuco	25
Figura 4 - Remanescentes do bioma caatinga em 2019	27
Figura 5 - Busca de estudos publicados acerca dos impactos ambientais na caatinga	36
Figura 6 - Busca de estudos publicados acerca de estratégias de educação ambiental na caatinga	37

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Estudos publicados acerca dos impactos ambientais na caatinga	35
Quadro 2 - Principais impactos ambientais no bioma caatinga	41
Quadro 3 - Políticas públicas inter relacionadas a conservação do bioma caatinga ...	44
Quadro 4 - Estudos publicados voltados à educação ambiental na caatinga	50
Tabela 1 - Níveis de suscetibilidade à desertificação a partir do Índice de Aridez	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	SITUAÇÃO PROBLEMA	13
1.2	JUSTIFICATIVA	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1	CAATINGA	15
3.2	DESMATAMENTO, DEGRADAÇÃO, DESERTIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DO BIOMA CAATINGA	18
3.3	IMPACTOS AMBIENTAIS NO BIOMA CAATINGA	23
3.4	ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA A CONSERVAÇÃO DO BIOMA CAATINGA	28
4	METODOLOGIA	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	34
4.2	ETAPAS DA PESQUISA	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	IMPACTOS AMBIENTAIS NO BIOMA CAATINGA	38
5.2	POLÍTICAS PÚBLICAS INTER RELACIONADAS AO BIOMA CAATINGA	46
5.3	ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A CAATINGA	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

As interações entre as pessoas e a natureza na Caatinga têm sido marcadas por uma mentalidade na qual os recursos naturais são percebidos como infinitos e explorados implacavelmente devido à débil governança. Posto isto, este trabalho se propõe a analisar políticas públicas e propostas educativas que visem a conservação e a recuperação do bioma caatinga com posterior análise de estratégias de educação ambiental que possam fomentar a preservação do bioma caatinga e identificação de impactos ambientais incidentes no bioma caatinga em Pernambuco.

No semiárido brasileiro, um dos impactos ambientais mais relevantes é a degradação da caatinga. Atualmente, a devastação e a fragmentação de ambientes naturais são uma das principais causas de extinção, reduzindo os habitats disponíveis para a fauna e flora local e aumentando o grau de isolamento entre suas populações, causando perdas da variabilidade genética. Como o bioma caatinga ocorre exclusivamente no Brasil, muitas espécies endêmicas podem ser encontradas em sua extensão. O desaparecimento dessas espécies antes de serem estudadas dificulta o estudo dos processos ecológicos e, conseqüentemente, ações que minimizem esses impactos (Magalhães, 2012). A vegetação da Caatinga é composta, principalmente, por plantas xerófitas, formada por espécies que desenvolveram mecanismos para sobreviver em ambiente com poucas chuvas e baixa umidade.

As características morfofisiológicas do bioma caatinga expressam (erroneamente durante o período de seca) que a vegetação está morta. Na realidade essas plantas adaptadas ao clima semiárido permanecem vivas, utilizando de seus mecanismos biológicos para sobreviver às adversidades do ambiente. Assim como o povo sertanejo. Santana (2016) nos evidencia o papel da ancestralidade e da continuidade de permanência na terra perpassando através do colapso ambiental. O patrimônio localizado dentro do bioma caatinga seria, portanto, histórico, cultural e arquitetônico, porém, caso se mantenha os atuais níveis de degradação devido às ações antropológicas, não haverá um patrimônio ambiental. A Caatinga é, provavelmente, o menos estudado em relação à flora e à fauna e um dos que têm mais sofrido degradação nos últimos séculos.

É perceptível a existência de divergências na literatura sobre a quantidade de espécies endêmicas e táxons raros pertencentes a esse bioma. Rodrigues *et al* (2022) evidencia a importância de se repassar conhecimentos acerca do bioma Caatinga para a população a fim de que ela seja conscientizada sobre as conseqüências negativas que a degradação do bioma

pode causar tanto as espécies nativas quanto a sociedade, bem como reconheça a importância da conservação deste habitat.

A valorização dos produtos locais é, no contexto da globalização, o grande instrumento estratégico para alcançar os objetivos principais da conservação dos recursos da Caatinga ao passo que garantiria a permanência e o bem-estar das populações locais.

A Caatinga deve ser considerada patrimônio biológico de valor incalculável a ser preservado e protegido, visto que é um bioma endêmico brasileiro. Para tal, é necessário o estabelecimento de programas e ações interdisciplinares que visem a disseminação da educação ambiental. A disseminação de informações acerca do bioma caatinga através do uso da educação ambiental é essencial para a conservação deste ambiente e evidenciação de suas potencialidades socioecológicas. Através da promoção de uma educação ambiental crítica é possível contribuir também para a disseminação dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Face a sua rica e heterogênea biodiversidade, a caatinga justifica-se como um dos domínios naturais prioritários para conservação no Brasil. A conservação deste habitat é importante para a manutenção do clima e do regime das chuvas, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis, desenvolvimento de plantas e todos os produtos que delas provêm – frutos, raízes, madeiras, fibras, e de parte importante da biodiversidade do planeta.

Considerando que intervenções antrópicas desencadeiam parte considerável das agressões ambientais sofridas pelo bioma Caatinga, é imprescindível que as comunidades que ocupam o mesmo território geográfico que este bioma tenham acesso a informações voltadas a questões ambientais e educação ambiental que fomente a educação ambiental crítica desde os primórdios de sua formação cidadã. A sociedade civil passa então a ser agente de mudança de paradigmas e vetor social de conservação deste bioma tão rico e pouco estudado.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

O bioma caatinga, sendo ele endêmico do território brasileiro, possui uma vasta e histórica ocupação humana. Sendo o ser humano societário e dotado de altas capacidades de modificação do habitat no qual está inserido, temos que a crise ambiental está atrelada também a questões sociais. É imprescindível, portanto, transformar o modo de pensar e agir

social e ambientalmente, visto que a ocupação humana é capaz de causar maiores ou menores impactos ambientais em locais utilizados para moradia e subsistência.

O desenvolvimento, bem como a compilação, de ações educativas que visem a conservação e a recuperação do bioma caatinga é necessidade urgente, dado que, conforme Vieira *et al* (2017), a desertificação tende a começar com o desmatamento, que gera o desaparecimento das espécies vegetais. Para Souza e Honório (2020), a falta de sensibilização, consciência e educação ambiental por parte da população tem levado a uma alta exploração dos recursos naturais desse bioma, o que tem contribuído para a degradação do seu capital natural.

1.2 JUSTIFICATIVA

Considerando que a literatura atual continua evidenciando que o bioma caatinga está acometido por perturbações antrópicas de maneira crônica, faz-se necessário analisar políticas públicas e propostas educativas que visem a conservação e a recuperação do bioma caatinga. Este trabalho busca contribuir no sentido de compilar iniciativas inovadoras de educação ambiental aplicadas ao bioma caatinga, permitindo assim, que tais ações sejam ampliadas e propagadas mais facilmente entre os atores presentes em tal bioma.

O desenvolvimento de pesquisas quanto às ações voltadas à educação ambiental direcionadas ao bioma caatinga, especificamente, possui relevância acadêmica, científica e social, crucial a preservação de tal bioma.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar políticas públicas e propostas educativas que visem a conservação e a recuperação do bioma caatinga.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais impactos ambientais incidentes no bioma caatinga em Pernambuco.
- Identificar estratégias de educação ambiental e políticas públicas que visem fomentar a conservação do bioma caatinga.
- Elaborar cartilha com temáticas relacionadas à educação ambiental voltadas para o bioma caatinga.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Considerando que a caatinga é um bioma presente em uma das regiões semiáridas mais populosas do mundo, para que haja a mitigação dos impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas se faz necessária a realização de ações de valorização do habitat juntamente com ações de educação ambiental e conscientização da população da região. Atrelar os conhecimentos locais ao conhecimento científico pode resultar numa significativa expressão do potencial ambiental, turístico e social do bioma caatinga. Tais saberes podem ser difundidos por meio da educação ambiental atrelada às metodologias ativas de ensino.

3.1 CAATINGA

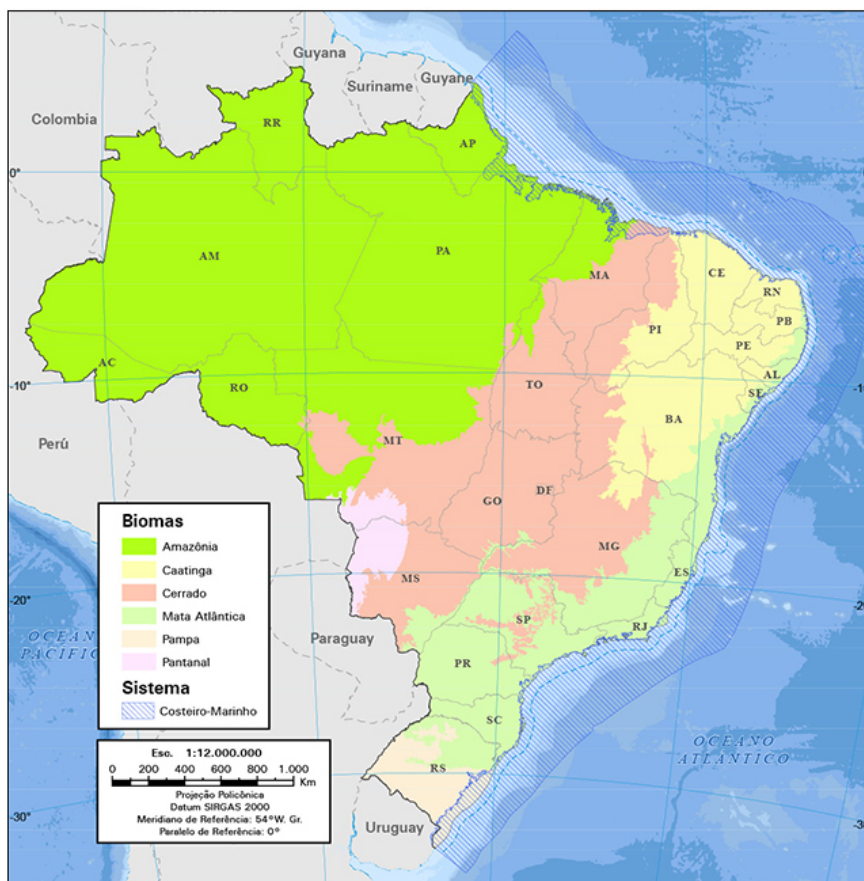
O termo Caatinga foi originado do tupi-guarani e é tradicionalmente interpretado como mata (caa) branca (tinga). A Caatinga também é conhecida como sertão, agreste, cariri, seridó, carrasco – denominações populares para as diferentes formações vegetais do bioma. Tabarelli *et al.* (2018) nos diz que o futuro da Caatinga requer ações imediatas para que as pessoas e a natureza possam caminhar juntas, numa trajetória mais sustentável. Os autores enfatizam também que as mudanças climáticas e a ocorrência de eventos climáticos extremos são, além de ameaças, também uma grande oportunidade de trazer luz sobre temáticas referentes a Caatinga.

A vegetação da Caatinga é composta, principalmente, por plantas xerófitas, formada por espécies que desenvolveram mecanismos para sobreviver em ambiente com poucas chuvas e baixa umidade. No bioma são comuns árvores baixas e arbustos, muitas vezes espinhosos. Nos cactos, por exemplo, estes espinhos são folhas modificadas que diminuem a perda de água pela transpiração (Moraes, 2016). Apesar do bioma caatinga, especificamente, ser endêmico do Brasil, ele faz parte de um conjunto maior de biomas globais denominado de Florestas e Arbustais Tropicais Sazonalmente Secos (QUEIROZ *et al.*, 2017). A Caatinga é a maior e mais contínua área de bioma que compõem o conjunto maior das florestas e arbustais tropicais sazonalmente secos da América Latina e também é o mais diverso componente deste conjunto.

Tal bioma aparece dentre os seis principais ecossistemas mundiais com a maior vulnerabilidade intrínseca à variabilidade climática (SILVA *et al.*, 2017). Apesar de suas fragilidades naturais e estando sob forte pressão humana, a Caatinga é o menos protegido dos biomas brasileiros - somente 7,5% de sua área total está dentro de áreas protegidas (MMA, 2017). É também o menos conhecido e estudado dos biomas brasileiros (Figura 1),

como o cerrado, mata atlântica e amazônia (SPECHT et al., 2019). Segundo Tabarelli e Vicente (2002), o conhecimento científico tem sido uma condição essencial para o estabelecimento de políticas eficazes de conservação. O pouco conhecimento científico das espécies endêmicas tanto na flora quanto na fauna do bioma caatinga torna-a vulnerável ao monitoramento racional deste bioma.

Figura 1- Biomas brasileiros



Fonte: IBGE (2019)

Com extensão territorial total de 844.453 km², ocupa 11% do território nacional, o bioma Caatinga se estende pela totalidade do estado do Ceará (100%) e mais de metade da Bahia (54%), da Paraíba (92%), de Pernambuco (83%), do Piauí (63%) e do Rio Grande do Norte (95%), quase metade de Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas porções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%), o bioma é uma das regiões semiáridas mais populosas do mundo (MMA, 2017).

Com população estimada em 28 milhões de brasileiros habitando esse bioma, da qual 38% vivem em áreas rurais (IBGE, 2019), parte dessa população, sem acesso a alternativas, subsiste sob grande vulnerabilidade social e econômica, causando pressão crescente sobre os

recursos naturais da região, uma vez que a vegetação é a principal fonte de renda de uma parcela substancial da população nordestina.

A degradação crescente do bioma ocorre devido a práticas econômicas, como o desmatamento da vegetação nativa para implantação de perímetros de agricultura irrigada, de pastos para a criação de gado ou simplesmente para extração de lenha (RIBEIRO *et al.*, 2015). Essa devastação acaba por fragmentar o bioma, levando algumas espécies da fauna e flora até mesmo endêmicas à extinção, antes mesmo de ser possível estudá-las.

Na ausência de preservação o bioma pode tornar-se cada vez mais reduzido, comprometendo assim não só diversas espécies, mas o equilíbrio de microclimas, a manutenção financeira de sertanejos e a possibilidade de descobrimento de novos produtos (fármacos, pesquisas, por exemplo) oriundos de espécimes endêmicas. Caso não ocorram alterações na maneira de exploração dos recursos naturais da caatinga, as mudanças climáticas tendem a aumentar os ciclos viciosos da pobreza social e degradação ambiental, o que irá contribuir para aumentar processos de desertificação (BARROS, 2011).

Conforme Sampaio (2010), cerca de 40% da área original ainda estão cobertos de vegetação nativa, mas quase toda ela é usada para a extração de lenha; como pastagem nativa para criação dos rebanhos de bovinos, caprinos e ovinos; ou como parte do sistema de agricultura itinerante, formando um imenso mosaico de áreas em distintos estádios de regeneração. Conforme Queiroz *et al.* (2017), há duas biotas principais que compõem a caatinga:

(i) Caatinga do Cristalino: associada a solos com fertilidade moderada ou elevada da Depressão Sertaneja. Pode ser considerada a típica paisagem sertaneja e ocupa aproximadamente 70% da área total do bioma.

(ii) a Caatinga Arenosa: associada a solos arenosos profundos e de baixa fertilidade. Também conhecida como carrasco, está presente nas bacias sedimentares.

Para Fernandes e Queiroz (2018), há ainda a caatinga arbórea, que ocorre principalmente no norte de Minas Gerais e centro-sul da Bahia e também na borda oriental da Chapada Diamantina. Em locais onde os solos são férteis e com um suprimento de água relativamente alto (maior que no cristalino) se desenvolve a Caatinga Arbórea (também chamada “Mata Seca”).

Conforme Alves *et al.* (2020), deve - se considerar que a biodiversidade da Caatinga apresenta um patrimônio biológico de valor incalculável havendo necessidade de se conhecer sobre suas potencialidades. Neste sentido, vale também observar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 - que versa sobre cidades e comunidades sustentáveis - no

sentido de fomentar e fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo. Diversas plantas da caatinga possuem bioativos que as fomentam enquanto fontes de ativos farmacológicos. A flora nativa da caatinga possui também potencial paisagístico de embelezamento, bem como desenvolve a função de proteção de mananciais aquíferos presentes no nordeste brasileiro. Não se vê - de forma massiva - propagandas convidando o povo brasileiro a conhecer a paisagem do sertão brasileiro e sua beleza estonteante, por exemplo.

3.2 DESMATAMENTO, DEGRADAÇÃO, DESERTIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DO BIOMA CAATINGA

Conforme Bursztyn e Bursztyn (2012), o desmatamento é um processo permanente. Ele consiste na remoção da floresta e mudança no uso original de suas terras. Já a degradação significa a perda da capacidade das florestas, como resultado de pressões pela extração de seus produtos, notadamente a madeira.

Prevenir e combater a degradação e suas consequências são metas da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) nos países afetados por seca grave e/ou desertificação. O termo é usado quando a degradação torna uma terra produtiva em improdutiva, causada pela ação humana direta a partir do uso da terra para o plantio de monocultura, pastagem sem técnicas de conservação adequadas e o desmatamento descontrolado (UNCCD, 1997). Esses processos intensificam a erosão dos solos, reduzem a chuva e a retenção da umidade no solo, causando um desequilíbrio no sistema terra, água e planta. É importante salientar que a degradação implica a perda de nutrientes e consequente redução da capacidade produtiva, além da guarida para biodiversidade e o desmatamento é um processo permanente, que consiste na remoção da floresta e mudança no uso original de suas terras (FAO, 2016; Bursztyn e Bursztyn, 2012).

