



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

IVINE TEIXEIRA LOPES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ÁREA DEGRADADA NO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO VALE DO SÃO FRANCISCO – UNIVASF, PETROLINA – PE,
COMO SUBSÍDIO PARA A ELABORAÇÃO DE PLANO DE
RECUPERAÇÃO.**

PETROLINA, PE

2021

IVINE TEIXEIRA LOPES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ÁREA DEGRADADA NO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO VALE DO SÃO FRANCISCO – UNIVASF, PETROLINA – PE,
COMO SUBSÍDIO PARA A ELABORAÇÃO DE PLANO DE
RECUPERAÇÃO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Salgado Pifano

PETROLINA, PE

2021

Lopes, Ivine Teixeira

L864d Diagnóstico ambiental de área degradada no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina – PE, como subsídio para a elaboração de plano de recuperação /Ivine Teixeira Lopes. - Petrolina - PE, 2021.

50 f. : il. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2021

Orientador: Prof. Dr. Daniel Salgado Pifano.

1. Degradação ambiental. 2. Caatinga. 3. PRAD. 4. Técnicas de recuperação I. Título. II. Pifano, Daniel Salgado (Orient.) III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 550

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF

Bibliotecário: Fábio Santiago

CRB5/1785

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

FOLHA DE APROVAÇÃO

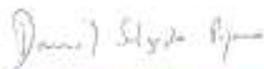
IVINE TEIXEIRA LOPES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ÁREA DEGRADADA NO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO – UNIVASF,
PETROLINA – PE, COMO SUBSÍDIO PARA A ELABORAÇÃO DE
PLANO DE RECUPERAÇÃO.**

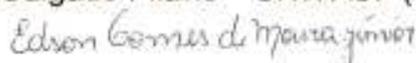
Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas, pela Universidade Federal do Vale do
São Francisco.

Aprovado em: 22 de outubro de 2021.

Banca Examinadora



Dr. Daniel Salgado Pifano – UNIVASF (Orientador)



Dr. Edson Gomes de Moura Junior – UNIVASF



Ma. Raphaela Aguiar de Castro – UFS

Me. Vinicius Messas Cotarelli – UNIVASF (suplente)

À Deus e à minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, o Criador de todas as coisas, a mente mais brilhante e criativa que existe, o Mantenedor da existência, por Sua misericórdia e cuidado em todo tempo, que me mantiveram de pé e firme na fé em Sua Verdade e Amor.

Ao meu pai, Aluisio Lopes Machado Filho, por me ensinar a viver o melhor ao lado de Deus e sempre batalhar pra manter toda nossa família e proporcionar os melhores meios possíveis para a minha formação e da minha irmã, nos impulsionando a enxergar mais longe. À minha mãe, Katia Teixeira Lopes, por sempre interceder a Deus pela minha vida, por todo amor, orientação e cuidado dado a mim em todo momento, me incentivando nos estudos e acreditando no melhor futuro de Deus para mim.

À minha irmã, Hanna Nicole Teixeira Lopes, por toda paciência e cuidado, sendo um referencial de filha, de cristã, de pessoa, e agora de mãe para mim.

Ao Prof. Dr. Daniel Salgado Pifano, pela orientação e acolhimento, mesmo diante das muitas atividades. Agradeço por ter acreditado no meu trabalho e na minha pessoa, pela paciência e por compartilhar seu conhecimento valioso, com uma formação profissional admirável.

Aos amigos que ganhei para vida, que, sem dúvida, tornaram esse ciclo mais leve e acrescentaram muito aos meus dias. Agradeço por sempre estarem por perto e, por inúmeras vezes, serem instrumentos de Deus para consolo do meu coração. Sou feliz por ter conhecido cada um, que faz parte da minha história e estarão sempre na minha memória.

Em especial, agradeço a Mayara Galvão, Ana Luiza Oliveira, e Mariana Laurência Nunes pela imensa ajuda nas atividades de campo desenvolvidas para esse trabalho. Sem dúvida, o auxílio a mim concedido tornou possível a realização das coletas e me deu ânimo pra continuar.

Particularmente, agradeço à Mariana Laurência Nunes, uma amiga e irmã. Sua amizade é um presente de Deus. Foi incrível viver todo esse tempo de universidade juntas. Choramos, sorrimos, ficamos nervosas, apreensivas, alegres e em meio a tudo, desfrutamos da providência e fidelidade de Deus. Agradeço por toda a ajuda no

desenvolvimento desse trabalho, pelos dias de sol e chuva que enfrentou comigo e por compartilhar de sua tamanha inteligência me auxiliando nos estudos.

À coordenação do NEMA, nas pessoas do Prof. Dr. Renato Garcia (coordenador) e Prof. Dr. Daniel Salgado (orientador) também vice coordenador, pela oportunidade de desenvolver minhas pesquisas no Núcleo, concedendo o material utilizado para a realização desse trabalho. À cada especialista do NEMA que me ajudou, minha gratidão.

"Todas as coisas foram feitas por ele, e sem ele nada do que foi feito se fez"

João 1.3 – Bíblia Sagrada

RESUMO

O diagnóstico ambiental é uma etapa crucial na elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas. O trabalho objetivou a realização do diagnóstico ambiental de uma área degradada no Campus de Ciências Agrárias da UNIVASF, e para tal, foi efetuado o levantamento de dados primários e secundários referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico. Para os dados primários, coletados em campo para fins de caracterização atual da área, procedeu-se com uma listagem florística, marcando indivíduos e espécies dominantes de plantas vasculares. Para os dados secundários, foi feito um levantamento histórico da região incluindo o uso e ocupação do solo antes e depois da construção do CCA. Foram pontuados 58 indivíduos na área degradada, distribuídos em 7 espécies, pertencentes a 6 gêneros e 3 famílias botânicas. Dentre as famílias, Euphorbiaceae apresentou a maior riqueza de espécies (de 3 gêneros), no entanto, a maior quantidade de indivíduos presentes foi da espécie *Mimosa tenuiflora* (não endêmica), da família Fabaceae. No entorno, foram registradas 11 espécies, de 10 gêneros e 7 famílias botânicas, com Euphorbiaceae apresentando a maior riqueza também. As camadas iniciais do solo foram removidas para serem usadas na construção de estradas, sendo caracterizado como arenoso, se encontrando raso e com superfície bastante solta. Foi constatada a incapacidade de regeneração natural da área, considerando o período de abandono (16 anos), evidenciando a necessidade de uma intervenção direta com técnicas de reposição de solo e plantio de novas espécies para viabilizar sua recuperação, demandando, assim, a elaboração do PRAD.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Caatinga. PRAD. Técnicas de Recuperação.

ABSTRACT

The environmental diagnosis is a crucial step in the elaboration of the plan for the recovery of degraded areas. The work aimed to carry out an environmental diagnosis of a degraded area in the Campus of Agricultural Sciences of UNIVASF, and for this, a survey of primary and secondary data was carried out referring to the physical, biotic and socioeconomic environments. For the primary data, collected in the field for the purpose of the current characterization of the area, a floristic listing was carried out, marking individuals and dominant species of vascular plants. For secondary data, a historical survey of the region was carried out, including land use and occupation before and after the construction of the CCA. 58 individuals were scored in the degraded area, distributed in 7 species, belonging to 6 genera and 3 botanical families. Among the families, Euphorbiaceae had the highest species richness (of 3 genera), however, the largest number of individuals present was from the species *Mimosa tenuiflora* (non-endemic), from the Fabaceae family. In the surroundings, 11 species of 10 genera and 7 botanical families were recorded, with Euphorbiaceae also showing the greatest richness. The initial soil layers were removed to be used in road construction, being characterized as sandy, being shallow and with a very loose surface. The in-capacity of natural regeneration of the area was found, considering the period of abandonment (16 years), evidencing the need for a direct intervention with techniques of soil replacement and planting of new species to enable its recovery, thus demanding , the elaboration of the PRAD.

Key-words: Ambiental degradation. Caatinga. PRAD. Recovery Techniques.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área degradada foco do diagnóstico ambiental.....	23
Figura 2: Delimitação da área degradada nas regiões de contato aberto com outras áreas com galhadas do local.....	24
Figura 3: Passos do procedimento de coleta e prensagem de material botânico reprodutivo. A – Corte de flor com o auxílio de tesoura de poda; B – Posicionamento do material na folha de jornal; C – Organização dos materiais coletados para o fechamento da prensa.	25
Figura 4: Ocupação da área por entulhos e galhadas e limpeza do local.....	27
Figura 5: Procedimentos de coleta de solo. A – Tonel para armazenamento de água; B – Depósito de amostra simples em balde.	28
Figura 6: Coleta de amostra simples em um ponto do terreno.	28
Figura 7: Preparação e secagem da amostra composta.	29
Figura 8: Imagens da área nos anos de 2005 e 2021. A – Área no ano de 2005; B – Área no ano de 2021.....	30
Figura 9: Localização da área degradada foco do diagnóstico ambiental, delimitada em amarelo na imagem do campus, seguida pela localização no Estado e no país.	31
Figura 10: Exemplares de indivíduos secos na ADA.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista da composição florística da Área Diretamente Afetada (ADA) e entorno (AE).	36
Tabela 2: Lista de valores da análise dos elementos químicos e físicos do solo por área de amostragem.	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Área Degradada
AE	Área de Entorno
CCA	Campus de Ciências Agrárias
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NEMA	Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
pH	Potencial Hidrogeniônico
CE	Condutividade Elétrica
SB	Soma de bases
T	CTC potencial
V	Saturação por bases
t	CTC efetiva
m	Porcentagem de Saturação por Alumínio
PST	Porcentagem de Saturação por sódio
CTC	Capacidade de troca de cátions
APG	<i>Angiosperm Phylogeny Group</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
NA	Sódio
K	Potássio
H+Al	Acidez Potencial
Al	Alumínio ou acidez trocável
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
P	Fósforo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1.	DEGRADAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL	16
2.2.	DEGRADAÇÃO DA CAATINGA.....	18
2.3.	PRAD E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	20
2.4.	OBJETIVO	22
2.4.1.	Objetivos específicos	22
3.	METODOLOGIA.....	23
3.1.	LOCAL DE ESTUDO.....	23
3.2.	LEVANTAMENTO DOS DADOS SECUNDÁRIOS	23
3.3.	LEVANTAMENTO DOS DADOS PRIMÁRIOS	24
3.3.1.	Inventário Florístico	25
3.3.2.	Análise De Solo	26
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1.	DADOS SECUNDÁRIOS	29
4.1.1.	Localização da área em estudo e região	30
4.1.2.	Caracterização climática	32
4.1.3.	Solos	32
4.1.4.	Caracterização socioeconômica	33
4.1.5.	Vegetação	34
4.2.	INVENTÁRIO FLORÍSTICO	34
4.3.	ANÁLISE DE SOLO	38
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

