



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
*CAMPUS DE POMBAL - PB*

Edycarla Ferreira de Albuquerque

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO  
DE UMA USINA SOLAR NO SERTÃO PERNAMBUCANO**

Pombal-PB

2022

Edycarla Ferreira de Albuquerque

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO  
DE UMA USINA SOLAR NO SERTÃO PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira.

Pombal-PB

2022

A345a Albuquerque, Edycarla Ferreira de.

Avaliação de impactos ambientais decorrente da implantação de uma usina solar no sertão pernambucano / Edycarla Ferreira de Albuquerque. –Pombal, 2022.

77 f. il. color

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental)  
– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia  
Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira.”. Referências.

1. Impactos ambientais. 2. Recuperação de áreas degradadas. 2. Tecnologia  
fotovoltaica. 3. Energias renováveis. I. Nogueira, Virgínia de Fátima Bezerra. II. Título.

CDU 504.61 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa (CRB 15/716)

Edycarla Ferreira de Albuquerque

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO  
DE UMA USINA SOLAR NO SERTÃO PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências e  
Tecnologia Agroalimentar, da  
Universidade Federal de Campina  
Grande, como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Ambiental.

**BANCA EXAMINADORA**

*Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira*

---

D. Sc. Prof.<sup>a</sup> Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira  
Orientadora-CCTA/UFCG/Campus de Pombal-PB

*Walker Gomes de Albuquerque*

---

D. Sc. Prof. Walker Gomes de Albuquerque  
Examinador Interno – CCTA/UFCG/Campus de Pombal-PB

*Airton Gonçalves de Oliveira*

---

M. Sc. Airton Gonçalves de Oliveira  
Examinador Externo – UFCG/UAEA/CTRN/Campus Campina Grande-PB

Pombal-PB, 22 março de 2022

## DEDICATÓRIA

*Dedico esta monografia aos meus pais, Carlos Antônio e Josefa Edilza, por sempre estarem ao meu lado e me apoiarem na minha jornada da vida.*

## AGRADECIMENTOS

- Á Deus, por sempre estar abençoando meus passos e colocando pessoas maravilhosas e abençoadas ao meu lado, na jornada da vida.

- Aos meus pais, Carlos Antônio e Joseja Edilza, que foram, para mim, referência de perseverança e honestidade. Por me terem incentivado a “mergulhar” nos estudos e buscar grandes conquistas. A meus irmãos José André e Elias, por sempre me apoiar na minha carreira acadêmica.

- Á minha filha Yohanna Albuquerque, por todo apoio e paciência mesmo com sua pouca idade, sempre me motivou, e sempre será por você, que irei em busca de conhecimento.

- Á professora Virginia de Fátima Beserra Nogueira, por cada ensinamento durante a minha graduação, pela confiança no meu trabalho, pela credibilidade e a orientação que foi de extrema contribuição para o aperfeiçoamento desse trabalho.

- Á banca examinadora com participação especial do Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque e ao mestre Airton Gonçalves de Oliveira, pela contribuição dada para o aperfeiçoamento do meu trabalho.

- Ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Pombal-PB.

- Á todos(as) os(as) professores(as) da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental do CCTA/UFCG, que contribuíram para a minha formação acadêmica e como cidadã.

- Por fim, a todas as pessoas que conheci durante a minha graduação e que me ajudaram de algum modo, saibam que minha gratidão será eterna por todos vocês.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Período Chuvoso: normais climatológicas de nebulosidade (em décimos) .....	20
Figura 2 – Período seco: normais climatológicas de nebulosidade (em décimos). .....	21
Figura 3 – Localização de geração centralizada de energia solar fotovoltaica no Brasil .....	22
Na Figura 4, apresenta o georreferenciamento da localização do município de São José de Belmonte-PE.....	30
Figura 5- Georreferenciamento da localização do município de São José de Belmonte-PE ...	31
Figura 6- Mapa de localização da área do empreendimento .....	39
Figura 7- Caminhões fazendo a umectação das vias de acesso da obra no sítio Inveja .....	41
Figura 8- Programa de educação Ambiental .....	45
Figura 9- Erosão laminar nas áreas de empréstimo .....	47
Figura 10-Trafégo automotivo de grande porte durante .....	47
Figura 11- Programa de controle de erosão e assoreamento .....	48
Figura 12– Localização dos corpos hídricos ao entorno da área de empréstimo .....	49
Figura 13– Vista superior da área do empreendimento.....	50
Figura 14 – Áreas de influência do empreendimento .....	57
Figura 15- Análise quantitativa dos meios alterados com os impactos ambientais .....	62
Figura 16- Gráfico de significância dos impactos ambientais.....	63
Figura 17- Distribuição das espécies vegetais para a recuperação da área .....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Espécies vegetais no entorno das áreas de empréstimo .....	42
Tabela 2-Espécies vegetais diagnosticadas na área do empreendimento.....	43
Tabela 3- Espécies faunísticas diagnosticadas na área do empreendimento .....	43



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Classificação de impactos ambientais .....	24
Quadro 2 - Apresentação de possíveis técnicas de RAD, objetivos e classificação .....	29
Quadro 3 - Fluxograma da metodologia do estudo.....	31
Quadro 4 - Descrição dos meios e seus fatores ambientais.....	33
Quadro 5- Classificação dos impactos ambientais .....	34
Quadro 6 – Critérios utilizados na seleção dos impactos significativos .....	36
Quadro 7 - Subcritérios utilizados para a determinação do nível de importância e da magnitude .....	36
Quadro 8 - Critérios de definição da intensidade da degradação da área .....	38
Quadro 9- Espécies faunísticas na área de empréstimo (continua) .....	51
Quadro 10- Espécies faunísticas na área de empréstimo (conclusão) .....	52
Quadro 11-Espécies vegetais no entorno das áreas da usina fotovoltaica (continua) .....	53
Quadro 12- Espécies vegetais no entorno das áreas de empréstimo (conclusão).....	54
Quadro 13- Principais aspectos e impactos ambientais relacionados às usinas fotovoltaicas. ....	58
Quadro 14- Matriz de interação dos impactos ambientais .....	60
Quadro 15- Espécies vegetais indicadas para reflorestamento.....	65
Quadro 16 - Prognóstico da recuperação das áreas de empréstimo .....	67