Combater o desmatamento indiscriminado da flora catingueira, bem como buscar reduzir a degradação do bioma, são ações necessárias à sustentabilidade da região nordeste do Brasil (visto que tal território geográfico é ocupado prioritariamente pelo bioma caatinga). Tais intervenções reduzem também o impacto negativo causado por ações antrópicas e diminuem a probabilidade da ocorrência de desertificação e perdas de terras produtivas na região - com consequente redução de serviços ecossistêmicos e redução da flora e da fauna.

Para a Millennium Ecosystem Assessment (2005) citado por Tavares, Arruda e Silva (2019), calcula-se que os custos econômicos mundiais anuais com a desertificação superem os US\$ 42 bilhões de dólares. Entretanto, para se combatê-la despenderia-se uma

média de US \$10 a 20 bilhões por ano. Conforme a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (Brasil,2015), entende-se como combate à desertificação o conjunto de atividades da recuperação ambiental e socioambiental com o uso sustentável dos recursos naturais nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, com vistas ao desenvolvimento equilibrado.

Para Teixeira (2018), entre esses danos causados pela desertificação se enquadram os impactos ambientais, sociais, econômicos, culturais e políticos, que se relacionam entre si, despertando a necessidade de promover pesquisas voltadas à essas áreas, para que os resultados subsidiem medidas de recuperação e prevenção. Além do impacto econômico, devido à perda de terras produtivas; e do impacto biofísico, resultando nas alterações climáticas, é necessário se ater também aos impactos sociais, como a migração humana e o aumento dos refugiados econômicos, a elevação das taxas de pobreza e a instabilidade política.

Na literatura técnica há diversos conceitos apresentados acerca da locução “impacto ambiental”. Para Sanchez (2020, p.32) impacto ambiental é a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana. Para Fantinatti, Argollo e Zuffo (2016, p.42), o impacto ambiental pode ser positivo ou negativo. Impacto positivo seriam as alterações benéficas do meio ambiente provocadas por ações humanas. Podemos citar, por exemplo, a coleta e tratamento de efluentes líquidos que podem acarretar na melhoria da qualidade de corpos hídricos ou a recuperação de um dado habitat. Ainda conforme Fantinatti, Argollo e Zuffo (2016, p.42), os impactos ambientais negativos seriam as alterações adversas ao meio ambiente provocadas por ações humanas. Para o CONAMA (Brasil, 1981), impacto ambiental é uma consequência de ações antrópicas capazes de provir alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente - sejam estas alterações diretas ou indiretas. Tais alterações podem afetar a saúde, a segurança, o bem-estar da população; as atividades sócioeconômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; bem como a qualidade dos recursos ambientais. Neste trabalho adotaremos o conceito legal brasileiro.

Segundo a UNCCD (1997), a desertificação ocorre em áreas de clima árido, semiárido e subúmido seco, a partir da destruição do potencial produtivo da terra. Quando os solos se tornam inférteis é porque a desertificação já se materializou no ambiente, como uma consequência das práticas insustentáveis, aumentando a pobreza, desigualdade e desestruturação social. Os processos de degradação incluem uma variedade de alterações físicas, químicas e biológicas nas propriedades pedológicas e nos processos edáficos, que

conduzem a uma redução da qualidade do solo como recurso (COSTA et al., 2009). Ab'Saber (1977), define desertificação como “processos parciais, pontuais ou areolares, suficientemente radicais para designar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais”. Ainda segundo este autor, as feições de degradação pontuais no território brasileiro são de fácil reconhecimento, principalmente nas paisagens sertanejas do nordeste brasileiro.

Sampaio e Sampaio (2002) apontam que “a desertificação é um processo dinâmico, com uma cadeia de eventos frequentemente fechada em ciclos viciosos. Assim, alguns eventos podem ser a causa inicial do processo, mas dão lugar a consequências que podem retroalimentar as causas originais”.

É importante evidenciar que, conforme Teixeira (2018), os conceitos de desertificação e desertização (ou formação de desertos) são conceitos absolutamente distintos. Para o autor os desertos são resultantes da evolução climática. Oliveira Galvão (2011) declara que os desertos constituem ecossistemas em equilíbrio dinâmico, apresentando complexas interações físicas e químicas, variadas formas biológicas, naturalmente adaptadas ao meio, e cujas populações humanas encontram-se historicamente ajustadas às suas condições. Matallo Júnior (2009) nos lembra que, em contrapartida ao equilíbrio dinâmico do ecossistema deserto, a desertificação é o resultado do manejo inadequado dos recursos naturais nas zonas áridas, ou seja, é uma consequência direta de ações antrópicas. Santos e Galvêncio (2013) afirmam que nos últimos anos tem-se atribuído, também, a preocupação no avanço do processo de desertificação às mudanças climáticas.

A Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (Brasil, 2015) nos traz que os processos de desertificação são os conjuntos sequenciais, complexos, variados e particularizados de fatores e vetores causais concorrentes, que levam à degradação ambiental e socioambiental. Considera-se a degradação da terra como sendo a redução ou perda, nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, da biodiversidade, da produtividade biológica e da complexidade das terras agrícolas, devida aos sistemas de utilização da terra e de ocupação do território. É, portanto, conforme a legislação brasileira, a degradação da terra uma consequência das ações antrópicas.

Em Pernambuco há a lei estadual de nº 14.091 sancionada em 17 de junho de 2010 na qual consiste na Política de Combate à Desertificação e Mitigação da Seca em Pernambuco (Pernambuco,2010). A lei organiza-se em torno de 20 artigos, que apresentam: a) a criação da Política Estadual de Combate à Desertificação; b) Objetivos e diretrizes da política; c) a instituição de um Fundo Estadual para a realização do programa; d) a realização de um cadastro; e) a origem dos recursos financeiros e f) a competência política do estado de

combater à desertificação e à seca (Farias e Vieira, 2019). Conforme Bursztyn e Bursztyn (2012), políticas públicas são as ações regulares, institucionalizadas, de governos, visando objetivos e fins determinados que, além de estarem associadas aos processos de decisão referentes aos governos, são voltados aos interesses coletivos. Ainda conforme tais autores, as políticas públicas ambientais envolvem também atores não governamentais e produtivos, de tal forma que as ações desenvolvidas estejam voltadas à proteção, conservação, uso sustentável e recomposição dos recursos ambientais.

No âmbito internacional, a principal legislação é a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), realizada em 1977 na cidade de Nairóbi no país africano Quênia, onde foi reconhecida internacionalmente a gravidade do tema. A UNCCD tem dois objetivos básicos: a) combater a desertificação e b) mitigar os efeitos da seca nos países afetados por esse fenômeno. Além disso, o seu texto apresenta um claro conceito de desertificação, atividades para reduzir os efeitos da seca, a preferência pelo engajamento da população local e de organizações não-governamentais no processo de formulação e implementação de programas e ações que fossem voltadas para as esferas nacionais, sub-regionais ou regionais e a obrigação de que os países afetados sejam obrigados a iniciar uma legislação própria ou que fortaleçam as já existentes (Fuchs, 2008). A Convenção ajudou diversos países a elaborarem suas próprias legislações de combate à desertificação.

Em 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs uma Agenda de compromissos abrangendo os mais variados campos da atuação humana, formada por dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com suas respectivas cento e sessenta e sete metas a serem alcançadas até o ano 2030 – daí o nome Agenda 2030. Aderiram a essa iniciativa os 193 Estados Membros da Organização ONU.

O ODS 15 da agenda 2030 versa sobre a necessidade de se proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra. Em seu item 15.3 propõe que até 2030 se combata a desertificação, e se restaure a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo. Conforme Bursztyn e Bursztyn (2012), a noção de sustentabilidade aparece como apelo à razão e como inspiração para uma mudança de rumos, de modos de relação com a natureza, de forma a alcançar equilíbrio entre a busca do bem-estar no presente e o respeito às próprias condições que asseguram a possibilidade de bem-estar às futuras gerações

Para Cavalcanti *et al* (2017), é evidente a relação do ODS 15 com os demais ODS's, a exemplo do ODS 6 no tangente a garantia da disponibilidade da água, mas também na relação com o ODS 1 que remete a acabar com a pobreza, o ODS 2 que propõe acabar com a fome e remete a importância da segurança alimentar, ao ODS 3 quando fala em assegurar vida saudável e promover o bem-estar para todos. Isso sem falar na relação intrínseca com o ODS 13, que aborda a necessidade de tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

Ainda para estes autores, deve-se ressaltar que o nível de conhecimento sobre o bioma, como sua biodiversidade, espécies ameaçadas e exploradas, áreas prioritárias, unidades de conservação e alternativas de manejo sustentável (frutos de uma série de diagnósticos, estudos e investigações científicas, desencadeada por instituições de ensino e pesquisa que atuam na região), embora ainda insuficientes, impulsionam novas perspectivas para abordagens sobre esse importante bioma.

De acordo com Alves *et al* (2020), a inserção da EA para a convivência com o semiárido pode possibilitar o desenvolvimento sustentável da região, visto que há uma grande relação do homem com seu meio. Assim, é necessário estabelecer uma compreensão acerca dos significados do elo ecologia - sociedade para avaliar, gerir, restaurar e manter os recursos tanto naturais como humanos.

Conforme a lei nº 9.985/2000, entende-se por restauração a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada ao mais próximo possível de sua condição original (Brasil,2000). Quando falamos em recuperação, estamos falando em restituir um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, no entanto esta condição pode ser diferente de sua condição original. Para Albuquerque e Melo (2018), restaurar sistemas semiáridos é um grande desafio na atualidade porque pouca ou nenhuma tecnologia foi desenvolvida ou adaptada para essa finalidade. Conforme os autores, um dos desafios mais importantes para a conservação da Caatinga é o aproveitamento de séculos de conhecimento tradicional acumulado aliado às técnicas e visões científicas de restauração ecológica. Para aplicação de tais saberes, é primordial que a população local seja sensibilizada quando a necessidade de conservação do bioma.

Cavalcanti *et al* (2017) destaca que a educação ambiental precisa acontecer no nível individual, buscando estruturar uma identidade e uma prática ambiental para dar significado ao ser no mundo, para desenvolver um pertencimento ao meio de vida e promover uma cultura do engajamento; mas também precisa agir na escala das comunidades, onde ela visa induzir dinâmicas sociais que favorecem a abordagem colaborativa e crítica das realidades

socioecológicas e estimular as mudanças autônomas e criativas dos problemas que se apresentam e dos projetos que emergem.

A promoção de uma educação ambiental crítica, pensada de forma holística, que situe historicamente as questões e desafios existentes para melhoria da proteção ambiental da caatinga e que apoie na gestão ambiental da região é fundamental para compreender a interdependência entre diversos temas e passar a atuar de forma crítica e proativa.

Cerqueira, Rodrigues e Almeida (2020) nos traz que, no nordeste do Brasil, os estados mais susceptíveis a desertificação são: Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Ainda conforme tais autores, 80% do espaço geográfico do estado de Pernambuco é predominantemente semiárido. Considerando a caatinga pernambucana, menos de 3% de sua área encontra-se em áreas destinadas à preservação ambiental.

A lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que trata do código florestal brasileiro, nos traz em seu artigo 2º que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa são bens de interesse comum a todos os habitantes do país. Isto posto, tem-se que é imperativo a sensibilização e conscientização da população ocupante do bioma caatinga quanto a necessidade de migração do modelo extrativista de subsistência para um modo de vida com menor impacto ambiental. É o caso, por exemplo, da implementação de ações de manejo sustentável, respeitando-se os mecanismos de sustentação dos ecossistemas presentes no bioma caatinga.

3.3 IMPACTOS AMBIENTAIS NO BIOMA CAATINGA

As Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) brasileiras (Figura 2) incorporaram aquelas de clima subúmido seco e semiárido e as Áreas do Entorno desses tipos climáticos (BRASIL, 2004). Conforme Jesus Pereira, Oliveira Júnior e Lobão (2020), a ASD no Brasil caracteriza-se por longos períodos de seca, posposto por outros períodos mais curtos de chuvas intensas.

As secas e as chuvas torrenciais costumam provocar prejuízos significativos em diversas esferas diferentes (econômicas, sociais, culturais e ambientais). Essas consequências tendem a atingir, com maior rigor, a parcela da população menos favorecida economicamente, muitas vezes uma população já em situação de fragilidade social. Dessa forma, os mais pobres são os mais afetados pela variabilidade climática regional. Devido à grande extensão territorial das ASD para o estudo das causas e efeitos da desertificação criaram-se os Núcleos de Desertificação, ponto de partida para os estudos desse processo. Os núcleos são áreas, que

apresentam elevados níveis de degradação dos solos e vegetação, promovendo uma ruptura do equilíbrio ambiental, sendo indicadores essenciais para os estudos (Santos & Aquino, 2017).

A seca ocorre quando o volume de precipitação baixa, além do habitual, para uma determinada área, afetando negativamente a disponibilidade hidrológica. Trata-se de um evento natural, diferenciando-se da desertificação (figura 2) e da desertização por ser mais perceptível em um curto período de tempo, enquanto que a desertificação e desertização são processos que ocorrem em períodos de tempo mais extensos, geralmente dez ou mais anos.

Figura 2- Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) no Brasil

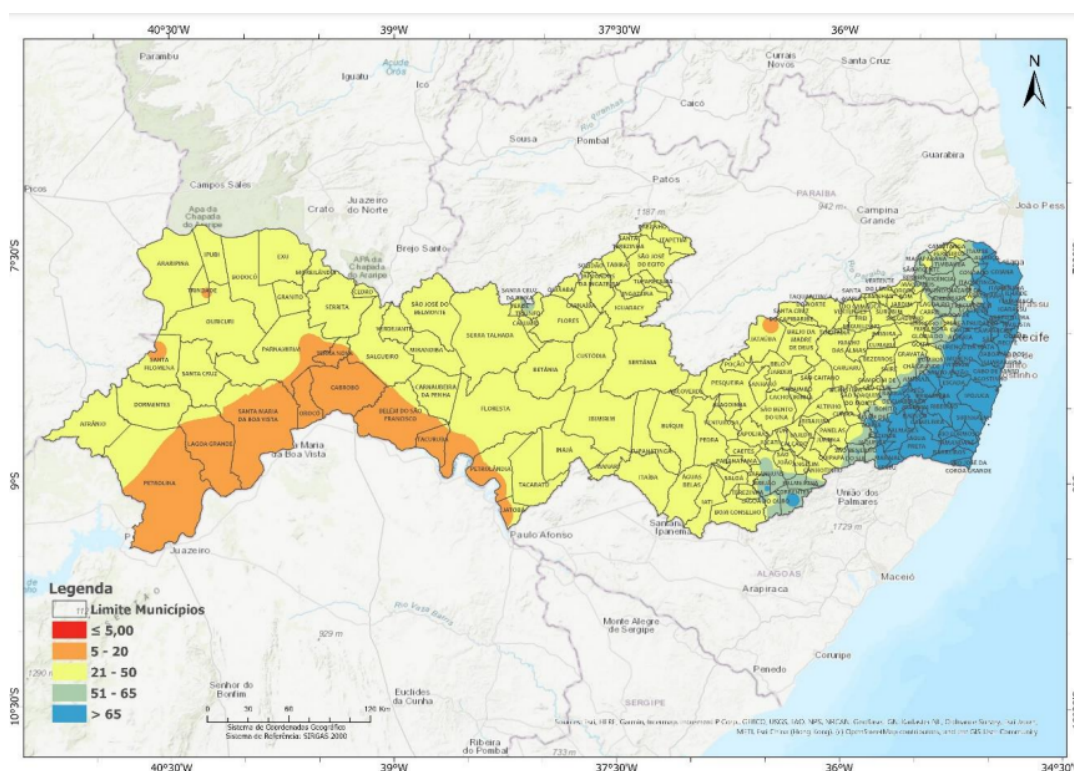


Fonte: Oliveira *et al* (2017).

Em Pernambuco, a concentração das áreas degradadas situa-se na região centro-sul do Estado (figura 3). O total de área degradada mapeada atinge 3.286,42 km², que representa 3,67% de sua ASD. No Estado, encontra-se o Núcleo de Desertificação de Cabrobó, indicado por Vasconcelos Sobrinho e confirmado pelo PAN-Brasil (CGEE, 2016, p. 67 citado por Farias e Vieira,2019).

Os autores Cerqueira, Rodrigues e Almeida (2020) realizaram uma análise de tendência climática à desertificação. Tal estudo indicou que há suscetibilidade de aproximadamente 80% do território geográfico do Estado de Pernambuco ao processo de desertificação, com destaque para as mesorregiões do Sertão Pernambucano e São Francisco Pernambucano, indicando que as regiões possuem elevadas disposições em tornarem-se áreas com grande processo de desertificação.

Figura 3- Distribuição espacial da susceptibilidade a desertificação global para o Estado de Pernambuco.



Fonte: Cerqueira, Rodrigues e Almeida (2020).