O homem apresenta a capacidade de transformar e usar os recursos naturais em favor do progresso da humanidade. Ao longo do tempo, as alterações do ambiente têm ocorrido de forma mais acelerada em conformidade com o avanço tecnológico. Com isso, as atividades humanas devem ser desenvolvidas considerando-se cada vez mais a sustentabilidade ambiental, tendo em vista que impactos irreversíveis podem ser provocados e que os recursos disponíveis são limitados (TATSCH, 2011).

A recuperação de áreas degradadas é uma atividade importante na promoção de um ambiente sustentável, principalmente em regiões onde a exploração dos recursos naturais está distante dessa realidade, como no semiárido nordestino (ARAÚJO, 2011) compreendido predominantemente por Caatinga. A amplitude de ocorrência dos impactos negativos provocados pela atividade antrópica tem levado os assuntos referentes à conservação ambiental a adquirir maior espaço nas discussões atuais sobre o meio ambiente (TEIXEIRA, 2016), embora ainda sejam encontradas irregularidades na implementação das medidas planejadas (ALMEIDA, 2016).

O conhecimento da amplitude desses impactos ambientais é construído a partir do diagnóstico ambiental, sendo esse, portanto, uma ferramenta essencial na elaboração dos planos de recuperação. A produção do diagnóstico torna possível uma melhor avaliação dos efeitos da exploração do ambiente com o objetivo de minimizar os impactos negativos (COSTA, 2014).

O município de Petrolina é compreendido por caatinga e apresenta evidentemente as características do bioma. É uma cidade bem desenvolvida do sertão pernambucano, onde a agricultura irrigada é uma atividade predominante, além do estabelecimento de grandes empreendimentos que aceleram o desenvolvimento econômico (CUNHA et. al., 2010; ROTH, 2009). A área em estudo está situada no Campus de Ciências Agrárias, localizado em um projeto de irrigação do município, e se encontra degradada por ter sido usada como área de empréstimo de solo para a construção das estradas do Campus, além de funcionar como área de bota fora (SÁ, 2015). A realização do diagnóstico ambiental dessa área é a finalidade principal desse estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DEGRADAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com o Campos et. al. (2006), a degradação do ambiente pode ser compreendida como a degradação da vegetação, dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade, ou seja, do conjunto de fatores que asseguram a viabilidade das populações em um ecossistema. Segundo Rubira (2016), o que caracteriza a degradação de um ambiente são as alterações do seu estado natural que geram o esgotamento dos recursos naturais e ameaçam a sustentabilidade. A Instrução normativa nº 11/2014 do IBAMA estabelece que uma área degradada corresponde a uma área impossibilitada de, naturalmente, retornar ao estado original.

Os distúrbios ambientais podem ser originados por eventos naturais, mas os resultantes da ação antrópica são os mais preocupantes (BALENSIEFER, 1998). O homem como agente causador da degradação, na maioria das vezes, ignora os limites aceitáveis da natureza (GUERRA E GUERRA, 1997), o que acarreta sérios problemas ambientais, podendo gerar espaços profundamente desestruturados a ponto de apresentar riscos de vida a própria existência humana, como afirma Rubira (2016) e Guerra e Guerra (1997).

Lima (2004) e Laurence (2010) destacam causas frequentes de degradação pela ação antrópica: o desmatamento, como principal atividade destruidora de maneira inicial, o uso múltiplo e exploratório dos recursos, a atividade mineradora e ainda as práticas de produção agrossilvipastoril. De acordo com a intensidade dos impactos gerados, a recuperação natural do ambiente pode ser lenta ou acelerada, porém quando esgota sua capacidade de auto-organização, faz-se necessária a intervenção também humana para, nesse caso, promover a recuperação (LIMA, 2004; MOREIRA, 2005).

Nas primeiras discussões sobre RAD (Recuperação de Áreas Degradadas) as terminologias referentes aos processos de recuperação de uma área não foram definidas de forma exata, usando-se termos como restauração, reabilitação, revegetação e recuperação, conforme aponta Balensiefer, 1998. No entanto, o autor ressalta posteriormente, que os termos 'recuperar' e 'restaurar' foram escolhidos como melhores definidores das atividades de recuperação. Em alguns textos são usados com definições distintas, em outros, como correspondentes ao mesmo processo, afirma Tavares et.al., 2008.

De acordo com a Lei no 9.985/2000, no Art. 225 da Constituição Federal, o termo recuperação refere-se à “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. A restauração, por sua vez, é compreendida como o processo de retorno de uma área degradada a sua condição original, antes da degradação, descreve Tavares et.al., 2008. Os autores ainda consideram que esse é um processo difícil de ser visto nos planos executados atualmente, pois indica que o ambiente deve ser restaurado as características originais em todos os aspectos do ecossistema.

Visando a recuperação de uma área degradada de forma organizada e objetiva são elaborados os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (ALMEIDA, 2016). Na execução dos planos, diferentes técnicas já descritas e estudadas podem ser empregadas no intuito de simular dinâmicas ecológicas e acelerar o processo de recuperação (ORTIS, 2012). A depender da necessidade avaliada na área, as técnicas podem ser usadas para manter a regeneração que esteja ocorrendo naturalmente ou aplicadas de uma maneira mais direta (CASTRO, 2020).

Dentre as técnicas de recuperação, Guerra et. al., 2020 cita na sucessão natural assistida (aplicação direta): o plantio de mudas, a transposição de serrapilheira, a semeadura direta, o transplante e resgate de mudas, translocação de fauna, biorremediação e a nucleação. Na sucessão não assistida, o autor confirma a regeneração natural. Conceituando a sucessão ecológica em comunidades terrestres, Zibetti e Lima, 2013 descrevem como um processo que envolve as modificações contínuas de um ecossistema, partindo de um estado inóspito a um estado estabilizado das comunidades, iniciando com o surgimento de espécies capazes de se estabelecerem nesses locais, gerando de maneira gradual um ambiente propício a colonização por espécies de maior porte, e assim sucessivamente.

Quando ocorre em um ambiente naturalmente hostil ou a biota original foi completamente destruída, o primeiro processo é chamado de sucessão primária, seguindo-se os processos sucessionais. Em um ambiente que sofreu perturbações, como desmatamento, incêndios, etc, sendo anteriormente habitado por uma comunidade biológica, o processo que ocorre é chamado de sucessão secundária (ZIBETTI e LIMA, 2013). Segundo Reis et. al. 2003, a melhor maneira de promover a recuperação de uma área degradada é facilitando a sucessão ecológica ocorrente.

2.2. DEGRADAÇÃO DA CAATINGA

A Caatinga distribui-se por cerca de 11% do território do Brasil, e é o único bioma exclusivamente brasileiro, sendo amplamente representado no semiárido Nordeste (ALVES, 2007). A Caatinga apresenta clima quente, fortemente sazonal, onde os níveis de precipitação são baixos e os de evapotranspiração são elevados, caracterizando uma vegetação sujeita à escassez hídrica sazonal (VELLOSO et al., 2002).

Na região semiárida, os solos vão de pedregosos e rasos à solos profundos e arenosos, onde a vegetação xerófitas aberta distribui-se de acordo com a disponibilidade de água e os diferentes tipos de solo. No entanto, apesar das condições rigorosas as quais está submetido, o bioma é caracterizado por uma grande diversidade fisionômica, sendo extremamente heterogêneo e com riqueza de espécies endêmicas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

A presença de organismos, tanto da flora quanto da fauna, altamente adaptados às condições extremas da caatinga implica na alta taxa de endemismo no bioma (LEAL et. al., 2003). Isso corrobora a necessidade de maior atenção à sua conservação. As espécies vegetais dispõem de diversas estratégias de sobrevivência e perpetuação diante dos longos períodos de estiagem, algumas plantas reservam água das chuvas, outras perdem suas folhas para diminuir a perda de água e outras apresentam ciclos de vida anuais, por exemplo (LEAL et. al., 2003; SÁ e ANGELOTTI, 2009; KIILL et. al., 2007).