Conforme Cerqueira, Rodrigues e Almeida (2020) a aridez é um atributo climático que relaciona a insuficiência de precipitação indispensável a manutenção da vegetação de uma localidade e que, conjuntamente com a utilização do sensoriamento remoto, possibilita

uma análise espacial e temporal do processo de desertificação. O índice de aridez (tabela 01) é um indicador de susceptibilidade à desertificação.

Tabela 01- Níveis de susceptibilidade à desertificação a partir do Índice de Aridez (IA).

Valores de IA	Susceptibilidade à desertificação
05-20	Muito alta
21-50	Alta
51-65	Moderada

Fonte: Adaptado de Cerqueira, Rodrigues e Almeida (2020).

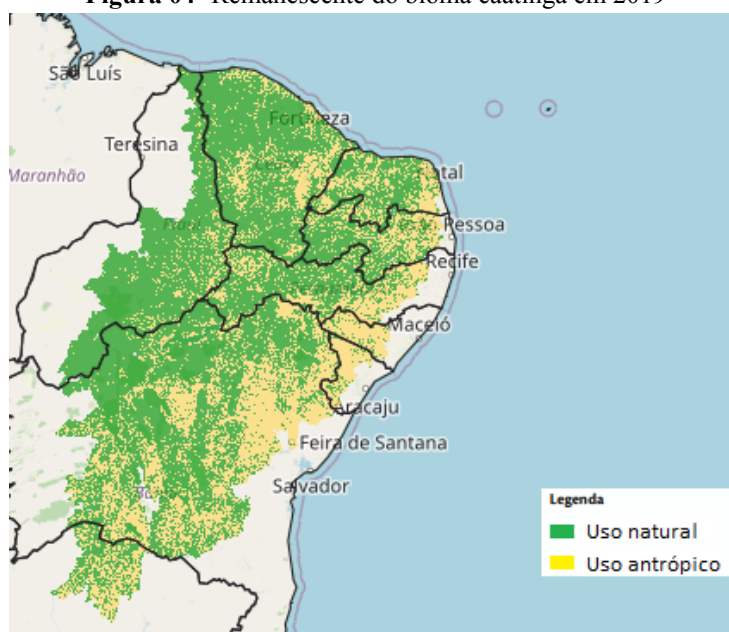
Cerqueira, Rodrigues e Almeida (2020), apontam que quanto maior for a capacidade de uma região em apresentar características áridas maior sua predisposição a desertificação. Ainda conforme estes autores, os municípios com maiores probabilidades de ocorrer desertificação no estado de Pernambuco são os municípios de Petrolina, Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista, Orocó, Cabrobó, Terra Nova, Belém do São Francisco e Itacuruba, quando comparados com a região Metropolitana de Recife, que não apresenta risco a desertificação.

No estado de Pernambuco 135 municípios estão geograficamente situados em áreas suscetíveis à desertificação, onde vivem, conforme resultados do censo demográfico de 2000, cerca de 2.622.519 milhões de habitantes, apresentando densidade demográfica de 35,34 hab./km² (PERNAMBUCO, 2011).

O sistema de base extrativista, empregado em grande parte de produção familiar localizada nesta região, pode ser entendido como elemento chave para entender a cultura sertaneja e a trajetória de transformação e degradação deste habitat. A economia rural de base extrativista e, assim, pouco produtiva, explica em parte porque os municípios da caatinga possuem, em média, os valores mais baixos do índice de desenvolvimento humano (IDH) no Brasil (Tabarelli *et al*,2017). Após décadas de ocupação e uso do solo com o emprego de baixa tecnologia e sem reposição de nutrientes e manejo conservacionista do solo, juntamente com a extração contínua de produtos florestais (sobretudo madeira para a produção de lenha), têm resultado em modificações antrópicas intensas na caatinga. Conforme Tabarelli *et al*. (2017), transformações da vegetação resultam em perda de produtos e serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, a restauração da fertilidade, proteção do solo, produção de água e de produtos florestais como lenha, madeira e forragem.

De acordo com Silva et al. (2017), os impactos na região podem ser classificados em três principais grupos: (i) rápida conversão de grandes áreas de vegetação nativa em espaços criados pelo homem, como estradas, reservatórios ou agricultura comercial; (ii) o distúrbio crônico causado pela lenta, mas contínua, superexploração da vegetação nativa, como o estabelecimento de agricultura de derrubada e queima e a formação de pastos, juntamente com a coleta de lenha; (iii) os impactos negativos causados por espécies exóticas de plantas e animais que foram introduzidos na região como uma estratégia para garantir a segurança alimentar da população rural, mas que reduziram as populações de algumas espécies nativas. Ao contrário do cerrado (com suas fronteiras agrícolas bem delimitadas), na caatinga não existe uma frente única de desmatamento correlacionada a pecuária e agricultura latifundiária, mas sim um desmatamento pulverizado em todo o território do bioma, conforme verificado na figura 4.

Figura 04- Remanescente do bioma caatinga em 2019



Fonte: Projeto Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil - Mapbioma

Tabarelli *et al* (2017) sugeriram dez metas para facilitar a transição da região da caatinga de uma ocupação predatória para uma ocupação de maneira mais sustentável a fim de garantir não só o mundo culturalmente rico do sertanejo, mas também a permanência da ocupação humana na região de maneira mais ambientalmente equilibrada. As metas sugeridas pelos referidos autores foram:

- i. Ampliar a rede de áreas protegidas de forma a melhorar a extensão e a representatividade do sistema, incluindo as áreas reconhecidas oficialmente com prioritárias;

- ii. Reconectar as áreas protegidas via restauração da vegetação nativa ao longo dos principais cursos d'água;
- iii. Evitar a extinção de espécies através de planos efetivos de conservação das espécies oficialmente ameaçadas de extinção;
- iv. Ampliar as iniciativas de transferência de renda conectadas com educação, capacitação profissional e transferência de tecnologia;
- v. Promover a regularização fundiária e monitorar o uso do solo em escala regional;
- vi. Promover a adoção de sistemas produtivos agropastoris baseados em tecnologias modernas, inovadoras e mais produtivas;
- vii. Realizar a transição de uma economia de base extrativista para uma economia baseada em produção de mercadorias e serviços de elevado valor agregado e de menor risco socioecológico;
- viii. Eliminar o consumo de lenha e de carvão da matriz energética via fontes alternativas como energia solar e eólica;
- ix. Melhorar a infraestrutura socioeconômica, particularmente saúde e educação;
- x. Melhorar a capacidade do poder público local no que se refere ao planejamento e execução de programas voltados à sustentabilidade.

A identificação de impactos ambientais presentes no bioma caatinga é primordial para a tomada de decisão quanto às ações necessárias à preservação da fauna, flora e diferentes habitats presentes dos diversos ecossistemas existentes. Ao se identificar os impactos incidentes neste território é possível também desenvolver estratégias de educação ambiental adequadas às necessidades de manejo sustentável para cada área afetada por determinadas ações antrópicas.

3.4 ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA CONSERVAÇÃO DO BIOMA CAATINGA

Segundo Freire (2014), a educação é concebida como uma atitude de abertura à compreensão dos sentidos mais fundamentais da vida e das ações mais íntegras da existência enquanto elemento agregador do ato pedagógico. Para tal autor, o sujeito é o protagonista do ato pedagógico. Paulo Freire, o patrono da educação brasileira, nos traz em seu livro intitulado “Pedagogia do oprimido” (Freire,2011) que a educação verdadeira conscientiza os sujeitos acerca das contradições do mundo humano. É, portanto, a educação um potente instrumento de conscientização acerca da realidade circundante ao sujeito; bem como ferramenta de promoção de diálogos e fomento de democratização social - visto que é um

processo da coletividade. Freire (2011), ao refletir sobre a educação, nos traz que quanto mais o homem for capaz de refletir sua realidade, maiores condições terá de agir sobre ela. Conforme o dicionário Michaeli (2022), educação é um processo que visa o desenvolvimento físico, intelectual e moral do ser humano com o intuito de assegurar-lhe a integração social e a formação da cidadania.

Para Nascimento et al (2020), a educação ambiental (EA) surge como um instrumento de valorização da biodiversidade, além de trazer abordagens de conservação, preservação e uso sustentável dos recursos naturais, buscando despertar nos indivíduos a sensibilização para as questões pró-ambiente. Para Branco, Royer e Godoi Branco (2018), o papel da educação ambiental não se reduz apenas ao meio ambiente e acaba por abranger também outras áreas do conhecimento como a economia, a justiça, a qualidade de vida, a cidadania e a igualdade, por exemplo.

A Educação Ambiental pode ser entendida como uma metodologia em conjunto, onde cada pessoa pode assumir e adquirir o papel de membro principal do processo de ensino/aprendizagem a ser desenvolvido. Cada pessoa ou grupo deve ser agente ativamente participativo na análise de cada um dos problemas ambientais diagnosticados e, com isso, buscar soluções e também preparar outros cidadãos para serem agentes transformadores. Isso se dá por meio do desenvolvimento de habilidades, competências e pela formação de atitudes, através de uma conduta ética, condizentes ao exercício da cidadania. Para Pedrini (1997, p. 32) “o que causa a degradação ambiental é, dentre outros motivos, a falta de educação ambiental”.

De acordo com Baeta *et al* (2002,p. 69):

A Educação Ambiental é uma práxis educativa e social que tem por finalidade a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que possibilitem o entendimento da realidade de vida e a atuação lúcida e responsável de atores sociais, individuais e coletivos no ambiente.

Ela revela-se como um processo participativo, onde o educando assume um papel de elemento central do ensino/aprendizagem pretendido, participando de forma ativa no diagnóstico dos problemas ambientais e busca de soluções, sendo preparado como agente transformador de desenvolvimento local, por meio do fomento de habilidades e formação de atitudes, através de uma conduta ética, condizente com o exercício da cidadania (MILARÉ, 2020).

Bezerra e Rodrigues (2021) propagam, baseados em Corrêa e Ashley (2018), que a educação ambiental pressupõe uma educação politicamente transformadora e voltada a cidadania, onde o principal desafio encontrado é fortalecer a cidadania de todos(as), não apenas à uma parte da população que possua privilégios. Para tais autoras, alguns fatores como a mistificação do bioma, carência de informações nos livros didáticos e poucas aulas de campo/práticas dificultam ainda mais o ensino e aprendizado sobre o meio ambiente e o bioma Caatinga.

Conforme Arrais e Bizerril (2020), a atual conjuntura evidenciada no campo ambiental brasileiro contribui diretamente para o silenciamento, retrocesso e enfraquecimento da educação ambiental, a começar pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), recentemente elaborada, e o Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024, visto que, apesar de serem os documentos basilares para a educação básica brasileira, não evidenciam a necessidade ou a implementação da educação ambiental considerando a relevância do tema e extensão do territorial do Brasil. Os referidos autores sugerem ainda que:

Uma possível justificativa para a exclusão da perspectiva transformadora da EA é porque esta [...] “vai de encontro à política neoliberal em expansão no país, que aposta no sucateamento da Educação Básica, na alienação dos trabalhadores e na exploração do ser humano e dos recursos naturais” (Arrais e Bizerril, 2020, pág 06).

Para Souza e Honório (2020), o ambiente educacional tem a premissa de desenvolver um currículo que se conecte com a realidade e as peculiaridades que envolvem a caatinga e as ações prático-reflexivas desta educação voltada a realidade do meio são imprescindíveis na mudança de hábitos. Ao mesmo tempo em que sensibiliza os atores envolvidos para os problemas ambientais, para a resolução dos mesmos. Segundo Bezerra *et al* (2020), fundamentados nos estudos de Alves *et al* (2012), a EA se insere na sociedade como uma ferramenta para alcançar avanços na qualidade de vida e na promoção da sustentabilidade, na medida em que busca a valorização dos recursos naturais.

Existem abordagens que vêm sendo estudadas, a exemplo das metodologias ativas de aprendizagem, consideradas inovadoras quando aplicadas à educação ambiental. Nelas o sujeito é o protagonista do processo e os professores são mediadores ou facilitadores do processo ensino - aprendizagem. Tais metodologias surgem por volta dos anos 80 do século passado como forma de responder à multiplicidade de fatores interferentes no processo de aprendizagem e à necessidade dos alunos desenvolverem habilidades diversificadas (Mota e Rosa, 2018).

Carvalho et al (2020) destacam que há uma deficiência na comunicação entre a ciência e a sociedade, logo, a importância da biodiversidade e seus potenciais impactos sobre o nosso bem-estar nem sempre são compreendidas pela sociedade - havendo, portanto, a necessidade de estabelecer um fluxo mais efetivo de comunicação inclusiva e representativa que lançam mão de estratégias críticas, inovadoras e participativas com a sociedade civil de maneira geral.

Ao se adotar tal tipo de abordagem educacional, é crucial que os professores evidenciem, no momento do planejamento pedagógico, quais competências e habilidades são necessárias e quais serão fomentadas. Sob a perspectiva destas metodologias de ensino, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais. Ao passo em que o aluno está envolvido em alguma atividade, ele também é convidado a pensar sobre as coisas que está fazendo. Conforme Wommer *et al* (2020), é necessário que o aluno perceba que o que aprendeu tem significado e aplicabilidade em sua realidade.

Para Moran (2015), durante a utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem devem ser observados alguns componentes que são fundamentais, conforme tal autor, ao sucesso da aprendizagem. São eles:

- i. a criação de desafios, atividades ou jogos que, de fato, tragam as competências necessárias a cada etapa;
- ii. a oferta de recompensas que combinem percursos pessoais com participação significativa em grupos;
- iii. a utilização de plataformas e ferramentas de ensino aprendizagem que sejam adaptativas.

Os desafios a serem observados durante a utilização de metodologias ativas de ensino devem trazer informações pertinentes aos objetivos de ensino pretendidos. Tal fato aliado ao uso de recursos adaptativos são capazes de promover a valoração do sujeito enquanto indivíduo, bem como proporcionar sua integração com o grupo.

O debate e análise de informações por meio do estudo e elaboração de projetos e da solução de problemas podem ser considerados exemplos de metodologias ativas. Nela, o aluno é desafiado a elaborar atividades mentais de análise, síntese e avaliação; sendo necessário, portanto, desenvolver também maior clarividência acerca do assunto pautado. Podemos citar como metodologia ativa também a gamificação. Ao se optar por este tipo de ferramenta educacional, lança-se mão do uso de elementos de design de jogos adaptados aos objetivos educacionais pretendidos aos conteúdos das disciplinas. A utilização de regras, níveis, desafios e premiações - atreladas a maneira interativa de se competir de maneira

saudável e contextualizada ao ambiente de aprendizagem - motiva o aluno a experienciar novas formas de interação entre seus pares e o ambiente educacional; o que oportuniza uma nova forma de se compreender os conceitos almejados no momento do planejamento educacional.

Wommer *et al* (2020), baseados nos estudos de Berbel (2011), propagam que podem ser citados como benefícios do uso de métodos ativos de aprendizagem:

- i. o comprometimento dos alunos em relação a novas aprendizagens;
- ii. o uso do interesse para ampliar possibilidades de exercício de autonomia;
- iii. o exercício através de tomada de decisões em diferentes momentos do processo em que vivencia; e
- iv. a preparação para o exercício do futuro.

Wommer *et al* (2020), após investigarem metodologias capazes de serem inseridas em ambientes inovadores e visando apresentar uma proposta de classificação e categorização dos métodos ativos de aprendizagem, nos trazem que as diferentes ferramentas de metodologias ativas podem ser utilizadas isoladamente ou de maneira associada, a fim de complementarem-se e ampliar os objetivos pedagógicos pretendidos. A busca constante por um ensino mais efetivo também ressalta a necessidade constante de aprimoramento sobre as diferentes formas de ensinar.

Para Bilar & Pimentel (2020), a prática educativa ambiental deve voltar-se à sensibilização social envolvendo o enfrentamento dos problemas ambientais, através de uma postura crítica e ativa, aliando informação e vivência participativa a fim de gerar novos valores continuamente e de forma integrada e interdisciplinar. Ainda conforme os referidos autores, as populações do entorno de unidades de conservação no bioma Caatinga podem e devem contribuir para a manutenção da cobertura vegetal desses espaços, desde que apoiadas pelos órgãos públicos ambientais, o que inclui programas eficientes, eficazes e duradouros de educação ambiental.

Conforme a lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que institui a política nacional de educação ambiental, temos que:

Educação ambiental são processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

De acordo com a referida lei, as finalidades da educação ambiental são:

- I. o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
- II. a garantia de democratização das informações ambientais;
- III. o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
- IV. o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
- V. o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;
- VI. o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia; e
- VII. o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

Sendo o sujeito autor de ações que podem impactar o meio ambiente de maneira positiva ou negativa, é importante sua conscientização quanto às potencialidades socioecológicas e culturais presentes no território em que vive. O fomento ao desenvolvimento de práticas e estratégias de educação ambiental que evidenciem a significância do bioma caatinga é basilar, portanto, a preservação do mesmo.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho está centrado numa abordagem qualitativa e tem como objetivo principal analisar políticas públicas e estratégias educativas que visem a conservação e a recuperação do bioma caatinga. A pesquisa partiu, inicialmente, do levantamento bibliográfico a fim de estabelecer um panorama teórico que serviu de base para o entendimento dos conceitos básicos relacionados ao tema da pesquisa, para o delineamento metodológico e a análise e discussão dos resultados. Para Lakatos & Marconi (2017), toda pesquisa deve ter o apoio e o embasamento na pesquisa bibliográfica, para que não se desperdice tempo com um problema que já foi solucionado. De acordo com Boccato (2006), a pesquisa bibliográfica busca o levantamento e análise crítica dos documentos publicados sobre o tema a ser pesquisado com intuito de atualizar, desenvolver o conhecimento e contribuir com a realização da pesquisa.