Os aspectos naturais da região já caracterizam a alta sensibilidade do bioma a intempéries. A vegetação aberta no ambiente impossibilita uma maior cobertura do solo, deixando-o mais vulnerável à processos erosivos, e as características edafoclimáticas extremas, por vezes, dificultam o estabelecimento mais acelerado dos espécimes vegetais. Além de naturalmente consistir num bioma sensível as variações ambientais, ao longo de muitos anos tem sofrido com a profunda exploração de seus recursos naturais pela ação antrópica (SÁ e ANGELOTTI, 2009; SAMPAIO et. al., 2005).

A exploração antrópica sobre as riquezas naturais é um dos pontos mais abordados nos estudos sobre a Caatinga. Na região semiárida, as atividades agropastoris são predominantes e a ação do homem modificando o meio ambiente é intensa, especialmente sobre os solos (SILVA, 2003; SÁ e ANGELOTTI, 2009). Além das atividades agropecuárias, que ocupam vastas extensões de terra, a extração de madeira

e a produção de lenha e carvão para uso na geração de energia, são atividades desenvolvidas de forma intensa na região semiárida, o que tem gerado fortes alterações ecológicas (ANDRADE, 2007; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2016).

Sá e Angelotti, 2009 abordam essa degradação como parte da dinâmica de sobrevivência da população no semiárido nordestino, que apresenta os mais elevados índices de pobreza no país (SILVA, 2003; SAMPAIO et. al., 2005). Além das vastas ocupações de terra pela agricultura, como ocorre no município de Petrolina no Vale do Submédio São Francisco, com grandes extensões de agricultura irrigada, a região dispõe de grande quantidade de pequenos agricultores, que, por vezes, fazem uso excedente da terra, sem o manejo adequado à sustentabilidade dos recursos (SILVA et. al., 2015). Dessa forma, a escassez de recursos, a má distribuição de renda, a necessidade do sustento das famílias e a falta de conhecimentos aprofundados e de tecnologias que abrandem o uso da terra impelem os pequenos agricultores a usarem ao máximo os recursos (SÁ e ANGELOTTI, 2009).

Todo esse contexto de exploração sem precedentes tem gerado de forma lenta, porém contínua, um ambiente profundamente degradado, caracterizando-o como uma das regiões mais suscetíveis à desertificação (SÁ e ANGELOTTI, 2009; SAMPAIO et. al., 2005). Somado a esse contexto de degradação ainda se destacam as construções civis, que tem desenvolvimento crescente em muitas cidades na região, gerando prejuízos ambientais (ROTH, 2009). Os impactos podem ser observados, por exemplo, na construção e manutenção de estradas, que têm afetado a organização dos ambientes e a sobrevivência dos organismos (TROMBULAK E FRISSELL, 2000).

Tavares et. al., 2008, afirma que as obras de engenharia, como a construção de estradas, são das atividades mais impactantes no ambiente, não exatamente pela extensão da degradação, mas pela intensidade dela. Bandeira e Floriano, 2004, já esclareciam que, por mais que tenham se tornado indispensáveis à civilização humana, as estradas e rodovias trazem grandes males ao ambiente. Para a estruturação das vias são utilizadas camadas de solo de outras regiões, as áreas de empréstimo, geralmente circundantes ao empreendimento. Nessas áreas, a supressão vegetal e a remoção das camadas superficiais de solo, ricas em matéria orgânica e microrganismos, podem inviabilizar a regeneração natural do ambiente (TAVARES et. al., 2008).

Esses impactos geram alterações nos processos ecológicos ocorrentes, reduzindo a disponibilidade de recursos para o estabelecimento e manutenção dos organismos. A remoção da cobertura vegetal e do solo submete a área a processos naturais de erosão que podem levar à expansão da área degradada, e conseqüentemente, a perda de espécies e de processos ecológicos singulares do local (TAVARES et. al., 2008; CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2016). Além disso, as estradas estabelecem fronteiras ecológicas, podendo dividir populações, e apresentam risco a vida dos animais quando tentam atravessar essa barreira (FORMAN e ALEXANDER, 1998; LEAL et. al., 2003).

Como resultado da intensa degradação no bioma, tem-se além da formação de núcleos de desertificação, a destruição de processos ecológicos essenciais e a perda de espécies únicas (LEAL et al., 2003). Com isso, muitos ambientes já não apresentam indícios claros de auto-organização (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2016).

2.3. PRAD E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

A RAD deve ser desenvolvida de forma ajustada para o sucesso da operação. Os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD's) são essenciais para a aplicação das técnicas na regeneração assistida de áreas degradadas (SÁNCHEZ, 2013; ALMEIDA, 2016). Assim, objetivam através de um roteiro técnico organizado com etapas lógicas, direcionar os procedimentos a serem realizados e as tecnologias adequadas para a recuperação dessas áreas, partindo do conhecimento dos impactos ambientais degradantes e buscando resultados preestabelecidos (ALMEIDA, 2016).

No Decreto nº 97.632/89, sobre a regulamentação do Art. 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938/81, foi estabelecido a obrigatoriedade da submissão do PRAD por parte dos empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais ao órgão ambiental competente, junto a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório do Impacto Ambiental – RIMA. No entanto, na década de 1990, sua elaboração foi determinada para outras atividades degradadoras além da mineração, como forma condicionante e de ajustes de conduta ambiental (ALMEIDA, 2016).

A Instrução Normativa nº 4/2011, estabelece que o PRAD deve reunir informações, diagnósticos, levantamentos e estudos que possibilitem a análise da degradação e a definição das medidas apropriadas à recuperação. Ainda estabelece que a

dependem do porte do empreendimento devem ser anexados outros documentos que confirmam a responsabilidade e a efetividade dos Planos, como o Termo de Referência e o Termo de Compromisso. Uma observação relevante é que o planejamento e monitoramento de atividades de recuperação ambiental ainda precisam progredir bastante no Brasil, onde parte significativa dos PRAD elaborados não é implantada (ALMEIDA, 2016).

Almeida, 2016 ainda ressalta que um PRAD deve apresentar objetivos bem definidos, de acordo com as necessidades de cada área em questão, tendo em vista que, apesar de existirem roteiros prontos para sua elaboração em diferentes Estados, cada localidade de áreas degradadas apresenta contextos e necessidades específicas, devendo assim, ocorrer o ajuste dos Planos quando necessário. É essencial o planejamento de soluções eficientes, rápidas e econômicas, ajustando a visão a curto, médio ou longo prazo, de acordo com o contexto estudado.

Para contemplar todas essas necessidades na elaboração dos planos, tem-se como etapa inicial e das mais importantes, a construção do Diagnóstico Ambiental. O Diagnóstico Ambiental consiste no levantamento prévio de informações que permitam compreender a dimensão dos impactos na área degradada (COSTA, 2014; ALMEIDA, 2016). No diagnóstico é realizada a identificação e análise dos impactos iniciais e atuantes na área, estudos faunístico e florístico, a caracterização química e física do solo, bem como dos recursos hídricos que possam ter relação direta com a área degradada, e a análise das características climáticas (ALMEIDA, 2016).

O autor ainda destaca que conhecimento do antes e pós degradação é crucial para entender a profundidade do distúrbio, e quando a área se encontra intensamente degradada pode ser considerada a comparação com áreas circunvizinhas (entorno), que teoricamente apresentam uma caracterização semelhante ao seu estado inicial. Esses levantamentos e estudos dos quais dispõem o PRAD são concentrados nessa etapa, e por isso, devem apresentar informações coerentes, pois o levantamento preciso dos dados é imprescindível para a execução das etapas seguintes do plano de recuperação.

O levantamento das informações no Diagnóstico pode ser categorizado em dois: o levantamento dos dados primários e o levantamento dos dados secundários. Os dados primários fazem referência a caracterização atual da área e entorno, com a coleta de informações diretamente em campo, já os dados secundários correspondem

a caracterização dos estados originais e dinâmicas ambientais ocorridas ao longo do tempo, desde a atividade degradadora (ALMEIDA, 2016).

No levantamento dos dados primários são realizadas visitas a área com o intuito de registrar todas as características físicas e bióticas presentes, efetuando o estudo da área de influência direta e indireta (entorno) e do substrato atual, com as coletas de solo e de material botânico dos possíveis espécimes vegetais presentes. No levantamento dos dados secundários são reunidas todas as informações históricas da região, seja de estudos prontos ou do conhecimento pessoal regional, a respeito dos meios físico, biológico e socioeconômico (ALMEIDA, 2016).

Assim, para o meio biótico é realizado o levantamento de informações quanto a composição da vegetação original das áreas de influência direta e indireta, para o meio físico, informações sobre impactos e características do solo e clima da região, avaliando o déficit hídrico, a precipitação, a distribuição das chuvas e os níveis de temperatura anuais, e para o meio socioeconômico, informações referentes aos aspectos econômicos e sociais da atividade realizada sobre a área, investigando sua natureza (ALMEIDA, 2016).

Diante disso, considera-se que, apesar da intensa ação antrópica afetar a capacidade de regeneração natural do ambiente como considera Lopes (2013), o uso do manejo adequado, através da interferência humana cuidadosa, subsidiado pelo Diagnóstico Ambiental através dos levantamentos, pode acelerar o tempo de recuperação da área degradada com o aumento do potencial natural e de diversidade, segundo Tatsch (2011). Dessa forma, o Diagnóstico certamente confere consistência à implementação dos PRAD's (ALMEIDA, 2016).