Para tratar dos temas relacionados ao bioma caatinga, utilizamos as seguintes estratégias: pesquisa exploratória, análise documental e análise temática. Conforme Ludke e André (2013), a análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, visto que os documentos constituem uma fonte de informações estável e rica. Para tais autoras, podem ser considerados na análise documental leis, regulamentos, normas, pareceres, memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, livros, arquivos escolares, entre outros. O uso de documentos para a pesquisa traz uma riqueza de informações, já que elas podem ser utilizadas em várias áreas de ciências humanas e sociais, aproximando o entendimento do objeto na sua contextualização histórica e sociocultural (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). A análise temática de conteúdo, segundo Minayo (2014), desdobra-se nas etapas pré-análise, exploração do material ou codificação e tratamento dos resultados obtidos/ interpretação. Ainda conforme tal autora, a categorização consiste num processo de redução do texto às palavras e expressões significativas.

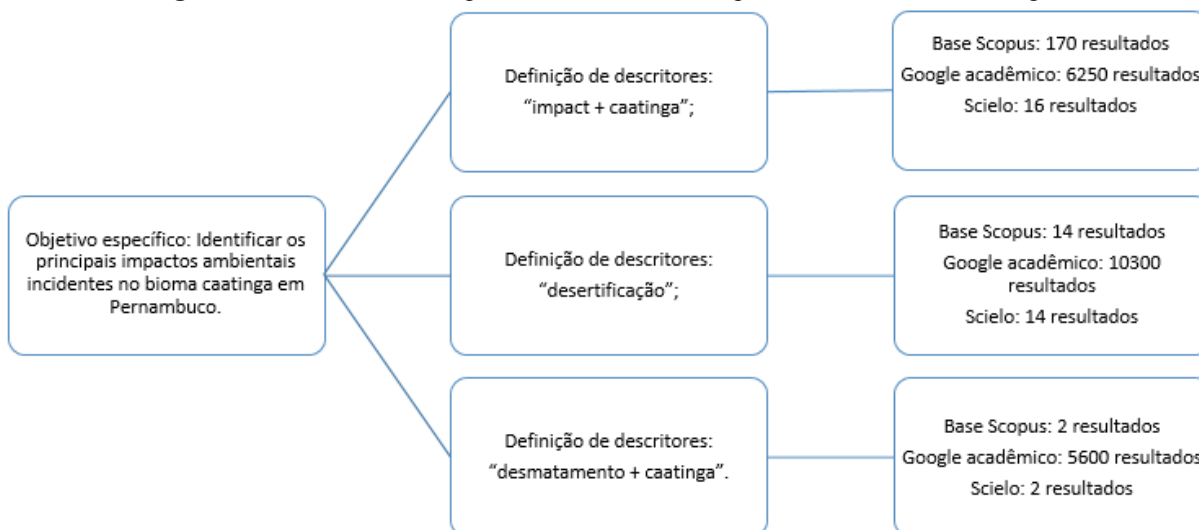
De acordo com Gil (2017), a pesquisa exploratória tem o intento de proporcionar maior conhecimento sobre o problema, aperfeiçoando as ideias, com seu planejamento adaptável, de modo que viabilize o assunto estudado. Para Ana e Lemos (2018), a análise documental é uma técnica exploratória utilizada para a coleta de dados qualitativos nas pesquisas que envolvem questões educacionais.

4.2 ETAPAS DA PESQUISA

A fim de identificar estudos acerca da ocorrência de impactos ambientais no bioma caatinga, como estratégia metodológica, fizemos o recorte teórico dos estudos publicados nos

últimos quatro anos (de 2019 a 2022) em sites de periódicos e comunidades científicas (a base Scopus, Scielo e o Google Acadêmico) que apontem a problemática no estado de Pernambuco. As palavras chaves utilizadas foram “impact + caatinga”; “desertificação”; “desmatamento + caatinga”.

Figura 05- Busca de estudos publicados acerca dos impactos ambientais na caatinga.



Fonte: A autora (2022)

Após realização de leitura dinâmica de resumos e tópicos estruturantes, foram selecionados dez artigos que tratam dos impactos ambientais negativos no bioma caatinga para fins de análise mais aprofundada. Tais trabalhos foram escolhidos considerando sua atualidade, qualidade, abrangência e significância quanto à temática. A fim de facilitar a visualização de tais artigos, foi construído quadro sinóptico no qual consta a autoria dos artigos, ano de publicação, título, objetivo e principais resultados de cada publicação. Os dados foram coletados e atualizados entre os anos de 2020 e 2022.

Com relação às políticas públicas, realizou-se a análise documental - com foco em análises temáticas - abordando questões referentes a meio ambiente e educação ambiental, mudanças climáticas e desertificação. Ao realizarmos análise temática, considerando o enfoque deste trabalho de pesquisa, não foram analisadas as políticas públicas referentes ao código florestal brasileiro, a política nacional de saneamento básico, política nacional de resíduos sólidos ou a lei de crimes ambientais, por exemplo.

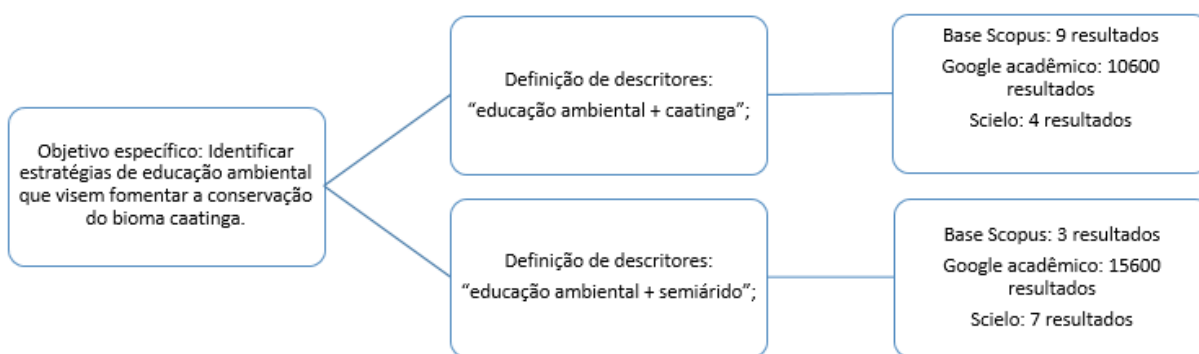
Procedemos a análise das seguintes legislações com o objetivo de identificar se existe amparo legal para projetos de educação ambiental no bioma caatinga e se estes estão articulados em políticas macro estruturadoras em níveis federal, estadual e global: Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA,

Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, Política Estadual de Enfrentamento das Mudanças Climáticas - PEEMC, Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, Política Estadual de Convivência com o Semiárido, Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, Política de Educação Ambiental de Pernambuco - PEAPE. Tais análises serão apresentadas no capítulo resultados.

A fim de facilitar a visualização das políticas públicas analisadas, foi construído quadros sinópticos com as oito principais políticas públicas que interrelacionam a caatinga a temáticas como a desertificação e efeitos da seca, mudanças climáticas, convivência com o semiárido, educação ambiental e o meio ambiente de maneira geral.

Com relação a identificação de estudos que tratam de práticas e estratégias de educação ambiental voltadas ao bioma caatinga, como estratégia metodológica, fizemos o recorte teórico dos estudos publicados nos últimos quatro anos (de 2019 a 2022) em sites de periódicos e comunidades científicas (a base Scopus, Scielo e o Google Acadêmico). As palavras chaves utilizadas foram “educação ambiental + caatinga”; “educação ambiental + semiárido”. Apesar do maior volume de artigos inicialmente identificados no Google Acadêmico para ambos os descritores, o primeiro traz apenas nove resultados na base Scopus e quatro resultados na base Scielo; enquanto que o segundo descritor utilizado retornou apenas três resultados na base Scopus e sete resultados na base Scielo.

Figura 06- Busca de estudos publicados acerca de estratégias de educação ambiental na caatinga.



Fonte: A autora (2022)

Foram encontrados aproximadamente 26223 artigos. A partir da leitura de títulos e palavras chaves este rol amostral foi reduzido. Após realização de leitura dinâmica de resumos e tópicos estruturantes, foram selecionados dez artigos que tratam da utilização de práticas e estratégias de educação ambiental voltados ao bioma caatinga para fins de análise mais aprofundada. Tais trabalhos foram escolhidos considerando sua atualidade, qualidade, abrangência e significância quanto à temática. A fim de facilitar a visualização de tais artigos,

foi construído quadro sinóptico no qual consta a autoria dos artigos, ano de publicação, título, objetivo e principais resultados de cada publicação. Os dados foram coletados e atualizados entre os anos de 2020 e 2022.

Como produto desta pesquisa, foi elaborada uma cartilha a fim de colecionar materiais que abordem o tema caatinga com o propósito de sistematizar informações e trazer mais elementos capazes de subsidiar ações de educação ambiental visando a preservação, regeneração e conservação do bioma. Michaelis (2022) afirma que a cartilha é uma compilação elementar acerca de uma temática. Tal material traz uma breve conceituação do que é o bioma caatinga, o que são políticas públicas, o que são objetivos de desenvolvimento sustentável e a importância da propagação de práticas e estratégias de educação ambiental para o bioma caatinga. Durante o desenvolvimento de tal produto educacional, optou-se por destacar os estudos acerca das práticas e estratégias de educação ambiental analisados e que podem ser facilmente replicados no território de abrangência do bioma. Este produto de pesquisa pode ser utilizado por professores e multiplicadores de maneira lúdica na formação de um sujeito consciente de sua relação com o meio ambiente e como agente local de desenvolvimento. A cartilha desenvolvida ao longo do período de pesquisa é ferramenta de mediação pedagógica capaz de enriquecer as práticas pedagógicas e sociais pertinentes à educação ambiental respeitando a diversidade presente nas relações culturais e sociais presentes no semiárido brasileiro. Ela será disponibilizada gratuitamente - de maneira de digital - no endereço eletrônico do repositório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo apresentamos e discutimos aspectos referentes aos dados coletados e sistematizados, a partir de fontes secundárias, que foram selecionados como recorte da pesquisa. Inicialmente, apresentam-se as informações referentes aos impactos ambientais identificados no bioma Caatinga. Posteriormente, serão analisadas políticas públicas voltadas à educação ambiental que podem interrelacionar-se especificamente com o bioma caatinga.

5.1 IMPACTOS AMBIENTAIS NO BIOMA CAATINGA

O Quadro 1, destaca estudos selecionados de acordo com sua atualidade, qualidade, abrangência e significância quanto a temática dos impactos ambientais no bioma caatinga. Os trabalhos foram publicados entre 2019 e 2022. Neste quadro, destacamos o título das obras e seus referidos autores, bem como o objetivo central e os principais resultados encontrados.

Quadro 1: Estudos publicados acerca dos impactos ambientais na caatinga.

AUTOR	ANO	TÍTULO DO ARTIGO	OBJETIVO DO TRABALHO	PRINCIPAIS RESULTADOS
DEMARTELAERE <i>et al</i>	2022	Revisão bibliográfica: impactos em áreas nativas da caatinga causadas pelas atividades econômicas e as técnicas de reflorestamento.	Avaliar os impactos causados pelas atividades econômicas: como o desmatamento de áreas nativas da Caatinga para a produção de lenha e carvão vegetal, bem como identificar as técnicas de reflorestamento.	As atividades econômicas realizadas no bioma Caatinga tem ocasionado impactos no meio ambiente que comprometem a fauna e a flora e as técnicas de reflorestamento são escassas e ineficientes para atender a economia de forma sustentável
DEMARTELAERE <i>et al</i>	2021	Causas, consequências e métodos atribuídos para prevenir a desertificação na Caatinga.	Mostrar as causas e as consequências da desertificação da Caatinga e os métodos que são atribuídos para prevenção.	Esse processo pode ser controlado, evitado, e até mesmo revertido, desde que haja o envolvimento da sociedade civil e do Estado propondo soluções, junto com as comunidades e as escolas para resolver, ou ao menos, buscar alternativas sustentáveis, oferecendo auxílio técnico para o manejo dessas áreas e incentivando a

				preservação ambiental de maneira que não ocorra uma sobrecarga de problemas nas áreas de risco. Nos locais onde o processo de desertificação já se instalou são necessários investimentos para sua contenção.
Carmo Brito <i>et al</i>	2020	Mudanças no uso da terra e efeito nos componentes do balanço hídrico no Agreste Pernambucano	Avaliar o efeito da conversão de áreas de Caatinga em áreas de pastagem nos componentes do balanço hídrico.	As mudanças no uso da terra (retirada da Caatinga e implantação de pastagem) resultaram em aumento das perdas de água por drenagem e redução da evapotranspiração, que pode causar impacto no clima regional.
Cézar Bezerra <i>et al</i>	2020	Monitoramento Espaço-Temporal da Detecção de Mudanças em Vegetação de Caatinga por Sensoriamento Remoto no Semiárido Brasileiro	Monitorar o risco da degradação ambiental através da detecção de mudanças da superfície no semiárido por sensoriamento remoto no município de Serra Talhada, Pernambuco.	Os mapas de risco de degradação apresentaram características similares aos padrões de respostas dos índices observados, evidenciando a vulnerabilidade da região semiárida principalmente na estação seca.
Moura Garcia <i>et al</i>	2020	Vulnerabilidade ambiental em áreas de caatinga na unidade de conservação Parna do Catimbau, Pernambuco, Semiárido Brasileiro.	Avaliar a vulnerabilidade das caatingas presentes na unidade de conservação do Parque Nacional do Vale do Catimbau.	Os resultados mostraram aumento térmico nas áreas de caatingas e impactos ambientais ocasionados pela antropização de suas áreas.
Leal <i>et al</i>	2020	Modelagem geoambiental da vulnerabilidade à desertificação em municípios do Agreste Pernambucano.	Delinear uma análise multicritério utilizando variáveis geoambientais (precipitação, tipo de solo, declividade e uso e ocupação do solo) com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas e a análise multicritério visando a construção de mapas temáticos que apresentem áreas de	A análise global para a região mostrou um grau forte de vulnerabilidade à desertificação, revelando a magnitude do problema e a necessidade de políticas públicas estruturadas.

			vulnerabilidade à desertificação em diferentes níveis para a região do Alto Capibaribe.	
Pessoa <i>et al</i>	2019	Avaliação de impactos ambientais em áreas de disposição final de resíduos sólidos no semiárido.	Avaliar os impactos ambientais em locais de disposição final de resíduos sólidos desativados nos municípios de Campina Grande/PB e Toritama/PE localizados no semiárido brasileiro.	Dentre os impactos ambientais avaliados, o meio físico foi o mais degradado, com a existência de solos predominantemente salinos sódicos, elevados índices de sulfatos e salinidade nos pontos de água, além da contaminação atmosférica com presença de gases que podem apresentar riscos de combustão e explosão nos locais onde a disposição de resíduos sólidos foi realizada por um período de 20 anos. A presença de espécies pioneiras, caracterizam uma vegetação adaptada às condições ambientais e de degradação do local contribuindo para o processo de remediação ambiental.
Farias e Vieira	2019	Atuação do estado de Pernambuco no combate aos efeitos da desertificação	Analisar de que maneira o estado vem enfrentando o problema da desertificação em seu território	Os principais resultados demonstram uma consistente política pública de combate à desertificação e atenta a normas e padrões das legislações ambientais internacionais e ao cotidiano dos moradores da região.
Rodrigues, Senna e Cataldi	2019	Simulação dos impactos climáticos da desertificação do Nordeste brasileiro	Compreender o comportamento climático da região nordeste do Brasil frente ao impacto de mudanças ambientais e climáticas.	Após a avaliação de diversas variáveis constatou-se que a desertificação da Caatinga impactaria o comportamento climático do Nordeste, incluindo decréscimos na precipitação e evapotranspiração e acréscimos de

				temperatura do ar e escoamento superficial.
REIS NETO, Afonso Feitosa.	2019	Redução do desmatamento e da degradação florestal (REDD): bases legais para implementação na Caatinga de Pernambuco.	Analisar a possibilidade de implantação do instrumento REDD na Caatinga, tendo como objetivos específicos (I) caracterizar os aspectos legais para a efetivação em Pernambuco, (II) analisar as principais características (financiamento, áreas e beneficiários) para implementação da REDD e (III) examinar as salvaguardas propostas para implementação da REDD na Caatinga de Pernambuco.	A REDD, bem como a própria Política Estadual de Enfretamento às Mudanças Climáticas (PEEMC) e a Política Estadual de Pagamentos por Serviços Ambientais (PEPSA), despontam como ferramentas que são teoricamente simétricas com os princípios ambientais que iluminam o direito brasileiro sendo conexas com as propostas globais de ação no campo ambiental. O desenvolvimento de instrumentos econômicos como a REDD mostra-se como uma complementação da política ambiental brasileira e, mais especificamente, às estratégias ambientais traçadas por Pernambuco.