2.4. OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi a elaboração do diagnóstico ambiental da área degradada no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, no município de Petrolina.

2.4.1. Objetivos específicos

- Realizar o levantamento florístico da área degradada e entorno;
- Elaborar a lista de espécies;
- Realizar a análise físico-química do solo da área;

- Realizar levantamento de dados do meio físico (clima e solo), vegetacionais e socioeconômicos;

3. METODOLOGIA

3.1. LOCAL DE ESTUDO

A área degradada foco do estudo, delimitada em amarelo na Figura 1, está localizada no Campus de Ciências Agrárias da UNIVASF, situado na zona rural de Petrolina.

Figura 1: Localização da área degradada foco do diagnóstico ambiental.



Fonte: *Google Earth* (2021).

3.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS SECUNDÁRIOS

O levantamento dos dados secundários foi realizado através da consulta de informações sobre o histórico da área e região em artigos publicados e livros, bem como das informações fornecidas por pessoas com conhecimento da história local. Registros oficiais foram solicitados à Prefeitura do Campus e também à CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – antiga proprietária do terreno do Campus (ALMEIDA, 2016).

Ainda foram realizadas pesquisas nas plataformas e publicações de órgãos especializados como: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(EMBRAPA), CODEVASF, além de estações meteorológicas na região, considerando a metodologia de Almeida, 2016.

Com o auxílio do programa *Google Earth* foram obtidas as imagens de satélite que abrangem o local de estudo, assim como suas coordenadas, e, através da comparação com imagens registradas em anos passados, foi possível estipular o tempo aproximado da degradação da área.

3.3. LEVANTAMENTO DOS DADOS PRIMÁRIOS

Foram realizadas visitas à área no período seco, entre os meses de setembro e outubro de 2019. As quatro primeiras visitas foram de reconhecimento e delimitação física da área nas regiões de contato aberto com outras áreas, como pode ser visto na

Figura 2: Delimitação da área degradada nas regiões de contato aberto com outras áreas com galhadas do local.

Foram feitos registros fotográficos e anotações de toda a caracterização visível do terreno em caderneta de campo. Pela ausência de estruturas reprodutivas da vegetação no período seco, aguardou-se a chegada da época reprodutiva com a proximidade do período chuvoso.

Figura 2: Delimitação da área degradada nas regiões de contato aberto com outras áreas com galhadas do local.



Fonte: Arquivo Pessoal.

No período chuvoso, no mês de novembro de 2019 e nos meses de janeiro e fevereiro de 2020, cinco visitas foram destinadas a marcação espacial dos espécimes e coleta de material botânico reprodutivo para a construção do inventário florístico da área diretamente afetada (ADA). Posteriormente, em duas visitas foram realizadas a marcação e a coleta das estruturas reprodutivas da vegetação do entorno. Após as

coletas para a elaboração do inventário, duas visitas consecutivas foram destinadas à coleta de solo da área, em período seco novamente.

Todos os materiais e equipamentos descritos na metodologia foram disponibilizados pelo NEMA.

3.3.1. Inventário Florístico

O inventário florístico da área degradada e do entorno foi feito através da coleta de material botânico pelo método de caminhamento, com o estabelecimento de linhas de percurso no entorno, utilizando fitas de isolamento para auxiliar na delimitação (FELFILI, 2011). A extensão da área adotada para o levantamento no entorno foi de 30m, considerando as margens da área degradada como ponto de partida. Em ambas as áreas, os indivíduos que ainda não apresentavam as estruturas reprodutivas foram fotografados, para possível identificação.

Em campo, informações como local de coleta, nome do coletor, data e características específicas dos exemplares que possam facilitar sua identificação foram anotadas em caderneta de campo, sendo a localização de cada exemplar marcada com uso de GPS (ROTTA, 2008; COTA, 2006). Na área degradada os indivíduos foram pontuados para o mapeamento da ocupação e espaçamentos, no entorno, o levantamento foi efetuado visando apenas o conhecimento de sua composição, embora cada coleta também foi pontuada.

As flores e/ou frutos foram coletados com o auxílio de uma tesoura de poda, preferindo-se o corte de ramos em tamanhos e quantidades aceitáveis para a identificação botânica e a montagem de exsiccatas e duplicatas. Na composição vegetal do entorno, quando encontrado mais de um indivíduo de uma mesma espécie, apenas 1 (um) exemplar foi coletado/registrado.

Após os cortes, o material foi depositado em sacos plásticos, e ao final da coleta, seguiu para prensagem obedecendo a metodologia proposta por Cota, 2006. Cada ramo foi envolvido por uma folha de jornal (com identificação do local de coleta, numeração do exemplar e nome do coletor), dispostas entre folhas de papelão e comprimidas em uma prensa de madeira com o auxílio de uma corda (Figura 3).

Figura 3: Passos do procedimento de coleta e prensagem de material botânico reprodutivo. A – Corte de flor com o auxílio de tesoura de poda; B – Posicionamento do material na folha de jornal; C – Organização dos materiais coletados para o fechamento da prensa.



Fonte: Arquivo pessoal.

Posteriormente a prensagem, todo o material foi acondicionado em estufa elétrica a uma temperatura de cerca de 60°C por aproximadamente 24 horas (COTA, 2006). Esse procedimento foi efetuado em todos os dias de coleta durante a pesquisa em campo. As exsicatas e duplicatas foram montadas através da herborização utilizando papel branco, agulha e linha adequadas.

A identificação dos indivíduos ocorreu por meio da comparação com exemplares depositados no herbário do NEMA, consultando especialistas e literaturas especializadas, e ainda o site Flora do Brasil foi consultado para endemismos e origem das espécies. A classificação das famílias foi realizada segundo a APG IV (2016), e o nome dos autores das espécies organizado segundo Brummitt e Powell (1992). Em seguida, foi confeccionada a lista florística das espécies coletadas.

3.3.2. Análise De Solo

Para a remoção de entulhos de construções civis e galhadas, que ocupavam uma parcela significativa da área, foi efetuada a limpeza do local, de forma a não interferir nos indivíduos dispostos nas proximidades (Figura 4). Atividade desenvolvida em concordância com Prefeitura do Campus para atuação no terreno e com o auxílio do maquinário e operante do NEMA.

Figura 4: Ocupação da área por entulhos e galhadas e limpeza do local.



Fonte: Arquivo pessoal.

O estudo do solo foi efetuado seguindo as etapas de amostragem do solo e análise física e química em laboratório (NETO, 2001). Aspectos como: cor, textura, vegetação natural e relevo foram utilizados para avaliar possíveis diferenciações de solo dentro da área (NETO, 2001).

As amostras simples de solo foram coletadas em pontos distintos de uma mesma área homogênea, adotando-se de 15 a 20 pontos por gleba (NETO, 2001). O solo foi umedecido para a coleta das amostras com o auxílio de baldes, as quais foram

depositadas em um balde limpo imediatamente após a remoção, como apresentado na Figura 5.

Figura 5: Procedimentos de coleta de solo. A – Tonel para armazenamento de água; B – Depósito de amostra simples em balde.



Fonte: Arquivo pessoal.

O procedimento foi realizado com a caminhada em ziguezague pelo terreno, coletando solo com o auxílio de um trado (Figura 6) até a profundidade de 20 cm quando possível, em pontos diferentes, porém próximos, até aos limites da porção homogênea (EMBRAPA, 2000).

Figura 6: Coleta de amostra simples em um ponto do terreno.



Fonte: Arquivo pessoal.

Seguindo-se a essa etapa, as amostras foram devidamente homogeneizadas, constituindo a amostra composta. Essa, por sua vez, foi peneirada para a remoção de pedras maiores e outros materiais indesejados, como galhos, sendo posteriormente, levada para secagem de forma natural à sombra, de um dia para o outro, sobre folhas

limpas de jornal (Figura 7). Após a secagem, retirou-se cerca de 300g de solo para a análise, armazenando o restante no laboratório (CARDOSO, 2009; PREZOTTI, 2013). Essa metodologia foi adotada para todas as porções consideradas homogêneas.

Figura 7: Preparação e secagem da amostra composta.



Fonte: Arquivo pessoal.

A quantidade retirada para análise foi enviada em sacos limpos, com identificação do número da amostra, nome do coletor, data de coleta e um nome de identificação para a área (CARDOSO, 2009). A análise do solo foi realizada no Laboratório de Análise de Solo no Campus de Ciências Agrárias da UNIVASF.

Os resultados obtidos foram comparados aos valores de uma área de referência positiva, analisada e descrita por Castro, 2020, que adotou o delineamento de parcelas (dimensões de 8m x 4cm) em cinco blocos diferentes, porém com características similares. O mesmo procedimento de amostragem de solo foi realizado com relação à profundidade da coleta (0-20cm) e a preparação das amostras simples e compostas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DADOS SECUNDÁRIOS

Em contato com a Prefeitura do Campus foi notificada a ausência de informações referentes à caracterização da área antes da construção do Campus. Contactando a CODEVASF, concedente do terreno, o mesmo status foi notificado, não foram apresentados dados de levantamentos ou de regulamentação ambiental na

implantação do Campus. As informações compiladas são provenientes de sites de órgãos especializados e estudos já desenvolvidos na região.

As primeiras imagens da área já degradada disponíveis no *Google Earth* datam do ano de 2005, contabilizando então, 16 anos desde a atividade degradadora no local (Figura 8).

Figura 8: Imagens da área nos anos de 2005 e 2021. A – Área no ano de 2005; B – Área no ano de 2021.



Fonte: *Google Earth*, 2021.

4.1.1. Localização da área em estudo e região

Nas ecorregiões propostas por Velloso et. al., 2002, o município de Petrolina está inserido na Depressão Sertaneja Meridional, que faz limite ao oeste com o início do Planalto Central, ao norte e ao noroeste com barreiras de altitude, a Serra dos Cariris e o Complexo de Ibiapaba – Araripe, ao leste e ao sul com o cerrado de Minas Gerais e a Zona da Mata da Bahia, Alagoas e Sergipe, e ao nordeste com o início do

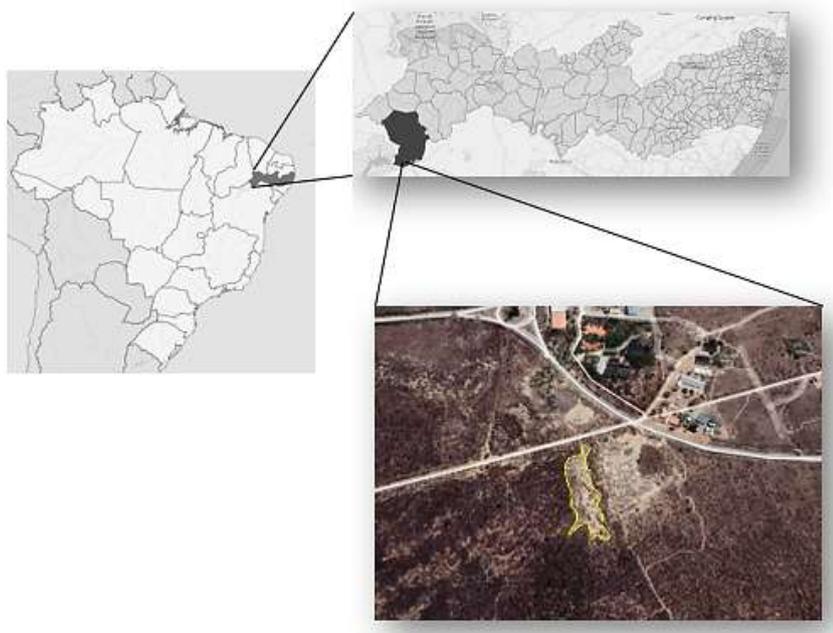
Planalto da Borborema, também uma barreira de altitude. De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), o município está situado na Mesorregião São Francisco e na Microrregião de Petrolina, no Estado de Pernambuco.

De forma mais específica, Petrolina se encontra no sertão pernambucano no Nordeste e faz parte do Vale Submédio do São Francisco juntamente com os demais Estados a oeste de Pernambuco e o Estado da Bahia, conforme assegura o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF. Segundo o IBGE, na Malha Municipal 2015, a sede do município apresenta altitude de 386 m e as coordenadas de $-40,50000^{\circ}$ (longitude) e $-9,39738^{\circ}$ (latitude), situado à margem esquerda do Rio São Francisco (CPRM, 2005).

O Campus de Ciências Agrárias está inserido no Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, o maior dos projetos de irrigação do município (CODEVASF, 2010; SÁ, 2015), e de acordo com as informações do site oficial da Universidade, apresenta cerca de 350.000 m² de extensão, com acesso pela Rodovia BR 407.

A área degradada foco do Diagnóstico Ambiental compõe, assim, uma porção de terra circundada por vastas extensões de agricultura irrigada, e apresenta cerca de 0,5 ha de extensão com as seguintes coordenadas: $9^{\circ} 19' 43''S$ e $40^{\circ} 32' 55''W$, e 380m de altitude, encontrando-se próxima a duas das estradas do campus onde há considerável fluxo civil. A Figura 9 abaixo apresenta a localização da área, junto à localização no Estado e no país.

Figura 9: Localização da área degradada foco do diagnóstico ambiental, delimitada em amarelo na imagem do campus, seguida pela localização no Estado e no país.



Fonte: Adaptado do IBGE e *Google Earth* (2019).

4.1.2. Caracterização climática

O clima da região é do tipo BSw^h, segundo a classificação de Koeppen, caracterizando uma região com clima semiárido quente e seco. A escassez de chuva e a irregularidade de sua distribuição é um ponto marcante, somado aos elevados índices de radiação solar e as altas temperaturas constantes, que elevam as taxas de evapotranspiração (IBGE, 2017). Sete a oito meses do ano são secos, com o período chuvoso compreendido entre os meses de novembro à março (SÁ et. al., 2009).

Em um levantamento dos dados de precipitação da estação meteorológica de Bebedouro, na Embrapa Semiárido em Petrolina, Lopes et. al., 2015, apresenta a caracterização climática de precipitação do município entre os anos de 1975 a 2014. Ele adota quantis específicos e reúne as informações da estação no formato da Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Classificação, Probabilidade e Intervalo Médio de Precipitação (mm) das ordens quantílicas do período de 1975 a 2014 no município de Petrolina-PE.

Classificação	Probabilidade	Intervalo Médio de Precipitação (mm)	
		Mínimo	Máximo
Muito Seco	$P < Q_{0,15}$	107,2	334,2
Seco	$Q_{0,15} \leq P < Q_{0,35}$	334,2	400,4
Normal	$Q_{0,35} \leq P < Q_{0,65}$	400,4	539,2
Chuvoso	$Q_{0,65} \leq P < Q_{0,85}$	539,2	678,8
Muito Chuvoso	$P > Q_{0,85}$	678,8	1023,5

Fonte: Adaptado de Lopes, 2015.

Como observado, ele determina os quantis nas categorias de Muito seco (0 - 0,15%), Seco (0,15 - 0,35%), Normal (0,35 - 0,65%), Chuvoso (0,65 - 0,85%) e Muito Chuvoso (acima de 0,85%). A precipitação anual variou entre 107,2 a 1023,5 mm, apresentando uma média anual de 496,8 mm. Conclui-se, assim, que a região dispõe de baixa disponibilidade de água proveniente da chuva.

4.1.3. Solos

Os solos da região petrolinense são de textura arenosa, típico das localidades à margem esquerda do Rio São Francisco, que apresentam grande capacidade para

o desenvolvimento da agricultura irrigada. Os solos irrigáveis são os Argissolos, Latossolos, Vertissolos e alguns Cambissolos, e graças às modernas tecnologias de irrigação localizada, Neossolos Quartzarênicos também são utilizados para cultivos (CUNHA et. al., 2010).

Em geral, apresentam-se rasos pelo baixo grau de intemperismo, de baixa a alta fertilidade natural e naturalmente salinos. A geomorfologia do município é caracterizada por relevo plano a suave ondulado com vales abertos e presença de inselbergs (CUNHA et. al., 2010).

4.1.4. Caracterização socioeconômica

O município apresenta cerca de 337.683 habitantes, 74.747 desses residindo na zona rural (IBGE, 2017). Grande parte da população assegura sua sustentabilidade da agricultura irrigada, de sequeiro e do extrativismo vegetal (SILVA, 2019). E com relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, ocupa o 6º lugar no ranking estadual (CPRM, 2005).

Graças à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, a agricultura irrigada é a atividade econômica predominante e de sucesso na região. Com a atividade, vastas áreas sofreram modificações para a implantação dos cultivos, favorecidos pelas condições climáticas somadas ao uso de tecnologias de irrigação avançadas, que atrai o mercado elevando o nível da economia com o grande fluxo de exportações (CUNHA et. al., 2010; JATOBÁ, 2017; SILVA, 2005).

O município faz parte da Rede Integrada de Desenvolvimento Econômico – RIDE – do pólo Petrolina/Juazeiro, que foi criada para sediar o maior pólo de fruticultura irrigada do Brasil. As exportações se dão em maior parte para grandes países, como os Estados Unidos (LANDIM e ALENCAR, 2012). No entanto, além das atividades de produção agrícola, os setores de comércio e serviços têm parte significativa no desenvolvimento de Petrolina (CUNHA et. al., 2010).

O estabelecimento de grandes empreendimentos torna ainda mais notório o crescimento da região, como é o caso da construção do Campus, 1 dos 2 Campus da UNIVASF no município. Dessa forma, além do uso dos recursos naturais na região para a implantação dos vastos cultivos, gerando modificações profundas no ambiente, ainda há a utilização dos recursos na construção dos projetos civis, por vezes não monitorada (JATOBÁ, 2017). A área em estudo, pelas informações concedidas por

funcionários, foi uma área de empréstimo de solo para a construção de estradas do Campus, fazendo parte das obras de implantação do empreendimento.

4.1.5. Vegetação

A vegetação predominante do município, em especial do Campus, é típica de Caatinga hiperxerófila, com abundância de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno porte (SOUZA et. al., 2013). Pode se apresentar de pouco densa a densa, ainda com tipos lenhosos e espinhosos, e decidual (CUNHA et. al., 2010).

Na caatinga da região a espécie com maior predominância é a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), seguida pelo caroá (*Neoglaziovia variegata*), pinhão brabo (*Jatropha pohiliana*), quebra-faca (*Croton sp*), mororó (*Bauhinia cheilantha*), entre outras. Entre as cactáceas, encontra-se as espécies coroa-de-frade (*Melocactus zhetineri*), quipá (*Opuntia inamoena*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), entre outras (CUNHA et. al., 2010). Na paisagem do Campus e seus arredores é visto um contraste marcante, uma vegetação de caatinga aberta rodeada por extensos campos verdes.