Fonte: A autora (2022)

Há poucos trabalhos atualizados voltados à análise da devastação do bioma caatinga, mesmo considerando-se que ele é um dos biomas mais ameaçados do planeta. (Santos e Araújo, 2020). As atividades antrópicas são fator chave quanto a dimensão e severidade dos impactos ambientais na caatinga. Demartelaere et al (2021), nos traz que a desertificação é um fenômeno que resulta da combinação de fatores naturais, principalmente as episódicas secas; e de fatores antrópicos, como o sobrepastoreio, desmatamento e remoção da cobertura vegetal, juntamente com as atividades agrícolas que ocorrem acima da capacidade de suporte do ambiente. Tais autores sugerem como possíveis métodos de prevenção da desertificação na caatinga:

- i. A criação de núcleos de proteção com espécies se desenvolveriam com mais facilidade na área degradada, a fim de recompor o solo e a cobertura vegetal, bem como o monitoramento destas áreas;

- ii. A realização de reflorestamento lançando mão de métodos de plantio que visem a melhor adaptação do sistema para cada situação;
- iii. A recuperação de matas ciliares;
- iv. O reaproveitamento de águas pluviais.

A execução de atividades conforme o modelo extrativista de subsistência no bioma caatinga resulta em drásticas consequências (cujos efeitos são irrecuperáveis em sua maioria) para este habitat, como a perda da biodiversidade do ambiente, aceleração dos processos erosivos, diminuição da fertilidade do solo e quantidade da água. Em seus estudos, Santos e Araújo (2020) puderam constatar que o desmatamento da vegetação nativa se mostrou como o impacto ambiental mais frequente. Tal impacto ambiental evidencia a necessidade de se observar também a macro política estruturante proposta pela ONU: a Agenda 2030. Em seu ODS 12 - que trata de consumo e produção responsáveis - ela nos traz a necessidade de se alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.

Conforme Demartelaere et al (2022) as maiores ameaças à diversidade biológica estão relacionadas à fragmentação, degradação e poluição do habitat, superexploração dos recursos naturais para uso humano, introdução de espécies exóticas e aumento da ocorrência de doenças. Um dos objetivos previstos no ODS 15 da Agenda 2030 é a implementação de medidas a fim de evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres.

Segundo César Bezerra et al (2020), os parâmetros biofísicos micrometeorológicos da superfície terrestre destacaram-se como ótimos indicadores da susceptibilidade a degradação ambiental na região semiárida; sendo eles capazes de detectar mudanças na superfície do ambiente natural de Caatinga, com ausência e/ou presença de chuvas. Ainda conforme tais autores, o sensoriamento remoto é um forte aliado dos estudos ambientais nas regiões semiáridas, principalmente as áreas que não dispõem de dados de superfície suficientes. Tal tipo de monitoramento é, portanto, uma ferramenta de contribuição para o planejamento na tomada de decisão sobre a gestão da água e recursos naturais capaz de contribuir para a redução dos processos de degradação ambiental e desertificação em regiões do semiárido brasileiro.

Vale destacar as contribuições dos estudos de Reis Neto (2019), que objetivou analisar a possibilidade de implantação do instrumento Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) na Caatinga em Pernambuco. Os resultados de Reis Neto (2019) demonstram que é possível a implantação deste instrumento em Pernambuco, dada a

existência de todo um arcabouço legal criado para sua efetivação que vai desde a definição de responsabilidades até o desenvolvimento de um arranjo institucional.

Santos Ferreira *et al.* (2022); Carvalho *et al.* (2020); Nascimento *et al.*(2020); Santos Ferreira *et al.* (2020) e Silva *et al* (2020), ao abordarem novas formas de aplicação da educação ambiental com foco em aspectos faunísticos da caatinga, colaboram para conscientização ambiental quanto a necessidade de se combater os impactos observados.

Para Leal et al (2020), quanto menor a precipitação e mais seco o clima for, maior será a probabilidade de ocorrência do fenômeno da desertificação. Ainda conforme tais autores, considerando uma análise multicritério utilizando variáveis geoambientais, as variáveis de maior impacto no estudo da desertificação, na região estudada, foram dadas para a precipitação e o tipo de solo, convergindo para a condição de que a desertificação é influenciada pelas condições climáticas e geológicas. Leal et al (2020), salientam ainda que a gestão e conservação dos elementos desencadeantes da desertificação é de grande relevância, por ter o potencial de atingir uma fonte de recursos hídricos que é imprescindível à sobrevivência da população local - os reservatórios subterrâneos de água potável. Outra questão pertinente que se expande para a dimensão social é a possibilidade dos solos tornarem-se improdutivos e não haver a possibilidade dos agricultores realizarem a agricultura familiar. Conforme os autores, as áreas de forte vulnerabilidade à desertificação devem ser utilizadas pelo homem com altíssimas limitações, sendo necessárias a adoção de práticas conservacionistas do solo; enquanto que nas áreas de vulnerabilidade muito forte a desertificação recomenda-se a recuperação e conservação imediatas tendo como principais objetivos a contenção do processo de desertificação, o uso adequado do solo e a preservação ambiental das áreas em questão.

No quadro 2 são apresentados os principais impactos ambientais negativos que assolam o bioma caatinga, conforme os estudos analisados no quadro anterior.

Quadro 2: Principais impactos ambientais no bioma caatinga

Impacto Ambiental
Aumento de refugiados climáticos; elevação da pobreza; alterações climáticas; despejo de resíduos sólidos e efluentes <i>in natura</i> pela população local; manejo inadequado do solo, queimadas; desmatamento; perda de terras agricultáveis;
Custos econômicos mundiais anuais com a desertificação maiores que US \$42 bilhões de dólares; perda de biodiversidade do ambiente
Perda da biodiversidade do ambiente, aceleração dos processos erosivos, diminuição da fertilidade do solo e redução da disponibilidade de água no bioma.

Perda de produtos e serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, a restauração da fertilidade, proteção do solo, produção de água e de produtos florestais como lenha, madeira e forragem.
Desmatamento de vegetação nativa e perda parcial do perfil do solo através da erosão.
Ultrapassassem da capacidade de suporte do ambiente
Decréscimos na precipitação e evapotranspiração e acréscimos de temperatura do ar e escoamento superficial.
Invasão da biota degradada por espécies invasoras; consumo intensivo de pasto por parte do gado; mineração, queimadas; práticas agrícolas inadequadas; crescimento urbano desordenado.
Degradação do solo, com diminuição da infiltração da água no solo; aumento do escoamento superficial das águas; redução dos estoques de carbono e biomassa microbiana do solo; aumento da temperatura do ar e redução da evapotranspiração; contribuindo para o aumento das emissões de CO ₂ para a atmosfera.

Fonte: A autora (2022)

É possível observar, conforme Demartelaere *et al* (2022), que os impactos ambientais negativos no bioma caatinga tomam proporções preocupantes à medida em que as alterações antrópicas incidentes sobre este bioma acabam por ocasionar alterações na flora, no ar atmosférico, na fauna, e na pedologia de tal bioma. Para Garcia (2018) e também Moura Garcia (2020), a preservação da biodiversidade da caatinga, por meio das unidades de conservação constitui parâmetro importante para a gestão ambiental, no sentido de prevenção nas áreas susceptíveis à desertificação, assim como na restauração e reabilitação das áreas degradadas e desertificadas. Moura Garcia (2020) nos traz ainda - conforme dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC (2019), que aproximadamente 9% do Bioma Caatinga se encontra distribuído em 209 unidades de conservação, totalizando apenas 73.480,60 Km² áreas protegidas, destes 2% em unidades de proteção integral (como Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas), e 7% em unidades de uso sustentável.

Rodrigues, Senna e Cataldi (2019) apresentam em seus estudos mapas comparativos simulacionais referentes aos impactos climáticos da desertificação do Nordeste brasileiro. Conforme tais autores, entre janeiro e abril, são encontrados os maiores valores de anomalia de precipitação, tanto negativos quanto positivos. As informações apresentadas por Rodrigues, Senna e Cataldi (2019) - de que independentemente de se tratar de período seco ou chuvoso, existe variação quanto ao sinal que indica déficit ou aumento de precipitação ao longo dos meses decorrente da desertificação - ratificam aquelas coletadas por Tavares, Arruda e Silva (2019), que afirmam que a desertificação afeta a mudança climática global por meio do solo e da perda da vegetação.

Considerando os impactos ambientais observados, tem-se que os estudos de Andrade e Teixeira (2019) confluem para o entendimento de que há ao menos dois fatores que podem ser considerados determinantes para este aumento exponencial da degradação de um habitat: a individualização do ser humano e o regime capitalista estabelecido em nossa sociedade. Para Moura Garcia (2020), a criação de espaços de aprendizagem e disseminação da educação ambiental nos municípios de entorno de unidades de conservação ambiental pode ser uma estratégia de fortalecimento e favorecimento para o surgimento de uma gestão integrada do poder público federal, municipal, estadual e sociedade civil; bem como o reconhecimento das contribuições dos serviços ecossistêmicos prestados pelos parques nacionais de conservação.

Para Demartelaere et al (2022), uma das formas de recuperar as áreas degradadas na Caatinga pode se dar através da interferência das atividades humanas utilizando o reflorestamento com espécies nativas lenhosas pioneiras. Tal ação pode ser encarada como uma atividade inicial no processo de recuperação de áreas já degradadas ou em processo de degradação e deve ser fundamentada em ações que fomentem a conscientização ambiental dos sujeitos presentes no bioma caatinga. Andrade e Teixeira (2019) nos trazem que a formação ambiental é de grande relevância para compreendermos as transformações da realidade provocadas pela problemática do desenvolvimento. A utilização de práticas voltadas à educação ambiental, como as propostas por Andrade e Teixeira (2019) e Alves et al (2020), por exemplo, contribuem para o processo de entendimento e incorporação da cidadania ambiental dos indivíduos de maneira contínua.

Teixeira (2018) nos traz que o mal uso dos processos irrigatórios do solo (como a ausência de drenagem das águas de irrigação ou irrigação em grandes volumes de água) podem agravar os processos de desertificação e desertização por meio do aumento da salinização do solo. O que acarreta a perda de terras agricultáveis. Neste sentido, a educação ambiental vem contribuir com a conscientização ambiental, bem como com esclarecimentos também de caráter técnico quanto ao uso racional da água disponível no bioma caatinga e a sua importância para a manutenção, e continuidade a longo prazo, dos serviços ecossistêmicos presentes na caatinga - como a restauração da fertilidade, proteção do solo, produção de água e de produtos florestais citados por Tabarelli *et al* (2017).

Conforme Carmo Brito *et al* (2020), a degradação dos recursos naturais no bioma Caatinga tem sido provocada pelo aumento da intensidade de uso do solo e redução da cobertura vegetal. Para tais autores a retirada da Caatinga, para a implantação de pastos e culturas agrícolas, juntamente com a elevada variabilidade climática, pode provocar degradação do solo, com diminuição da infiltração da água no solo e aumento do escoamento

superficial, redução dos estoques de carbono e da biomassa microbiana do solo, aumento da temperatura do ar e redução da evapotranspiração. Eles nos trazem ainda que as mudanças no uso da terra são a segunda maior fonte de emissão de gases de efeito estufa, principalmente, devido ao desmatamento nas regiões tropicais e subtropicais. Tal constatação evidencia a necessidade de se fomentar o fortalecimento de políticas públicas, como é o caso da Política de Educação Ambiental de Pernambuco - PEAPE. As observações realizadas por Carmo Brito et al (2020), corroboram com a PEAPE no sentido de que é necessário contextualizar os problemas ambientais locais; promover atividades de conscientização; fortalecer e estimular o conhecimento de maneira inter, transdisciplinar e interinstitucional na construção de conhecimentos, bem como na realização de ações para a proteção dos ecossistemas locais; sendo a educação ambiental ferramenta chave na construção de tais objetivos.

Farias e Vieira (2019), ao analisar a atuação do Estado de Pernambuco no combate à desertificação, ressaltam que ações de cunho popular e conscientização são necessárias, pois tanto a comunidade quanto as instituições devem estar sempre ligadas, para possibilitar novos mecanismo e meios para um desenvolvimento cada vez mais sustentável e ambientalmente mais equilibradas.

Os estudos compilados no quadro 1 evidenciam que a presença de impactos ambientais negativos no bioma caatinga são potencializados por ações antrópicas de maneira crônica, convergindo assim para o alerta quanto a necessidade de ações de manejo sustentável e desenvolvimento de práticas ambientalmente sustentáveis a fim de que não se ultrapasse a capacidade de suporte de tal bioma.

5.2 POLÍTICAS PÚBLICAS INTER RELACIONADAS AO BIOMA CAATINGA

As políticas públicas surgem como motivadores da implementação, de fato, da educação ambiental (sejam estes ambientes destinados à educação formal ou não formal) nos diversos biomas brasileiros. Tal provocação possui relevância acentuada considerando-se o bioma caatinga, patrimônio biológico de valor incalculável. A partir da realização de análise documental - com foco em análises temáticas (abordando questões referentes a meio ambiente e educação ambiental, mudanças climáticas e desertificação) é possível observar a seguir (quadro 3) que há poucas políticas públicas que interrelacionam a caatinga de maneira direta com temáticas referentes à desertificação e efeitos da seca, mudanças climáticas, convivência com o semiárido, educação ambiental e o meio ambiente de maneira geral. As políticas públicas que interrelacionam-se de maneira mais expressiva com o bioma caatinga podem ser

entendidas como estruturantes e capazes de nortear a implementação da educação ambiental visando a conservação do bioma caatinga.

Quadro 3: Políticas públicas interrelacionadas a conservação do bioma caatinga

NORMATIVA	TÍTULO	ANO	ABRANGÊNCIA
Lei nº 6.938	Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA	1981	Nacional
Lei nº 9.795	Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA	1999	Nacional
Lei nº 12.187	Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC	2009	Nacional
Lei nº 14.090	Política Estadual de Enfrentamento das Mudanças Climáticas - PEEMC	2010	Estado de Pernambuco.
Lei nº 14.091	Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca	2010	Estado de Pernambuco.
Lei nº 14.922	Política Estadual de Convivência com o Semiárido	2013	Estado de Pernambuco.
Lei nº 13.153	Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca	2015	Nacional
Lei nº 17.410	Política de Educação Ambiental de Pernambuco - PEAPE	2021	Estado de Pernambuco.

Fonte: A autora (2022)

Para Biasoli e Sorrentino (2018), as políticas públicas podem ser conceituadas, majoritariamente, como sendo o grupo de ações estruturadas desenvolvidas pelos governos, seja de maneira direta ou indireta. Tal condição revela o protagonismo da atuação do estado dentre todas as partes envolvidas no desenvolvimento de ações e ferramentas de gestão ambiental em nosso território como um todo. Enquanto políticas públicas voltadas à gestão ambiental aplicáveis ao bioma caatinga, pode-se destacar oito normativas jurídicas, sendo quatro no âmbito nacional e quatro produções voltadas ao território do estado de Pernambuco (quadro 3). Percebe-se que o arcabouço legal é proveniente tanto da União quanto do Estado de Pernambuco - estando, portanto, as iniciativas de produção de normativas jurídicas compartilhadas entre os dois entes federativos: União e Governo do Estado. Além de estarem em consonância com a política macro estruturadora global proveniente da ONU: a Agenda 2030. O empenho de tais stakeholders quanto a produção de normas e legislações pode favorecer de maneira relevante a conservação do bioma caatinga.

É importante salientar, como bem já evidenciou Biasoli e Sorrentino (2018), que um estado que represente a nação não significa a existência de um estado gerencial apenas,

voltado para o mercado e a gestão. Tampouco significa a substituição das responsabilidades e iniciativas de preservação ambiental, antes provenientes do estado, pelo chamado terceiro setor. Ainda conforme tais autores, pode-se dizer que políticas públicas são aquelas elaboradas para solucionar questões de interesse coletivo através de decisões de intencionalidade pública e cujas ações serão adotadas coletivamente.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (Brasil,1981). A preservação consiste em um amplo espectro de métodos, procedimentos e políticas que visam a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais (Brasil, 2000).

A política nacional do meio ambiente (PNMA) instituiu a existência de um órgão consultivo e deliberativo chamado de Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), cuja finalidade é assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais. É atribuição do CONAMA, também, deliberar sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. (Brasil,1981).

A PNMA criou também o Sisnama (Sistema Nacional de Meio Ambiente). Conforme o art. 7º da PNMA, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) envolve em sua esfera de ação, além dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, os órgãos públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e organizações não-governamentais com atuação em educação ambiental. Cabe ao SISNAMA promover ações de educação ambiental integradas aos programas de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente (Brasil,1981). A educação ambiental integrada a diversas outras ações de conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente é capaz de promover uma sustentabilidade forte no território objeto de estudo.