4.2. INVENTÁRIO FLORÍSTICO

A área diretamente afetada (ADA) não dispunha de quantidade significativa de indivíduos, e todos aqueles registrados se encontravam completamente secos nas visitas de reconhecimento, como observado na figura 10. No entorno da área, a vegetação encontrava-se densa e pouco verde.

Figura 10: Exemplos de indivíduos secos na ADA.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Na ADA, os indivíduos encontravam-se consideravelmente distanciados, com exceção de sete pontos que marcaram a presença de mais de uma espécie, nos quais a frequência de *Mimosa tenuiflora* foi constante. A região central da área era ocupada predominantemente pelas espécies *M. tenuiflora* e *Cenostigma microphyllum*, nas quais observou-se maior ressecamento e ausência de estruturas reprodutivas.

A maior parte do material reprodutivo coletado na área de impacto direto foi proveniente dos espécimes localizados mais próximos às margens da área. No entanto, mesmo em período chuvoso, poucos indivíduos apresentaram florescência e/ou frutificação.

Apesar de nem todos os indivíduos contabilizados apresentarem flores e/ou frutos, as características morfológicas visualizadas em campo corroboraram a identificação dos demais organismos da mesma espécie coletada. Além disso, os registros fotográficos auxiliaram no reconhecimento por parte dos especialistas.

No período de coleta, foram contabilizados 58 indivíduos na ADA, identificando-se 7 espécies, pertencentes a 6 gêneros e 3 famílias botânicas (Tabela 1). Dentre esses, a família que apresentou maior riqueza foi a Euphorbiaceae, com 3 gêneros representados, seguida por Fabaceae, 2, e Cactaceae, 1. No entanto, Fabaceae apresentou a maior quantidade de indivíduos, com 42 indivíduos da espécie *M. tenuiflora* e 5 da *C. microphyllum*. De Euphorbiaceae, foram registrados 6 indivíduos do gênero *Jatropha*, 3 do gênero *Manihot* e 1 da espécie *Cnidoscolus quercifolius*. Cactaceae foi representada por 1 indivíduo da espécie *Tacinga inamoena*.

No entorno da área, foram registradas 11 espécies, de 10 gêneros e 7 famílias botânicas. A família com maior riqueza também foi Euphorbiaceae, com representantes dos mesmos gêneros da ADA, *Jatropha* e *Manihot*, e da espécie *C. quercifolius*. Seguindo, Fabaceae foi representada por indivíduos das duas espécies, *M. tenuiflora* e *C. microphyllum*. As outras famílias registradas foram: Anacardiaceae, com indivíduos da espécie *Spondias tuberosa*; Annonaceae, com representantes do gênero *Annona*; Bromeliaceae, representada pela espécie *Neoglaziovia variegata*; Cactaceae Juss., com a espécie *Tacinga inamoena*; e Malvaceae, com representantes da espécie *Pseudobombax simplicifolium* (Tabela 1).

Tabela 1: Lista da composição florística da Área Diretamente Afetada (ADA) e entorno (AE).

ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)			
Famílias/Gêneros/Espécies	Forma de Vida	Origem	Endemismo
Fabaceae Lindl.			
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Arbusto/Árvore	Nativa	Não endêmica
<i>Cenostigma microphyllum</i> (Mart. ex G.Don) Gagnon & G.P.Lewis	Arbusto/Árvore	Nativa	Endêmica
Euphorbiaceae Juss.			
<i>Jatropha</i> L.	Subarbusto/Arbusto	Nativa	Não endêmica
<i>Manihot</i> Mill.	Subarbusto/Arbusto/Árvore	Nativa	Não endêmica
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Arbusto	Nativa	Endêmica
Cactaceae Juss.			
<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy	Subarbusto	Nativa	Endêmica
ENTORNO DA ÁREA (AE)			
Anacardiaceae R.Br.			
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Árvore	Nativa	Endêmica

Annonaceae Juss.

<i>Annona</i> L.	Árvore	Nativa	Não endêmica
------------------	--------	--------	--------------

Bromeliaceae A.Juss.

<i>Neoglaziovia variegata</i> (Arruda) Mez	Erva	Nativa	Endêmica
--	------	--------	----------

Cactaceae Juss.

<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy	Subarbusto	Nativa	Endêmica
--	------------	--------	----------

Euphorbiaceae Juss.

<i>Manihot</i> Mill.	Subarbusto/Arbusto/Árvore	Nativa	Não endêmica
----------------------	---------------------------	--------	--------------

<i>Jatropha</i> L.	Subarbusto/Arbusto	Nativa	Não endêmica
--------------------	--------------------	--------	--------------

<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Arbusto	Nativa	Endêmica
--------------------------------------	---------	--------	----------

Fabaceae Lindl.

<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Arbusto/Árvore	Nativa	Não endêmica
---	----------------	--------	--------------

<i>Cenostigma microphyllum</i> (Mart. ex G.Don) Gagnon & G.P.Lewis	Arbusto/Árvore	Nativa	Endêmica
--	----------------	--------	----------

Malvaceae Juss.

<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A.Robyns	Arbusto/Árvore	Nativa	Não endêmica
---	----------------	--------	--------------

A remoção completa da vegetação original da ADA caracteriza o estado de sucessão secundária da área de estudo, e a abundância de espécies pioneiras evidencia o estágio ainda inicial de regeneração. De modo geral, a riqueza de espécies na ADA foi baixa, com espécies que apresentam a capacidade de se desenvolver apesar dos déficits resultantes da degradação (ALMEIDA, 2016).

Dentre as espécies encontradas, a maior riqueza de espécies de Euphorbiaceae é facilmente compreensível. É uma família com grande concentração de espécies, inclusive muitas endêmicas, nas regiões de caatinga do Nordeste brasileiro, além de apresentar uma ampla distribuição, sendo encontrada também nos diferentes tipos de vegetação do país (SÁTIRO, 2007). Ainda, as espécies dos três gêneros (*Jatropha*, *Manihot*, e a espécie *Cnidoscolus quercifolius*, endêmica) são altamente capazes de se desenvolver em ambientes degradados (Flora do Brasil, 2021).

As espécies do gênero *Jatropha* foram encontradas nas formas de vida de Subarbusto e Arbusto, as do gênero *Manihot*, nas formas Subarbusto, Arbusto e Árvore (pequeno porte), e o exemplar de *C. quercifolius* na forma de Arbusto.

A espécie *C. quercifolius*, uma pioneira, contribui para a preparação de um solo propício ao desenvolvimento e propagação das espécies remanescentes e na regeneração da área degradada (MEDEIROS e OLIVEIRA, 2019). Apesar de Euphorbiaceae apresentar maior riqueza de espécies, a maioria não é endêmica, com apenas 1 exemplar de *C. quercifolius* (endêmica) registrado.

A família Fabaceae também é uma família amplamente representativa na Caatinga, e, somado ao fato de as espécies encontradas serem pioneiras, justifica-se sua segunda posição de maior riqueza de espécies na área, depois de Euphorbiaceae. A espécie *M. tenuiflora* (não endêmica) é uma leguminosa com elevada capacidade de se estabelecer em áreas inóspitas, nativa do semiárido nordestino e típica de povoaamentos puros de solos rasos (BAKKE et. al., 2006), o que comprova a alta abundância da espécie na ADA (42) em detrimento das outras espécies.

C. microphyllum também pertence à família Fabaceae. É uma leguminosa endêmica da Caatinga, com uma distribuição relativamente pequena e típica pioneira, justificando a ocorrência da segunda maior quantidade de indivíduos (5) pela espécie na área (GOMES, 2019).

Tacinga inamoena é uma cactácea nativa e endêmica da Caatinga. Sua capacidade de armazenar água (suculentas) favorece seu estabelecimento na região árida, apesar de ser registrado apenas 1 exemplar na ADA.

4.3. ANÁLISE DE SOLO

Na paisagem, uma distinta caracterização de solo foi notada, a maior parte do terreno encontrava-se visivelmente seco, enquanto uma menor porção se encontrava úmida, com um solo visivelmente mais denso. Diante disso, duas amostras compostas foram coletadas e analisadas, uma para a Área Maior (seca) e outra para a Área Menor (Úmida).

Na maioria dos pontos de amostragem não foi possível a coleta de solo à uma profundidade maior que 15cm, pois nessa profundidade já se encontrava a camada rochosa. As coletas mais profundas ocorreram em alguns pontos da Área Menor, sendo feitas à profundidade dos 20cm. A camada de solo de toda a área, portanto, se encontrava significativamente rasa. A Lista 2 abaixo apresenta os resultados da análise das amostras de ambas as áreas, assim como da Área de Referência Positiva.

Tabela 2: Lista de valores da análise dos elementos químicos e físicos do solo por área de amostragem.

Elementos/ Características	Locais de Amostragem (0-20 cm)		
	Área Maior (AMa)	Área Menor (AMe)	Área de Referência Positiva (ARP)
pH (acidez)	6,34	6,14	5,47
CE (dS/m)	0,084	0,05	0,07
Na (cmolc/dm ³)	1,83	0,91	0,35
K (cmolc/dm ³)	0,36	0,31	0,23
(H + Al) cmolc/dm ³	1,49	1,32	2,475
Al (cmolc/dm ³)	0,01	0,01	0,01
Ca (cmolc/dm ³)	3,46	2,95	1,97
Mg (cmolc/dm ³)	1,74	1,46	0,44
P (mg/dm ³)	5,61	2,31	0,84
Areia (%)	76,67	79,14	81,80
Argila (%)	13,6	12,6	11,50
Silte (%)	9,73	8,26	6,70
SB (cmolc/dm ³)	7,38	5,62	2,99
T (cmolc/dm ³)	8,87	6,94	5,47
V (%)	83,26	80,99	54,73
t (cmolc/dm ³)	7,39	5,63	3,00
m (%)	0,14	0,18	0,33
PST (%)	20,59	13,15	6,36

As porcentagens de areia foram menores nas duas áreas em relação a Área de Referência Positiva, sendo 76,67% na AMa, 79,14% na AMe e 81,80% na ARP. As porcentagens de argila e silte foram maiores que a da ARP, com 13,6% (AMa) e 12,6% (AMe) de argila, comparadas a 11,50% da ARP, e 9,73% (AMa) e 8,26% (AMe) de silte, comparadas a 6,70% da ARP.

Apesar da percepção de diferenças superficiais nas duas áreas, seca (maior) e úmida (menor), ambas apresentam a mesma classificação textural, franco arenoso, de acordo com o Triângulo Textural (JÚNIOR e PEREIRA, 2017). Ainda, apesar das pequenas variações das porcentagens de referência com relação as porcentagens dos três componentes, a classificação textural da ARP é a mesma.

O solo foi registrado como muito poroso e de alta permeabilidade, além de apresentar baixa retenção de água e uma superfície com material muito solto, isso em decorrência de sua textura arenosa (CUNHA, 2010). Esse é o tipo de solo mais usado para fornecimento de areia nas construções civis, como ainda ressalta o autor.

Os valores de pH da AMa e AMe (6,34 e 6,14, respectivamente) foram maiores que o valor de referência (5,47), caracterizando níveis de acidez menores que o da Área de Referência Positiva. A acidez potencial, $(H + Al)$ cmolc/dm^3 , também apresentou valores menores nas AMa e AMe com relação ao valor da ARP (2,475 cmolc/dm^3), 1,49 e 1,32 cmolc/dm^3 , respectivamente.

Os macronutrientes avaliados nas duas áreas, Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Fósforo (P), apresentaram valores maiores que os da ARP. A concentração de K foi de 0,36 e 0,31 cmolc/dm^3 , na AMa e AMe, respectivamente, enquanto que o valor de referência foi de 0,23 cmolc/dm^3 ; a de Ca foi de 3,46 e 2,95 cmolc/dm^3 , com 1,97 cmolc/dm^3 de referência; Mg foi de 1,74 e 1,46 cmolc/dm^3 , referência de 0,44 cmolc/dm^3 ; e P, com 5,61 e 2,31 mg/dm^3 , com referência de 0,84 mg/dm^3 .

A supressão vegetal implica na redução da acidez e no acúmulo dos macronutrientes, tendo em vista que, naturalmente, as plantas absorvem os nutrientes de carga positiva liberando H^+ na solução do solo ao final do metabolismo, o que aumenta o nível de acidez no solo (PREZOTTI, 2013). E nesse caso, sem a vegetação, houve o aumento da concentração dos nutrientes, e conseqüentemente, a redução do nível da acidez do solo, em ambas as áreas de amostragem, contrastando com a ARP. Prezotti, 2013 reforça ainda que, com um pH na faixa entre 6,0 e 6,5 há boa disponibilidade de nutrientes no solo, o que é verificado nas áreas em relação a ARP.

A soma das bases (SB) presentes nos solos foram de 7,38 cmolc/dm^3 (AMa) e 5,62 cmolc/dm^3 (AMe), concentrações maiores que na ARP, 2,99 cmolc/dm^3 . A Capacidade de Troca de Cátions Total (T) e a Capacidade de Troca de Cátions Efetiva (t) dos solos da área também apresentaram valores maiores que os da ARP (T = 5,47 cmolc/dm^3 ; t = 3,00 cmolc/dm^3), sendo T = 8,87 cmolc/dm^3 e t = 7,39 cmolc/dm^3 na AMa, e T = 6,94 cmolc/dm^3 e t = 5,63 cmolc/dm^3 na AMe.

As Porcentagens de Saturação por Base (V) das glebas foram maiores que a da área de referência, 83,26% na AMa e 80,99% na AMe, sendo 54,73% na ARP. As Porcentagens de Saturação por Alumínio (m) foram de 0,14% (AMa) e 0,18% (AMe), saturação mais baixa que a da área de referência, 0,33%. De modo inverso, as Porcentagens de Saturação por Sódio (PST) foram mais altas nas áreas (20,59% na

maior; 13,15% na menor) em comparação a porcentagem de referência (6,36%), ocorrendo o mesmo com as concentrações de Sódio (Na): 1,83 cmolc/dm³, AMa; 0,91 cmolc/dm³, AMe e 0,35 cmolc/dm³, ARP.

A Condutividade Elétrica (CE) foi menor nas duas áreas, com 0,084 dS/m na maior e 0,05 dS/m na menor, em relação ao valor de referência de 0,07 dS/m. Considerando esses valores de CE e os valores de PST, os solos são caracterizados como salinos (PREZOTTI, 2013). Solos salinos apresentam impasses para o estabelecimento da vegetação, pois a absorção de nutrientes e água é dificultada pela elevada pressão osmótica gerada pelos sais, podendo acarretar a não fixação das raízes e a morte das plantas, dentre outros (PREZOTTI, 2013).

A degradação intensa do solo, com a remoção das camadas superficiais e ainda o uso do terreno para despejo de entulhos (o que aumenta o nível de degradação gradativamente) diminuiu sua capacidade de regeneração natural, impossibilitando o estabelecimento de novas espécies, apesar de a vegetação do entorno da área constituir uma fonte satisfatória de propágulos (BRASIL, 2017).

Apesar de o solo apresentar características satisfatórias para o estabelecimento de novos indivíduos, como a maior concentração de nutrientes na solução usados para o desenvolvimento dos espécimes, e uma faixa de pH mais básico, ótima para o desenvolvimento da vegetação, a camada de solo extremamente rasa, sua salinidade e o uso da área como área de bota fora, inviabilizam a fixação e o crescimento da mesma, o que pode explicar também a baixa riqueza observada na ADA (PREZOTTI, 2013).

As imagens de satélite evidenciam que a área está abandonada há pelo menos 16 anos, período no qual não foi possível identificar sua recuperação. O abandono de uma área degradada, visando sua recuperação espontânea ao longo do tempo, é o ponto principal que caracteriza a técnica de recuperação de regeneração natural, que não apresenta necessidade de maiores intervenções e é mais viável economicamente (BRASIL, 2017), e a não recuperação da área comprova que não há disponibilidade suficiente de recursos para sua regeneração espontânea.

Esse cenário evidencia a necessidade de uma intervenção direta para a recuperação da ADA, e conseqüentemente, demanda a elaboração do PRAD. Diante dos resultados do presente diagnóstico, observa-se a necessidade do uso de técnicas de reposição de solo na área para fornecer os recursos necessários a fixação das espécies vegetais (MINELLA e BUNDCHEN, 2015).

Esse solo repostado deve proceder de uma área onde o componente se encontre mais conservado e fértil, considerando a remoção controlada das porções do solo, de maneira a não prejudicar a área de empréstimo (MINELLA e BUNDCHEN, 2015). Dessa forma, haverá disponibilidade de macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, bem como da matéria orgânica, elevando a capacidade de produção de biomassa vegetal (WADT et. al., 2003).

Além disso, com o intuito de gerar maior riqueza e facilitar a fixação de novas espécies vegetais, faz-se necessário o uso da técnica de plantio, seja com uso de sementes ou mudas sobre o solo repostado, acelerando o processo de recuperação da composição vegetal e das dinâmicas ecológicas no local (CASTRO, 2020).

Tal procedimento é relevante para o sucesso do desenvolvimento de uma área, pois as espécies plantadas propiciam maior deposição de matéria orgânica e enriquecem o solo, além de gerar abrigo e fonte de alimento para a meso e microfauna do solo, e conter os constantes e intensos processos erosivos com a cobertura vegetal (FERREIRA E SILVA, 2008; WADT et. al., 2003).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Diagnóstico Ambiental comprova a degradação intensa na área de estudo. A mesma foi usada como área de empréstimo de solo para a construção de estradas do Campus, e há pelo menos 16 anos, não retornou espontaneamente a um estado recuperado.

O inventário florístico evidenciou a ocupação da ADA por uma vegetação tipicamente pioneira, indicando um estágio ainda inicial de regeneração, com baixa riqueza de espécies e muitos indivíduos secos, sem apresentar estruturas reprodutivas mesmo no período chuvoso. No entorno da ADA a quantidade de espécies foi maior, e representa uma fonte satisfatória de propágulos. O levantamento proporcionou a elaboração da lista de espécies de ambas as áreas, onde todas são nativas.

Os resultados da análise físico-química do solo da ADA em comparação com a área de referência positiva permitiram observar que há deficiências de estruturação para o estabelecimento de novos indivíduos, com uma camada de solo muito rasa e arenosa. Além de desbalanços químicos que diminuem as chances de fixação das espécies vegetais, como os altos índices de salinidade. Todas essas características, associadas ao uso da área como área de bota fora, explicam a baixa riqueza de espécies na ADA.