Um dos princípios a ser atendido pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) é a educação ambiental em todos os níveis visando preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental propícia à vida. Conforme Branco, Royer e Godoi Branco (2018), a educação ambiental tem na educação formal um dos importantes canais para sua viabilidade e é indispensável para formar o cidadão consciente de seus direitos e deveres, tanto no meio no qual este sujeito está inserido como também para além da preservação e manutenção

da vida. Através da transversalidade da educação, ela fomenta a participação efetiva do sujeito na tomada de decisões coletivas e o leva a responsabilizar-se por questões que envolvem a qualidade de vida e sua própria subsistência. As práticas pedagógicas de educação ambiental devem adotar uma abordagem crítica a fim de contribuir para uma atitude de conservação, conscientização e sensibilização dos indivíduos.

Conforme a PNMA (Brasil,1981), a degradação da qualidade ambiental consiste na alteração adversa das características do meio ambiente. Para Sanchez (2020), a degradação ambiental corresponde ao impacto ambiental negativo. A expressão área degradada sintetiza os resultados da degradação do solo, da vegetação e da água. De acordo com o referido autor, a partir de certo nível de degradação a recuperação da área degradada se dará somente após um longo período de tempo após a retirada da fonte de degradação ou, até mesmo, é passível da impossibilidade da recuperação espontânea da área; sendo necessário, na maioria das vezes, a tomada de ações corretivas. Para que haja o tempo suficiente e necessário a tal recuperação, se faz necessário educar ambientalmente e formar sujeitos ecológicos críticos e atentos à primordialidade de se cessar a degradação ambiental.

Conforme a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação e deve articular-se com todos os níveis e modalidades do processo educativo, possuam esses processos um caráter formal ou não (Brasil, 1981). Segundo a PNEA, cabe ao poder público definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental e promovam a educação ambiental. Nós, enquanto sociedade civil, temos o papel de cobrar ações do poder público que visem a manutenção do meio ambiente saudável para esta e para as próximas gerações. A formulação de políticas públicas que visem a propagação da educação ambiental de maneira contextualizada é um mecanismo público de coerção social que possui bons reflexos em nosso cotidiano enquanto coletividade. Ainda conforme tal normativa jurídica, entende-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente. Uma das diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) é a promoção da disseminação de informações, educação, capacitação e a conscientização pública sobre mudança do clima (Brasil,2009).

Considerando o território do estado de Pernambuco, temos que a Lei Estadual nº 14.090/10 (que trata da Política Estadual de Enfrentamento das Mudanças Climáticas - PEEMC) como um dos principais instrumentos do governo do estado para combater as alterações do clima e, tal premissa, perpassa também pela conservação do bioma caatinga

(Pernambuco,2010b). Dentre diversas iniciativas, há a proposição de identificar e apoiar ações de prevenção à degradação na prática das atividades econômicas e de recuperação das áreas já degradadas na região semiárida do estado. Em sua redação a Política Estadual de Enfrentamento das Mudanças Climáticas de Pernambuco enfatiza a importância da colaboração da sociedade civil em ações de educação ambiental de tal maneira que a linguagem utilizada seja acessível e compatível com diferentes públicos, com o fim de conscientizar a população sobre as causas e os impactos decorrentes da mudança do clima (Pernambuco,2010b). Tais ações educacionais devem, também, perpassar pelo aspecto da região semiárida e problemática da desertificação permeando a temática do meio ambiente e das mudanças climáticas, bem como suas causas, consequências, mitigações, enfrentamento e medidas de convivência, sendo adequadas às realidades regionais do Estado de Pernambuco.

Sendo a desertificação uma das mais graves consequências das ações antrópicas no bioma Caatinga, a Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do estado de Pernambuco nos traz que o combate à desertificação consiste na implementação de atividades integradas que compõem o aproveitamento integrado da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, visando sempre o desenvolvimento sustentável. Estas ações (sejam elas de mitigação, reparação, conservação ou manutenção) objetivam a prevenção e/ou redução da degradação das terras, a reabilitação de terras parcialmente degradadas e a recuperação de terras degradadas. Tais iniciativas podem ser entendidas como uma resposta à fragilidade que o Estado possui frente às rápidas modificações geradas pela crise climática, tendo em vista que consequências são sentidas em diversas regiões. Um dos objetivos da Política Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do estado de Pernambuco é implementar e difundir a educação ambiental seja nos ambientes de educação formal ou nas comunidades locais, a partir da construção participativa de metodologias, instrumentos e materiais didáticos e pedagógicos.

A Política Estadual de Convivência com o Semiárido do governo do estado de Pernambuco tem como objetivo geral estabelecer diretrizes básicas para a implementação de políticas públicas permanentes no meio rural de Pernambuco, na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável, assegurando às populações locais os meios necessários à convivência com as condições adversas do clima Semiárido, especialmente nos períodos de longas estiagens (Pernambuco,2013). Para tal, uma de suas diretrizes é a promoção da educação ambiental contextualizada com formações de caráter contínuo acerca da Educação para a Convivência com o Semiárido para todos os professores da rede estadual de ensino.

Um dos princípios da Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (Brasil,2015) é a democratização do conhecimento acerca da temática do combate à desertificação; fomentando e apoiando o desenvolvimento sócio-ambientalmente sustentável nas áreas susceptíveis à desertificação. Tais iniciativas perpassam pela promoção da educação socioambiental dos atores sociais envolvidos na temática do combate à desertificação.

A Política de Educação Ambiental de Pernambuco (PEAPE) tem como um de seus objetivos contextualizar os problemas ambientais locais a partir de uma perspectiva inter/transdisciplinar, favorecendo o seu conhecimento e a sua compreensão. Para o legislador, é fundamental estimular a interação entre as políticas de Educação Ambiental e outras políticas públicas na interface com as questões ambientais. Conforme a PEAPE A Educação Ambiental Não Formal constitui-se enquanto ações e práticas, realizadas no contexto do processo educativo não formal, voltadas para compreensão, sensibilização e mobilização da coletividade acerca das questões ambientais, na direção do comprometimento com a defesa do meio ambiente e da qualidade de vida, com vistas à construção de sociedades sustentáveis. Conforme tal normativa legal do estado de Pernambuco, deve ser incentivado, no âmbito da educação ambiental não formal, a produção e disseminação das informações sobre as causas e as consequências decorrentes da mudança do clima, enfocando, inclusive, as vulnerabilidades do Estado e de sua população, considerando o Plano Estadual de Mudanças Climáticas.

Conforme César Bezerra *et al* (2020), nas últimas décadas aumentou-se o interesse - na região semiárida do Brasil - pela adoção de políticas públicas modernas de forma descentralizada e participativa; o que favorece o planejamento para uma gestão eficiente na tomada de decisão em prol do acesso a água e desenvolvimento da agricultura de forma sustentável. Rodrigues *et al* (2022) puderam perceber que as questões culturais que permeiam a preservação da caatinga ainda são pouco estudadas, o que pode demonstrar que a relação cultural das comunidades da Caatinga ainda são pouco exploradas no contexto educacional. Conforme os autores, tal fato pode nos levar a negligenciar conhecimentos de tradicionais indígenas, quilombolas, além de suas crenças. Enfatizam ainda que, diante da pouca abordagem cultural, as novas gerações tendem a se distanciar dos conhecimentos a respeito desta abordagem crítica quanto às questões culturais presentes também na educação ambiental. Para que haja uma maior aproximação da sociedade civil com os aspectos sociais, culturais e biofísicos do bioma caatinga, a utilização de metodologias ativas de ensino e a

gamificação são excelentes práticas e estratégias de multiplicação e aprofundamento de saberes ecológicos.

As políticas públicas observadas inter relacionam-se diretamente com outras macro políticas públicas estruturantes globais, a exemplo da agenda 2030 da ONU. O ODS 15, por exemplo, traz a necessidade de promoção e implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, a detenção do desmatamento e a restauração de florestas degradadas. Assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, diretrizes previstas no ODS 15, corroboram com os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente. A PNMA, por exemplo, ao instituir entidades que versam sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado, dialoga com o objetivo de desenvolvimento sustentável 6. A Política de Educação Ambiental de Pernambuco (PEAPE), ao contextualizar os problemas ambientais locais, dialoga com o ODS 4 no sentido de conduzir os sujeitos a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes. O ODS 13 visa integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais. Também neste sentido, temos, no Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima.

5.3 ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A CAATINGA

Considerando que a perda da biodiversidade é um dos impactos ambientais negativos mais evidenciados nos estudos observados no quadro 1 (considerando também os aspectos voltados a perda de nutrientes e umidade do solo, redução da conservação do mesmo, redução na estrutura da diversidade biológica, perda de produtos e serviços ecossistêmicos, etc.), temos que as obras coletadas e apresentadas no quadro 4 - estudos publicados voltados à educação ambiental na caatinga - são importantes ferramentas de multiplicação da educação ambiental para diferentes públicos (crianças, jovens, adolescentes e também adultos) de maneira inovadora quando observadas as variadas abordagens metodológicas de ensino. A análise dos dados pesquisados e apresentados neste trabalho de pesquisa nos traz que a tônica da educação ambiental é perene e pujante nos estudos acerca da educação ambiental voltados ao bioma caatinga. Ter elementos que possam ampliar a discussão acerca de estratégias de educação ambiental voltadas ao bioma caatinga podem ajudar na viabilização e multiplicação de ações voltadas à conservação de tal bioma. Na cartilha, produto final de pesquisa desta dissertação, faremos a compilação de elementos que enriquecem tal debate.

O Quadro 4, destaca alguns dos principais estudos publicados entre 2019 e 2022 voltados à temática da educação ambiental na caatinga. Foram identificadas onze propostas de

educação ambiental voltadas ao bioma caatinga no dado recorte temporal da pesquisa e evidenciou-se que tais pesquisas possuem vertentes voltadas à metodologia ativa de educação. O quadro sinóptico desenvolvido expõe o título das obras e seus referidos autores, bem como o objetivo central e os principais resultados encontrados.

Quadro 4: Estudos publicados voltados à educação ambiental na caatinga.

AUTOR	ANO	TÍTULO	OBJETIVO DO TRABALHO	PRINCIPAIS RESULTADOS
Santos Ferreira <i>et al.</i>	2022	Aves e mamíferos da caatinga: experiências com jogos educativos para a valorização da fauna local	Analisar três jogos educativos para o reconhecimento de aves e mamíferos da Caatinga em termos de adequabilidade, atratividade, aprendizagem e limitações	Os jogos propostos alcançaram resultados significativos em relação à: (a) adequação das regras e público-alvo; (b) atração, principalmente acerca das imagens de animais utilizadas; (c) aprendizagem de novos conceitos e (d) limitações apontadas pelos estudantes
Bezerra e Rodrigues	2021	ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA GARANTIR A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ODS 4 – EDUCAÇÃO DE QUALIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL: UM ENFOQUE NO BIOMA CAATINGA	Apresentar estratégias didáticas que garantam a inserção da EA e o ODS 4 – Educação de Qualidade no ensino fundamental, com enfoque no bioma Caatinga, possibilitando aos professores(as) estratégias de fácil desenvolvimento no âmbito escolar	As estratégias didáticas apresentadas e discutidas neste trabalho demonstram possibilidades acessíveis para os/as professores(as) garantirem a EA e a meta 4.7 do ODS 4 – Educação de Qualidade com enfoque no bioma Caatinga, principalmente para os/as professores(as) que atuam em escolas públicas, já que geralmente possuem orçamento limitado e sofrerem com ausência de recursos didáticos.
Carvalho et al	2020	Formigas como provedoras de serviços ecossistêmicos na Caatinga: Como informar a sociedade sobre pesquisas ecológicas.	Promover atividades educativas no Parque Nacional do Catimbau para divulgar e conscientizar sobre a biodiversidade e importância ecológica das formigas na	Fácil disseminação de informação à sociedade e evidência da importância da conservação da biodiversidade e do papel

			Caatinga	chave das Unidades de Conservação para este fim.
COSTA, Ana Mônica de Britto.	2020	Educação ambiental para a sustentabilidade do bioma caatinga: uma investigação-ação com alunos do ensino médio	Analisar quais são os efeitos de uma formação em educação ambiental (EA) baseada na metodologia IVAM (investigação, visão, ação e mudança) com o uso de geotecnologias, na competência para a ação ambiental e conhecimento sobre geotecnologias de alunos do ensino médio	As metodologias devem mostrar a necessidade de ligar a teoria à prática, para estimular os participantes a serem autônomos, a desenvolver o pensamento crítico e a competência para a ação; Recomenda-se a introdução da metodologia IVAM nos componentes curriculares das disciplinas do ensino médio para facilitar o desenvolvimento da competência para ação e mudança nos alunos - É importante introduzir, na formação para a ação ambiental sustentável do bioma Caatinga temas como: a importância do saneamento básico; os problemas causados pela queima do lixo; o estudo dos 4Rs; a relevância dos métodos agroecológicos; os tipos de reuso das águas. Esses serão temas geradores para aprofundar as discussões dos principais problemas enfrentados por esse bioma
Nascimento et al	2020	A CARTILHA COMO INSTRUMENTO DE APOIO DIDÁTICO: UMA ABORDAGEM SOBRE OS INVERTEBRADOS DA CAATINGA	Construir uma cartilha para divulgação do conhecimento científico sobre invertebrados da Caatinga, a qual será útil como material de apoio para professores no ensino de ciências.	Conhecimento e valorização da fauna invertebrada da Caatinga, também poderá contribuir para a redução da degradação dos habitats desses animais e sua eliminação do ambiente, além de avançar nas metas do Objetivo do Desenvolvimento

				Sustentável 15.
Bezerra et al.	2020	JOGO DE TABULEIRO FLORA DA CAATINGA: CONHECER PARA CONSERVAR	Desenvolver um jogo didático para ampliar os conhecimentos sobre a flora da Caatinga e promover reflexões sobre sua conservação	Essa proposta contribui também para o fortalecimento da EA, uma vez que propicia a reflexão e conscientização ambiental dos estudantes enquanto promove aprendizagem acerca do meio ambiente e de suas problemáticas
Lubarino et al	2020	BIOtinga: TRILHA DE GAMIFICAÇÃO SOBRE A CAATINGA	Promover o conhecimento sobre a biodiversidade da Caatinga e da região semiárida brasileira, de forma interativa	a criação da gamificação atrelada à Educação Ambiental com o objetivo de aproximar os alunos e professores à realidade da Caatinga pode resultar em uma maior sensibilização e reflexão, no que diz respeito à restauração e conservação desse ecossistema da região semiárida brasileiro
Lira, Ribeiro e Aguiar Lima.	2020	JOGO ANIMACARDS CAATINGUEIROS: CONHECENDO OS ANIMAIS VERTEBRADOS DA CAATINGA E ENTENDENDO SUA IMPORTÂNCIA	Desenvolver um jogo didático para abordagem da fauna de vertebrados da Caatinga	O jogo Animacards Caatingueiros é um instrumento didático baseado em metodologias ativas de aprendizado com aplicação prática na abordagem da Educação Ambiental nas escolas, especialmente para aquelas situadas na Caatinga.
Alves et al	2020	INTERAÇÕES ECOLÓGICAS NA CAATINGA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO SEMINÁRIOS E O APLICATIVO Kahoot	Propor uma sequência didática que promova a sensibilização e a investigação sobre as interações ecológicas da biodiversidade da Caatinga a partir do uso de metodologias ativas baseadas em seminários e na plataforma digital Kahoot.	pode permitir uma melhor compreensão sobre tópicos mais profundos do tema, na qual a aprendizagem pode se ressignificar diante da necessidade em apresentar uma resposta ao desafio colocado.

Silva et al	2020	FUNGOLÂNDIA: JOGO EDUCATIVO DE TABULEIRO SOBRE A DIVERSIDADE E IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS NA CAATINGA	Contribuir para o conhecimento a diversidade dos fungos e seus serviços ecossistêmicos na Caatinga, através do jogo de tabuleiro Fungolândia.	auxiliar o professor em uma atividade prática para construção de conhecimentos sobre os fungos de maneira dinâmica, fazendo com que os alunos percebam a importância dos fungos e seus serviços ecossistêmicos na Caatinga e sua biodiversidade.
Andrade e Teixeira	2019	ESTUDO DE APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA CTS CENTRADA NA PRESERVAÇÃO DO BIOMA CAATINGA	Analisar as potencialidades, os limites e as dificuldades de uma Sequencia Didática elaborada dentro da perspectiva CTS (ciência, Tecnologia, Sociedade) para o processo de aprendizagem de temáticas ligadas ao Bioma Caatinga.	sequência didática contribuiu para que os alunos mudassem, pelo menos em parte, suas percepções sobre a Caatinga e passassem a perceber a importância de preservá-la

Fonte: A autora (2022)

Santos Ferreira *et al.* (2022), fundamentados nos estudos de Kishimoto (2017), propagam que o uso de jogos didáticos pode contribuir para que estudantes relacionem mais facilmente conceitos científicos, além de ser um complemento ao processo de ensino e aprendizagem; visto que estimulam diferentes habilidades cognitivas, como a resolução de problemas, criatividade, raciocínio rápido e a criticidade, além de contribuírem para a formação cidadã do indivíduo. Santos Ferreira *et al.* (2022) transmitem que a utilização de jogos como ferramenta de educação ambiental para a conservação da natureza é um meio atrativo, dinâmico e interdisciplinar de abordagem. Conforme tal autor, o elevado número de animais endêmicos ameaçados na Caatinga contribui para que pesquisas e práticas educativas sobre essas espécies sejam amplificadas para fins de conservação. Santos Ferreira *et al.* (2022) enfatizam que os jogos objetos de estudo dos autores foram produzidos com materiais de baixo custo que podem ser facilmente encontrados em qualquer lugar do país. Isso possibilita a sua reprodução e/ou adaptação para diferentes temáticas de ensino, além de contribuir para o processo de valorização da consciência ambiental dos envolvidos.