Os dados históricos comprovaram a sensibilidade da região onde a área está inserida. O clima, o solo e a composição da vegetação são típicos do semiárido nordestino, onde a Caatinga se mostra persistente em meio as vastas extensões de agricultura irrigada, uma das principais atividades econômicas do município.

Esse presente trabalho apresenta-se, assim, de grande relevância na disseminação do conhecimento sobre o bioma Caatinga, ressaltando sua riqueza singular e a necessidade de práticas mais efetivas para sua conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D. S. Diagnósticos ambientais. In: **RECUPERAÇÃO ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus, BA: Editus, 2016. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/8xvf4/pdf/almeida-9788574554402-07.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- ALMEIDA, D. S. Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). In: **RECUPERAÇÃO ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus, BA: Editus, 2016. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/8xvf4/pdf/almeida-9788574554402-10.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- ALVES, J. J. A. Geocologia da Caatinga no Semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, 2007.
- ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M. L.; FELIX, L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, 2007.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2016.
- ARAÚJO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, 2005.
- ARAÚJO, S. M. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**, 2011.
- BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.
- BALENSIEFER, M. Estado Da Arte Em Recuperação E Manejo De Áreas Frágeis E/Ou Degradadas. In: **AMBIENTAL, EMBRAPA Monitoramento**. Recuperação e manejo de áreas degradadas no contexto da Embrapa e do SNPA. 1998.
- BANDEIRA, C.; FLORIANO, E. P. Avaliação de impacto ambiental de rodovias. **Caderno Didático**, n. 8, p. 1, 2004.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 11, De 11 De Dezembro De 2014. Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=134757>> Acesso em: 10/08/2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Potencial de Regeneração Natural da vegetação no Brasil. Ministério do Meio Ambiente – MMA, **World Resources Institute – WRI Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2017.

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. Authors of plant names. Kew: **Royal Botanic Gardens**, 1992.

CAMPOS, João Batista; TOSSULINO, Márcia de Guadalupe Pires; MÜLLER, Carolina Regina Cury. Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade. **Instituto ambiental do Paraná**, 2006.

CARDOSO, E. L.; FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. Análise de solos: finalidade e procedimentos de amostragem. **Comunicado Técnico, Corumbá: Embrapa Pantanal**, 2009.

CASTRO, R. A. Viabilização de técnicas alternativas para a restauração de áreas degradadas na Caatinga. **Qualificação (Doutorado em Ecologia e Conservação)**. Universidade federal de Sergipe, São Cristóvão- SE. p. 72. 2020.

CENTRO de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília, DF, 2016.

COMPANHIA de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2010.

COSTA, A. P. L.; MARTINS, R. A. Diagnóstico ambiental do meio físico: ausência de análises geoquímicas nos relatórios de controle ambiental para obtenção de licença prévia para perfuração de poços de petróleo onshore do Rio Grande do Norte. **Geochimica Brasiliensis**, 2014.

COTA, A. P. Técnicas de coletas, herborização e inventário de arbóreas. **Manejo Florestal – DEF/UFV**, Viçosa, MG, 2006.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Petrolina, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 2005.

CUNHA, T. J. F. et al. Solos da margem esquerda do Rio São Francisco: Município de Petrolina, Estado de Pernambuco / Tony Jarbas Ferreira Cunha [et al.]. – Petrolina: **Embrapa Semiárido**, 2010.

EMBRAPA. Coleta de Amostras de Solo. Elaborado pela Área de Comunicação e Negócios, jan/00. Pesquisador responsável: Antônio Neri Rodrigues Azevedo. (Eng. Agr. M.Sc.). (reimpressão: ago/2000) **Editoração: Itacy Duarte Silveira**. 2000.

FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. A. A. M. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.

FERREIRA, C. A.; DA SILVA, H. D. Formação de povoamentos vegetais. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2008.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual review of ecology and systematics**, v. 29, n. 1, p. 207-231, 1998.

GOMES, S. E. V. et al. Influence of current and future climate on the seed germination of *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) E. Gagnon & GP Lewis. **Folia Geobotanica**, v. 54, n. 1, p. 19-28, 2019.

GUERRA, A. et al. Ecological restoration in Brazilian biomes: identifying advances and gaps. **Forest ecology and Management**, v. 458, p. 117802, 2020.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 648 p., 1997.

IBGE. Monografias municipais: Nordeste- Petrolina, PE. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72979> > Acesso em: 13/08/2021.

JATOBÁ, L.; SILVA, A. F.; GALVÍNCIO, J. D. A dinâmica climática do semiárido em Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2017.

JÚNIOR, A. P.; PEREIRA, E. Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 26, 2017.

KIILL, L. H. P. et al. Preservação e uso da caatinga. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 2007.

LANDIM, M. F. M.; ALENCAR, M. T. URBANIZAÇÃO E AGRONEGÓCIO: PETROLINA, A CIDADE ESTÁ EM CENA. **Revista Equador (UFPI)**, v. 1, n. 1, p. 4-22, 2012.

LAURANCE, W. F. Habitat destruction: death by a thousand cuts. **Conservation biology for all**, v. 1, n. 9, p. 73-88, 2010.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LIMA, P. C. F. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., 2004, Petrolina, PE.[Anais...]. Petrolina: SBB; Embrapa Semi-Árido; UNEB, 2004. 1 CD-ROM., 2004.

LOPES, I.; GUIMARÃES, M. J. M.; MELO, J. M. M. Análise da precipitação da estação da embrapa semiárido, projeto bebedouro Pretolina/PE, através da técnica de Quantis. In: **Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro. Campina Grande**. 2015.

LOPES, Vicente Guilherme. **Dinâmica nutricional em um povoamento de Pinus taeda L., Rio Grande do Sul, Brasil.** 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2013.

MEDEIROS, J. A.; OLIVEIRA, V. P. V. Um estudo da viabilidade das sementes da faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) coletadas na planta para a produção de mudas. In: **I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade.** 2019.

MINELLA, G. M.; BUNDCHEN, M. Técnicas de nucleação aplicadas na recuperação de áreas degradadas. 2015.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente. **Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília, DF, 2002.

MOREIRA, P. R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, **Poços de Caldas, MG.** 2005.

NETO, A. E. F.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do Solo.** 2001. (Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu") Especialização a Distância - Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio – Universidade Federal de Lavras/Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Lavras, MG, 2001.

ORTIS, R. S. et al. Gestão Ambiental e a Recuperação de Áreas Degradadas. **Simpósio de excelência em Gestão e Tecnologia.** 2012.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. M. Guia de interpretações de análise de solo e foliar. 2013.

REIS, A. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

ROTH, C. G.; GARCIAS, C. M. **Construção Civil e a Degradação Ambiental.** Editora Unijuí, 2009.

ROTTA, E.; BELTRAMI, L. C. C.; ZONTA, M. **Manual de Prática de Coleta e Herborização de Material Botânico.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008.

RUBIRA, Felipe Gomes. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espaços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 134-150, 2016.

SÁ, A. V. **Percepção de pequenos agricultores quanto ao uso e à eficiência de tecnologias de irrigação no projeto Senador Nilo Coelho, em petrolina - PE.** Recife, 2015.

SÁ, I. B. et al. Caracterização ambiental do Vale do Submédio São Francisco. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia, Recife**, v. 22, n. 1, p. 90-112, 2005.

SÁNCHEZ, E. L. Avaliação de impacto ambiental. Conceito e métodos. -- 2. ed. -- São Paulo: **Oficina de Textos**, 2013. 2013.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 99-118, 2008.

SILVA, D. A. O. et al. Evolução Espaço-Temporal do Risco de Degradação da Cobertura Vegetal de Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 89-99, 2019.

SILVA, D. A. O. et al. Evolução Espaço-Temporal do Risco de Degradação da Cobertura Vegetal de Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 89-99, 2019.

SILVA, F. H. B. B. et al. Principais solos do semi-árido do Nordeste do Brasil: "Dia de Campo". In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CURSO [SOBRE] MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2., 2005, Juazeiro. Palestras... Juazeiro: MAPA; SFA-BA; Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos. 2005.

SILVA, J. M. C. et al. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. **Ministério do Meio Ambiente, Brasília**, 2003.

SOUZA, K. et al. Fauna de lagartos de habitats de Caatinga do Campus Ciências Agrárias da Universidade Federal Do Vale Do São Francisco, Petrolina-Pe, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 15, n. 1, 2, 3, 2013.

TATSCH, Giovana Lucas. **Recuperação de uma área degradada através do método de nucleação – Santa Margarida do Sul, RS**. 2011. Relatório de estágio (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, RS, BR, 2011.

TAVARES, S. R. L. et al. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. **Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E)**, 2008.

TEIXEIRA, M. N. O sertão semiárido: Uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, 2016.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, 2000.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V.; PAREYN, F. G. **Ecorregiões**: Propostas para o Bioma Caatinga. Recife, 2002.

WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S.; GONÇALVES, R. C.; DE SOUZA, C. B. C.; ALVES, L. S. Práticas de Conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Rio Branco, AC: **Embrapa Acre**, 2003.

ZIBETTI, V. K. Fundamentos de ecologia e tecnologia de tratamento de resíduos / Volnei Knopp Zibetti, Endrigo Pino Pereira Lima. – Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; **Rede e-Tec Brasil**, 2013.