Conforme Bezerra e Rodrigues (2021), há carência de interdisciplinaridade necessária à educação ambiental e não se vê com relevância, frequência e clareza necessárias práticas de

EA, sendo estas muitas vezes reduzidas a práticas em datas comemorativas. Para as referidas autoras, há poucas informações referentes ao bioma caatinga em livros didáticos e os alunos(as) residentes nas áreas de ocorrência deste bioma tendem a conhecer pouco sobre suas características, biodiversidade, preservação e conservação. A fim de contornar tal realidade, as autoras sugerem a realização de uma semana de gincana e brincadeiras, a implementação de horta escolar e apresentação da obra cinematográfica considerando a faixa etária do público alvo. Podem ser desenvolvidas também atividades complementares ao estímulo dos saberes ambientais, tais como a elaboração de redações, painel de imagens e palavras, teatro, quiz e desenho. O trabalho de Bezerra e Rodrigues (2021) nos traz também um olhar acerca dos objetivos de desenvolvimento sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) e a possibilidade de tal temática perpassar pelas políticas públicas brasileiras ao lançar luz sobre o objetivo de desenvolvimento 4 - que diz respeito a garantia de que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável buscando preparar cidadãos comprometidos com o bem estar de toda a sociedade.

Carvalho et al (2020) realizaram intervenções em uma escola pública lançando mão de materiais previamente produzidos como uma playlist que falava sobre plantas e animais da Caatinga, bem como da vida do sertanejo; maquete representando áreas de Caatinga do Parque do Catimbau e como as atividades alteram as espécies e os serviços ecossistêmicos que elas provêm, jogo de tabuleiro intitulado "A fortuna da Caatinga", cartazes e um revista em quadrinhos sobre formigas cortadeiras e sua importância ecológica.

Teixeira (2018), fundamentado nos estudos de Correa, Barros e Almeida (2016), afirma que praticamente qualquer tipo de uso da terra nas regiões áridas e semiáridas tem o potencial de conduzir à desertificação. Considerando tal informação, a pesquisa desempenhada por Carvalho et al (2020) vem promover o crescimento da consciência ambiental também no que concerne à importância das unidades de proteção ambiental ao aproximar a sociedade civil das observações científicas acerca dos serviços ecossistêmicos prestados pelas formigas presentes no bioma caatinga - observando especificamente a realidade do Parque Nacional do Catimbau localizado no agreste Pernambucano.

A partir da concepção de que uma cartilha é uma compilação elementar acerca de uma temática, Nascimento et al (2020) afirmam que as cartilhas possuem a vantagem de serem utilizadas tanto nos espaços formais, quanto nos espaços informais de educação; sendo ótimos instrumentos para a socialização do conhecimento científico. Tais autores atestam que o semiárido e a Caatinga, seu principal ecossistema, são pouco explorados no currículo escolar, sendo o uso de diferentes recursos didáticos e paradidáticos indicado como

ferramentas fundamentais no processo de aprendizagem disseminação de conhecimentos a respeito da diversidade do bioma caatinga. Entretanto, para que esses processos sejam efetivos, é necessário desenvolver uma linguagem adequada, interpretativa e de fácil compreensão.

Bezerra et al (2020) afirmam que o jogo didático é uma ferramenta de aprendizagem que desperta o conhecimento de forma prazerosa e divertida. Para tais autores, buscar estratégias de enfrentamento aos problemas ambientais que envolvam uma articulação coordenada entre todos os tipos de intervenção ambiental direta, incluindo, neste contexto, a educação ambiental é um caminho que permite refletir e incentivar ações na busca de solução para esses problemas. Bezerra et al (2020) diz ainda que todos os cidadãos devem ser sensibilizados para que ocorra uma transformação social em relação às questões ambientais.

O jogo de tabuleiro voltado a educação ambiental desenvolvido por Bezerra *et al* (2020) traz diversas informações sobre espécies, fisiologia, habitat, adaptações naturais, questões de degradação e sustentabilidade do bioma caatinga, que são introduzidas de forma sutil e contextualizada para os jogadores. No formato de trilha, o jogo inicia-se em uma área de caatinga com aspecto bastante degradado e pouca vegetação. Ao final, o jogo encerra em uma área de Caatinga preservada, que objetiva demonstrar aos alunos que, à medida que aprofundam os conhecimentos sobre a flora, aumenta também a sustentabilidade e conservação, evidenciado que o impacto das suas ações pode beneficiar o meio ambiente e o ecossistema como um todo.

Para Lubarino *et al* (2020) e também Pereira (2020), há uma grande necessidade de se conhecer o potencial da Caatinga, em todos segmentos da sociedade, dando ênfase à capacitação e ao aprofundamento dos conhecimentos relacionados à sustentabilidade para garantir não somente a geração de renda para a população, mas também os serviços ecossistêmicos disponibilizados como resultados da conservação. Conforme MEA (2005) citado por Carvalho et al (2020), serviços ecossistêmicos são os bens e serviços que os seres humanos obtêm direta ou indiretamente dos ecossistemas naturais, como alimento, água, remédios, matéria-prima para diversos produtos (serviços de provisão), polinização, dispersão de sementes, controle biológico de pragas e doenças (serviços de regulação), manutenção dos ciclos de vida de espécies migratórias e da diversidade biológica (serviços de suporte) e recreação, turismo e inspiração cultural (serviços culturais).

Como ponto de inovação na EA, tem-se que o uso de metodologias ativas de aprendizagem podem ajudar nesse processo de valorização da Caatinga. Conforme Lubarino

et al (2020), os recursos didáticos baseados em metodologias ativas, tais como aprendizagem baseada em projetos, em problemas, em jogos, estudo de caso e trilha de gamificação têm se mostrado eficientes na transposição didática, vencendo as formas fixas da educação tradicional e a atuação do professor como o centro das atenções - a já ultrapassada educação bancária. Conforme Araújo *et al* (2022), a gamificação pode ser compreendida como o uso dos mecanismos de jogos para a resolução de problemas engajando um determinado público.

Em sua metodologia Lubarino et al (2020) lançaram mão do desenvolvimento de um jogo denominado BIOtinga, cuja etapa inicial consiste na caracterização de aspectos históricos, físicos, climáticos, humanos, de biodiversidade e conservação da Caatinga. Na narrativa do jogo a Caatinga é uma vítima por estar em perigo constante (poluição dos rios, do solo, desmatamento e desertificação). O aluno é herói e utilizará seu avatar para descobrir formas de combater os crimes ambientais causados pelo vilão da história (o homem destruidor de Caatinga e seus capangas). Ao longo da BIOtinga o jogador é apresentado a vários aspectos da Caatinga (o que promove o sentimento de pertencimento e familiaridade com o bioma). Ao final do jogo o vilão torna-se um homem sertanejo cheio de valores e princípios. A trilha de gamificação BIOtinga faz parte da proposta "Aprendendo sobre o valor da biodiversidade da Caatinga e seus serviços ecossistêmicos no ensino escolar" apoiada pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE). A gamificação aplicada à aprendizagem é uma metodologia ativa, que consiste na utilização do conceito e da estrutura dos games para despertar nos alunos engajamento em uma ação. Estratégias de gamificação visam tornar o processo ensino-aprendizagem mais prazeroso e com mais autonomia por parte dos alunos. Para Lubarino et al (2020) a gamificação é uma das estratégias de metodologias ativas que vai de encontro aos anseios dessa geração.

Para Lira, Ribeiro e Aguiar Lima (2020) a abordagem sobre os animais da Caatinga na forma de jogos é uma maneira interessante para conscientização a respeito da preservação dessas espécies, além de ser um forte instrumento pedagógico para melhorar o processo de aprendizagem. As referidas pesquisadoras desenvolveram um jogo que evidencia vinte diferentes espécies de vertebrados presentes no bioma caatinga. Tal jogo possui cartas, contendo dicas sobre temas diversos, como pessoas, anos, coisas ou lugares, no qual os jogadores deverão descobrir de quem é o perfil em questão. As cartas possuem na frente a foto do animal, o nome popular, o nome científico e cinco informações variadas (dicas e/ou curiosidades) sobre o vertebrado e, no verso, uma paisagem da Caatinga. É um jogo juvenil/adulto, indicado a partir de 12 anos de idade. Tal metodologia ativa fomenta a análise

crítica acerca das ações antrópicas ao bioma e seus impactos ambientais, além de aguçar a percepção ambiental dos jogadores.

Conforme Alves et al (2020), o contexto histórico evolutivo da Caatinga sempre foi marcado pelo preconceito, sendo associada a um ambiente inóspito e de pobreza, dadas as condições climáticas da região semiárida. Tais autores apresentaram uma sequência didática baseada em metodologias ativas e a ferramentas como a aplicação de seminários e o uso do aplicativo Kahoot.

Segundo Alves et al (2020), os componentes menos conhecidos dos ecossistemas, como fungos e bactérias, também estabelecem relações ecológicas importantes. O jogo de cartas e tabuleiro (bastante interessante e dinâmico) denominado Fungolândia desenvolvido por Silva et al (2020) propõe que os participantes peguem cartas de acordo com sua vez de participar e então realizem o que elas propõem, associando a função dos fungos com o serviço que ele pretende realizar. Conforme os autores, Fungolândia é dotado de diversas estratégias para fortalecer o aprendizado sobre os fungos e suas relações com o meio ambiente e com seu uso biotecnológico, sendo uma estratégia didática importante para abordar esses conteúdos.

Avaliando estudos publicados entre os anos de 2000 a 2020, Rodrigues et al (2022) notaram um volume considerável de publicações que se debruçavam sobre a relação entre questões socioeconômicas e o bioma caatinga. Eles afirmam que tal fato deve-se a relação direta existente a economia local e sua relação direta com os recursos ambientais disponíveis ainda no bioma Caatinga, de tal forma que sua exploração torna-se a mantenedora da renda familiar de populações locais e, simultaneamente, provoca danos irreparáveis ao bioma quando explorado de forma não sustentável.

Andrade e Teixeira (2019), ao apresentarem tecnologias sociais presentes no bioma caatinga (como a gestão de resíduos sólidos e compostagem, coleta de sementes, produção de cisternas, fogão ecoeficiente e dessalinização da água) - através do estudo da aplicação de uma sequência didática - convidam os alunos a analisarem criticamente quais destas iniciativas podem ser implementadas de maneira sustentável em suas realidades. A sequência didática é uma forma de organização pedagógica na qual as atividades de ensino se dão em função de núcleos temáticos e procedimentais.

Temos, portanto, um encorajamento para que os alunos percebam que podem ser agentes transformadores e fomentadores da preservação ambiental e desenvolvedores de ações de mitigação de danos ambientais em maior ou menor escala. Ao se incentivar uma mentalidade voltada à transformação positiva no meio, temos também uma confluência com o objetivo do desenvolvimento sustentável nº01 da ONU - que versa sobre a erradicação da

pobreza. Um dos objetivos de tal ODS versa sobre a construção de resiliência daqueles em situação de vulnerabilidade a fim de reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros desastres econômicos, sociais e ambientais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar políticas públicas e propostas educativas que visem a conservação e a recuperação do bioma caatinga e, a partir da análise de estratégias de educação ambiental que podem fomentar a conservação do bioma caatinga e identificação de impactos ambientais incidentes no bioma caatinga em Pernambuco, colecionar materiais que abordem o tema caatinga a fim de subsidiar ações de educação ambiental visando a preservação, regeneração e conservação do bioma.

Foram listados dez trabalhos científicos acerca dos impactos ambientais negativos incidentes no bioma caatinga. Os principais impactos ambientais identificados foram desmatamento e degradação do solo devido a interferências antrópicas, perda de biodiversidade do bioma, aumento do escoamento superficial das águas; redução dos estoques de carbono e biomassa microbiana do solo; aumento da temperatura do ar e redução da evapotranspiração; contribuindo para o aumento das emissões de CO₂ para a atmosfera.

A partir dos dados analisados ao longo da pesquisa, depreende-se como sendo possíveis propostas de ações mitigadoras quanto aos impactos ambientais negativos no bioma caatinga: criação de núcleos de proteção com espécies se desenvolveriam com mais facilidade na área degradada, a fim de recompor o solo e a cobertura vegetal, bem como o monitoramento destas áreas; a realização de reflorestamentos e recuperação de matas ciliares dos rios presentes no bioma; o reaproveitamento de águas pluviais a fim de reduzir a demanda por este recurso ambiental; a utilização de sensoriamento remoto para fins de monitoramento de regiões em processo de recuperação, bem como o acompanhamento das demais áreas do bioma; a criação de unidades de conservação ambiental; e a criação de espaços de educação ambiental.

Percebe-se que o arcabouço legal voltado a implementação da educação ambiental de maneira interdisciplinar aplicada ao bioma caatinga é proveniente tanto da União quanto do Estado de Pernambuco, estando portanto as iniciativas de produção de normativas jurídicas compartilhadas entre estes dois entes federativos: União e Governo do Estado - além de estarem também em consonância com políticas macro estruturadoras globais (a exemplo da agenda 2030). O empenho de tais stakeholders quanto a produção de normas e legislações pode favorecer de maneira relevante a preservação do bioma caatinga.

A partir da realização da pesquisa, constata-se que há poucos materiais atualizados desenvolvidos acerca da educação ambiental voltada especificamente para o bioma caatinga, haja vista a extensão territorial de tal bioma e sua importância ecológica para o Brasil,

especialmente na região nordeste do Brasil. A cartilha elaborada como produto resultante deste trabalho de pesquisa contribuirá para a disseminação de práticas e estratégias de educação ambiental aplicadas ao bioma caatinga, contribuindo assim para o preenchimento de tal lacuna científica. O produto educacional fruto desta dissertação pode ser utilizado por professores e multiplicadores de maneira lúdica na formação de um sujeito ambientalmente consciente e agente local de desenvolvimento.

Quanto às ações de educação ambiental, destaca-se que a utilização de metodologias ativas voltadas a educação ambiental, especificamente para o bioma caatinga, aplicadas de maneira transversal a outros eixos temáticos de aprendizagem corroboram para a sensibilização quanto às questões ambientais do público alvo (seja este público adulto ou infanto-juvenil). Apesar da importância da conservação do bioma caatinga, visto que é endêmico, rico em biodiversidade e possui ocorrência territorial em uma das regiões semiáridas mais populosa do mundo, ainda há pouca disponibilidade de práticas e estratégias de educação ambiental atualizadas específicas para tal bioma.

Percebe-se que ações de educação ambiental, mesmo com pouco investimento pecuniário, possuem a capacidade de sensibilizar, conscientizar e multiplicar saberes ambientais para uma quantidade significativa de pessoas. É possível então, a partir da implementação de fato de políticas públicas que abarquem a educação ambiental, e da facilitação de acesso a ações e metodologias de educação ambiental, fomentarmos a preservação, conservação e recuperação do bioma Caatinga.

Verificou-se que os estudos mais recentes referentes a implementação da educação ambiental voltada especificamente para o bioma caatinga possuem um direcionamento pedagógico para a utilização de ferramentas que visam a utilização de metodologias ativas de ensino. Foram listados onze trabalhos científicos que fomentam a utilização de estratégias inovadoras de ensino na educação ambiental voltada à preservação e conservação do bioma caatinga. Tais estudos trazem propostas relevantes à educação e gestão ambiental e tratam de temáticas referentes à flora e fauna do bioma, bem como práticas de educação ambiental e a utilização de jogos como fomento de interesse e sensibilização ambiental dos sujeitos.

A cartilha desenvolvida ao longo deste trabalho de pesquisa foi construída não somente para divulgar as características do bioma caatinga, mas também para o entendimento de sua importância ecológica, social e econômica através da educação ambiental. Neste compilado os multiplicadores podem consultar artigos e políticas públicas que possuem como temática central ações de educação ambiental voltadas ao bioma caatinga. Tal compilado pode vir a servir como ferramenta de mediação pedagógica de tal maneira que enriquece as práticas

pedagógicas e sociais pertinentes à educação ambiental respeitando a diversidade presente nas relações culturais e sociais presentes no semiárido brasileiro.

A partir das considerações apresentadas, entende-se que tal estudo atingiu os objetivos propostos e entrega, como produto da pesquisa realizada, uma cartilha com estratégias de educação ambiental que pode ser utilizada por multiplicadores e educadores ambientais em ações voltadas ao bioma caatinga.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical. *Geomorfologia*, 53. São Paulo: Instituto de Geografia. 1977.

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de; MELO, Felipe PL. Socioecologia da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 40-44, 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252018000400012&script=sci_arttext. Acesso em: 10 jun 2021.

ALVES, Danielle de Sousa et al. Interações ecológicas na Caatinga: uma proposta de sequência didática utilizando seminários e o aplicativo Kahoot. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 6, p. 133-153, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11455>. Acesso em: 18 set 2022.

ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen César. Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, 2018. Acesso em: 02 dez 2022. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1710/1669>.

ANDRADE, IASMIN SANTANA; TEIXEIRA, PAULO MARCELO MARINI. Estudo de aplicação de uma sequência didática CTS centrada na preservação do bioma Caatinga. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 4, n. 1, p. 20-43, 2019. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rid/article/view/6143/4575>. Acesso em: 18 set 2019.

ARAÚJO, Flávia Karine Uliano et al. O uso da metodologia ativa gamificação na aprendizagem. *Educação, Tecnologia e Inclusão*, p. 110, 2022. Disponível em: https://www.editoraschreiben.com/_files/ugd/e7cd6e_261dc84e640c476397a938f8cfb8919c.pdf#page=111. Acesso em: 05 dez 2022.

BARROS, J. D. D. S. Mudanças climáticas, degradação ambiental e desertificação no semi-árido, Rio de Janeiro, **Polêmica Revista Eletrônica**, v. 10, n. 3, p. 476–483, 2011. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/2915>. Acesso em: 02 ago 2022.

BEZERRA, Mariana Nogueira et al. Jogo de tabuleiro Flora da Caatinga: conhecer para conservar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 6, p. 52-78, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11454/8135>. Acesso em: 18 set 2022.

BEZERRA, Leticia Gabriele da Silva; RODRIGUES, Júlia Rélene de Freitas. Estratégias didáticas para garantir a educação ambiental e o ODS 4 - educação de qualidade no ensino fundamental: um enfoque no bioma caatinga. **Revista Estudo & Debate**, v. 28, n. 3, 2021. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/view/2955/1859>. Acesso em: 18 set 2022.

BIASOLI, Semíramis; SORRENTINO, Marcos. Dimensões das Políticas Públicas de

educação Ambiental: a necessária inclusão da política do cotidiano. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/PHWpKWMk9HJtBQdGWbsLxNs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 set 2022.

BILAR, Alexsandro Bezerra Correia; PIMENTEL, Rejane Magalhães de Mendonça. Participação da comunidade na gestão e em ações de proteção da biodiversidade vegetal em áreas protegidas. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 53, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/67119/40589>. Acesso em: 25 fev 2021.

BRANCO, Emerson Pereira; ROYER, Marcia Regina; GODOI BRANCO, Alessandra Batista. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNs, nas DCNs e na BNCC. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 29, n. 1, 2018. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/5526/pdf>. Acesso em: 22 ago 2022.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe Sobre A Política Nacional do Meio Ambiente, Seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e Dá Outras Providências. Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 15 set. 2022.

_____. Lei nº 9.985, de 17 de agosto de 2000. Regulamenta O Art. 225, § 10, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, Institui O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e Dá Outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 14 set. 2022.

_____. Lei nº 13.153, de 30 de julho de 2015. Política Nacional de Combate À Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13153.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.153%2C%20DE%2030,Desertifica%C3%A7%C3%A3o%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.. Acesso em: 15 jul. 2022.

_____. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui A Política Nacional Sobre Mudança do Clima - Pnmc e Dá Outras Providências.. Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 14 set. 2022.

BOCCATO, Vera Regina Casari. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Rev. Odontol. Univ. Cidade de São Paulo*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006. Disponível em: https://arquivos.cruzeirosuleducacional.edu.br/principal/old/revista_odontologia/pdf/setembro_dezembro_2006/metodologia_pesquisa_bibliografica.pdf. Acesso em: 17 jan 2023.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CARMO BRITO, Thyago Rodrigues et al. Mudanças no uso da terra e efeito nos

componentes do balanço hídrico no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 02, p. 870-886, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Erika-Medeiros/publication/340797835_Mudancas_no_Uso_da_Terra_e_Efeito_nos_Componentes_do_Balanco_Hidrico_no_Agreste_Pernambucano/links/5ed6454c4585152945282436/Mudancas-no-Uso-da-Terra-e-Efeito-nos-Componentes-do-Balanco-Hidrico-no-Agreste-Pernambucano.pdf. Acesso em: 19 set 2022.

CARVALHO, Wanessa Silva et al. Formigas como provedoras de serviços ecossistêmicos na Caatinga: Como informar a sociedade sobre pesquisas ecológicas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 3, p. 281-287, 2020. Disponível em: <http://www.journals.ufpe.br/index.php/JEAP/article/view/3118/482483665>. Acesso em: 18 set 2022.

CAVALCANTI, Edneida Rabêlo et al. Unidades de Conservação Federais da Caatinga: o papel da educação ambiental para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030). 2017. Disponível: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD1_SA7_ID71_24102017121150.pdf. Acesso em: 06 jun 2021.

CERQUEIRA, Michelle Adelino; RODRIGUES, Flávia Mazzer; ALMEIDA, Gleymerson Vieira Lima. Susceptibilidade à desertificação para o estado de Pernambuco. **Geosul**, v. 35, n. 76, p. 151-170, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Michelle-Cerqueira-2/publication/346430082_Susceptibilidade_a_desertificacao_para_o_estado_de_Pernambuco/links/6109f1bc1e95fe241aac2942/Susceptibilidade-a-desertificacao-para-o-estado-de-Pernambuco.pdf. Acesso em: 28 jul 2022.

Cézar Bezerra, A. *et al.* Monitoramento Espaço-Temporal da Detecção de Mudanças em Vegetação de Caatinga por Sensoriamento Remoto no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física [online]**. Disponível em : <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/242713>. Acesso em: 20 jan. 2023.

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O. SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, p. 961–974, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gzNCsHF8vzF4kF3VSz9bCZd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 03 mar 2021.

COSTA, Ana Mônica de Britto. Educação ambiental para a sustentabilidade do bioma caatinga: uma investigação-ação com alunos do ensino médio. 2020. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/76832>. Acesso em: 18 set 2022.

DEMARTELAERE, Andrea Celina Ferreira et al. Revisão bibliográfica: impactos em áreas nativas da caatinga causadas pelas atividades econômicas e as técnicas de reflorestamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 25285-25306, 2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/46321/pdf>. Acesso em: 19 set 2022.

PESSOA, Dihego de Souza et al. Avaliação de impactos ambientais em áreas de disposição final de resíduos sólidos no semiárido. 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6097>. Acesso em: 18 set 2022.

FANTINATTI, Pedro; ARGOLLO, Andre; ZUFFO, Antonio. **Indicadores de sustentabilidade em engenharia: como desenvolver**. Elsevier Brasil, 2016.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Global Forest Resources Assessment 2016. Rome: FAO, 2016.

FARIAS, Paulo Lucas Cândido; VIEIRA, Bhreno Henrique Ribeiro. Atuação do estado de Pernambuco no combate aos efeitos da desertificação (Performance of the state of Pernambuco at the combat to effects of desertification). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 2, p. 562-573, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/236660/32385>. Acesso em: 28 jul 2022.

FERNANDES, Moabe Ferreira; QUEIROZ, Luciano Paganucci de. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e cultura**, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v70n4/v70n4a14.pdf>. Acesso em: 13 mar 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. rev. e atual. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011. Disponível em: <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Pedagogia-do-Oprimido-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2022.

FREIRE, Patrocínio Solon. Educação e integralidade: o conceito de integralidade no pensamento pedagógico de Edgar Morin, Paulo Freire e Leonardo Boff. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/13017/1/TESE%20Patroc%c3%adnio%20Solon%20Freire.pdf>. Acesso em: 12 nov 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar um objeto de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IBGE. Mapa de Biomas e de Vegetação brasileira. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 26 ago. 2019

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LEAJANSKI, Alison Diego. Políticas ambientais e gestão de unidades de conservação nacionais, estaduais e municipais nos Campos Gerais do Paraná. 2022. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3673/4/Alison%20Diego%20Leajanski.pdf>. Acesso em: 15 ago 2022.

LEAL, Fernanda Barboza *et al.* Modelagem geoambiental da vulnerabilidade à desertificação em municípios do Agreste Pernambucano. **Revista Geama**, v. 6, n. 3, p. 40-53, 2020. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/3291/482483835>. Acesso em: 19 jan 2023.

LIRA, Jéssica Gouveia; RIBEIRO, Elaine Maria Santos; AGUIAR LIMA, Regina Lúcia Félix. Jogo Animacards Caatingueiros: conhecendo os animais vertebrados da Caatinga e entendendo sua importância. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 6, p. 99-118, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11450>. Acesso em: 18 set 2022.

LUBARINO, Paloma Clementino da Cruz et al. BIOtinga: trilha de gamificação sobre a Caatinga. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 6, p. 119-132, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11451/8137>. Acesso em: 18 set 2022.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

MAGALHÃES, T. Caatinga, ecossistema heterogêneo. **Revista Do Instituto Humanitas Unisinos**, n. 389, p.11-12, 2012. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/4363-lucia-helena-piedade-kiill>. Acesso em: 25 jul. 2022.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2020.

MINAYO, M.C.S. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. São Paulo: HUCITEC, 2014.

Moraes, D. In vivo. FIOCRUZ. Bioma Caatinga , 2016. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=962&sid=2>>. Acesso em: 26 ago. 2019

MOURA GARCIA, Ana Célia Saraiva et al. Vulnerabilidade ambiental em áreas de caatingas na unidade de conservação parna do Catimbau, Pernambuco, semiárido brasileiro. *Holos Environment*, v. 20, n. 4, p. 625-640, 2020. Disponível em: <https://holos.emnuvens.com.br/holos/article/view/12402/8311>. Acesso em: 19 jan 2023.

MMA. Caatinga. Contexto, Características e Estratégias de Conservação. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/item/191>>. Acesso em: 20 ago. 2019

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941832/mod_resource/content/1/Artigo-Moran.pdf. Acesso em 01 dez 2022.

MOTA, Ana Rita; ROSA, Cleci Teresinha Werner. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8161/4811>. Acesso em: 03 dez. 2022.

MICHAELIS, Dicionário da Língua Portuguesa. Dicionário online Uol. São Paulo, SP: Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/cartilha/>. Acesso em: 01 dez 2022.

NASCIMENTO, Geraldo Miranda et al. A cartilha como instrumento de apoio: uma abordagem sobre os invertebrados da caatinga. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**

(RevBEA), v. 15, n. 6, p. 17-51, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11448/8134>. Acesso em: 29 jul 2022.

PROJETO MAPBIOMAS, Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 29 jul. 2022.

OLIVEIRA, Sônia Barreto Perdigão de et al. Uso de sensoriamento remoto para mapeamento de áreas susceptíveis à desertificação na região semiárida do Brasil. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/59330>. Acesso em: 25 jul. 2022.

OLIVEIRA GALVÃO, A. L. C. Reconhecimento da susceptibilidade ao desenvolvimento de processos de desertificação no nordeste brasileiro, a partir da integração de indicadores ambientais. Brasília, UnB. Tese de Doutorado. 2001

PERNAMBUCO. Lei nº 14.091, de 17 de junho de 2010. Institui A Política Estadual de Combate À Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, e Dá Outras Providências.. Pernambuco, PE, Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=14091&complemento=0&ano=2010&tipo=&url=#:~:text=1%C2%B0%20da%20Lei%20n,mitiga%C3%A7%C3%A3o%20dos%20efeitos%20da%20seca..> Acesso em: 14 set. 2022.

PERNAMBUCO b. Lei nº 14.090, de 17 de junho de 2010. Institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco, e dá outras providências. Pernambuco, PE, Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=14090&complemento=0&ano=2010&tipo=&url=#:~:text=2%C2%BA%20A%20Pol%C3%ADtica%20Estadual%20de,das%20concentra%C3%A7%C3%B5es%20dos%20gases%20de>. Acesso em: 14 set. 2022.

PERNAMBUCO(Estado). Lei nº 14.922, de 18 de março de 2013. Política Estadual de Convivência com o Semiárido. Pernambuco, PE, Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=14922&complemento=0&ano=2013&tipo=&url=#:~:text=2%C2%BA%20A%20Pol%C3%ADtica%20Estadual%20de,necess%C3%A1rios%20%C3%A0%20conviv%C3%Aancia%20com%20as>. Acesso em: 14 set. 2022.

QUEIROZ, L. P.; Cardoso, D.; Fernandes, M.; Moro, M. “Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain”. In: da Silva, J. C.; Leal, I.; Tabarelli, M, (eds.), Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. Cham: Springer, 2017, p. 23-63. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-68339-3_2. Acesso em: 13 mar 2022.

REIS NETO, Afonso Feitosa. Redução do desmatamento e da degradação florestal (REDD): bases legais para implementação na Caatinga de Pernambuco. 2019. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/34238>. Acesso em: 18 set 2022.

RIBEIRO, E.M.S; ARROYO-RODRÍGUEZ, V., SANTOS, B.A, TABARELLI M, LEAL, I.R. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. In: Applied Ecology, vol. 52, p.611–620, 2015. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1365-2664.12420>. Acesso em:

20 jul 2022.

RODRIGUES, Jacinaldo João; EUZEBIO, Umberto; COSTA MOREIRA, André Luiz. Representações de valoração do bioma Caatinga como processo de formação e indicação para conservação. **Conjecturas**, v. 22, n. 8, p. 824-846, 2022. Disponível em: <http://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1258>. Acesso em: 26 jul 2022.

RODRIGUES, Talmo Manhães de França; SENNA, Mônica Carneiro Alves; CATALDI, Marcio. Simulação dos impactos climáticos da desertificação do Nordeste brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 1037-1047, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/ff9dhGXcLz3By5FJRXbLx6t/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 dez 2022.

Sampaio, E., Sampaio, Y. 2002. **Desertificação: conceitos, causas, consequências e mensuração**. Recife: Editora Universitária da UFPE.

SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p. 76-81.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2020.

SANTANA, Otacilio Antunes. Resistência social na Caatinga árida: a narrativa de quem ficou no colapso ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/43574>. Acesso em: 25 jul. 2022.

SANTOS FERREIRA, Leticia Sousa et al. Aves e mamíferos da caatinga: experiências com jogos educativos para a valorização da fauna local. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, 2022. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/11636/114116526>. Acesso em 18 set 2022.

SANTOS, Francílio de Amorim; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia. Suscetibilidade erosiva em área suscetível à desertificação, no estado do Piauí: subsídios ao planejamento ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 1, p. 19-28, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333253584002.pdf>. Acesso em: 15 jun 2021.

SANTOS, Antonio Marcos; GALVÍNIO, Josiclêda Domiciano. Mudanças climáticas e cenários de susceptibilidade ambiental à desertificação em municípios do estado de Pernambuco. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 5, n. 13, 2013. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n13/04.pdf>. Acesso em: 04 jun 2021.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos, GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Rev. Bras. de História & Ciências Sociais**. n. I, p. 1-15, jul., 2009.

SILVA, J.M.C; LEAL, I.R.; TABARELLI, M. Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America. Gewerbestrasse: Springer, 2017.

SILVA, Leandro Félix da; SOUZA, Bartolomeu Israel de; BACANI, Vitor Matheus. INTENSIDADE DA AÇÃO ANTRÓPICA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CARIRI PARAIBANO. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 71, p. 364-383, 2019. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/45788/26782>. Acesso em: 04 abr 2021.

SILVA, Isnara Evelin Barbosa et al. Fungolândia: jogo educativo de tabuleiro sobre a diversidade e importância dos fungos da Caatinga. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 6, p. 52-99, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/11449>. Acesso em: 18 set 2022.

SOUSA, V.R.; HONÓRIO, M.S. Da degradação a preservação: o papel da educação ambiental na sustentabilidade da caatinga. **Revista Brasileira de Direito e Gestão Pública**, v.8, n.3, p.932-946, 2020. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RDGP/article/view/8249>. Acesso em: 26 jul 2022.

SPECHT, M.J.; SANTOS, B.A; MARSHALL, N.; MELO, F.P.L.; LEAL, I.; TABARELLI, M.; BALDAUF, C. Socioeconomic differences among resident, users and neighbour populations of a protected area in the Brazilian dry forest. In: **Journal of Environmental Management**, vol. 232, pg. 607–614, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718313665>. Acesso em: 01 ago 2022.

Tabarelli, M.; Leal, I. R.; Scarano, F. R.; Silva, J. M. C. “The future of the Caatinga” In: Silva, J. M. C.; Leal, I. R.; Tabarelli, M. (eds.) *Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America*. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 461-474.

TABARELLI, M.; VICENTE A. Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da Caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B; GIULIETE, A. M; VIRGÍNIO, J; ROJAS, C. F. L.G. (Ed.). **Vegetação e Flora da Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2002, p. 25-35.

TAVARES, Válter Cardoso;ARRUDA, Ítalo Rodrigo Paulino de;SILVA, Danielle Gomes da. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2019v34n70p385/38526>. Acesso em: 15 out 2021.

TEIXEIRA, Camila Maria Barros. Comportamento e integração de indicadores espectrais da desertificação. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/30881/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Camila%20Maria%20Barros%20Teixeira.pdf>. Acesso em: 28 jul 2022.

VIEIRA, A. T.; MAGALHÃES, M. F.; SILVA, M. V. C. Uso da terra como facilitador da degradação ambiental no município de Santa Quitéria, Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 10, n. 4, p. 1329-1345, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/61364>. Acesso em: 27 jul. 2022.

WOMMER, Fernanda Gabriela Bitencourt et al. Métodos ativos de aprendizagem: uma proposta de classificação e categorização. **Revista Cocar**, v. 14, n. 28, p. 109-131, 2020. Disponível em: <http://177.70.35.171/index.php/cocar/article/view/3111>. Acesso em: 01 dez 2022.