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	16
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	16
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
<b>3.1 Aspectos históricos da matriz energética brasileira</b> .....	17
<i>3.1.1 Principais Fontes De Energia Renováveis</i> .....	17
<b>3.2 Radiação Solar</b> .....	19
<i>3.2.1 Clima no Região Nordeste do Brasil</i> .....	19
<i>3.2.2 Energia Solar</i> .....	21
<i>3.2.3 Impacto Ambiental</i> .....	23
<b>3.3 Degradação Ambiental</b> .....	24
<b>3.4 Recuperação de Áreas Degradadas</b> .....	25
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
<b>4.1 Avaliação de Impactos Ambientais</b> .....	26
<i>4.1.1 Método da Listagem de Controle</i> .....	27
<i>4.1.2 Método das Matrizes de Interação</i> .....	27
<i>4.1.3 Estratégias de Recuperação</i> .....	28
<i>4.1.4 Monitoramento Ambiental</i> .....	29
<b>4.2 METODOLOGIA</b> .....	30
<i>4.2.1 Localização e caracterização da área</i> .....	30
<i>4.2.2 Caracterização do empreendimento e das atividades desenvolvidas</i> .....	32
<b>4.3 Definição da área de influência</b> .....	32
<b>4.4 Diagnóstico ambiental da área do empreendimento</b> .....	32
<b>4.5 Identificação dos impactos ambientais adversos significativos</b> .....	33

4.5.1 Seleção dos impactos ambientais significativos .....	35
<b>4.6 Estratégia de recuperação .....</b>	<b>37</b>
<b>4.7 Identificação do tipo e intensidade da degradação .....</b>	<b>37</b>
<b>4.8 Definição do uso futuro para a área .....</b>	<b>38</b>
<b>4.9 Plano de monitoramento ambiental .....</b>	<b>38</b>
4.9.1 Prognóstico ambiental .....	38
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Caracterização do empreendimento .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Levantamento do cenário de pré-degradação .....</b>	<b>40</b>
5.2.1 Meio Físico .....	40
5.2.2 Meio Biótico .....	41
5.2.3 Meio Antrópico .....	44
5.2.4 Social .....	44
5.2.5 Econômico .....	45
<b>5.3 Diagnóstico ambiental simplificado .....</b>	<b>46</b>
5.3.1 Meio físico .....	46
5.3.2 Meio biótico .....	50
5.3.3 Meio antrópico .....	56
<b>5.4 Identificação dos impactos ambientais significativos .....</b>	<b>56</b>
5.4.1 Identificação das áreas de influência .....	56
<b>5.5 Estratégia de Recuperação .....</b>	<b>63</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIA - Avaliação de Impactos Ambientais

APP - Área de Proteção Permanente

ACV - Avaliação do ciclo de vida

CCTA - Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPA - Cartilha para Agricultores

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENOS - El Niño-Oscilação Sul

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

FV - Fotovoltaico

GC - Geração Centralizada

GD - Geração Distribuída

GEE - Gases de Efeito Estufa

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NEB - Nordeste Brasileiro

NBR - Norma Técnica Brasileira

PNM - Pressão ao Nível do Mar

PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada

RAD - Recuperação de Área Degradada

RADB - Recuperação de Áreas Degradadas e Biorremediação

SiGS - Silício Grau Solar

TSM - Temperatura da Superfície do Mar

UACTA – Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental

UFMG - Universidade Federal de Campina Grande

VCAN - Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

# ALBUQUERQUE, E. F. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR NO SERTÃO PERNAMBUCANO.

Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, 78 páginas, 2022.

## RESUMO

Objetivou-se com este estudo analisar e descrever os possíveis impactos ambientais causados por uma usina fotovoltaica na cidade de São José de Belmonte, desde a implantação do sistema fotovoltaico até a desativação. Com intuito de avaliar o cenário de pré-degradação e elaborar o diagnóstico ambiental simplificado da área de influência. Com os resultados da pesquisa foi possível projetar a recuperação da área de empréstimo. As etapas metodológicas foram realizadas por meio de pesquisas bibliográficas, visitas de campo, foto documentação e metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais. O Diagnóstico ambiental foi feito com levantamento de informações para a identificação, avaliação e monitoramento dos impactos causados, nas áreas de influência do empreendimento. Estes impactos ambientais foram identificados por meio de visitas de campo e da utilização dos métodos de avaliação de impactos ambientais: *Check Lists* (listagens de controle), nas modalidades de listagem simples, listagem descritiva e a matriz de interação. A área de influência do empreendimento foi delimitada com base no aumento dos impactos ambientais causados na área de estudo. Com base nos resultados, observou-se que os fatores ambientais mais afetados pela degradação ambiental na área de estudo foram: solo, flora e paisagem. As principais técnicas de recuperação indicadas para serem implementadas no futuro foram: isolamento da área; aeração do solo; adubação verde e reflorestamento. O plano de monitoramento elaborado é indispensável para avaliação do andamento da recuperação, e o prognóstico ambiental teve por finalidade a estimativa das condições ambientais da área após o processo de recuperação.

**Palavras-chaves:** Recuperação de áreas degradadas. Tecnologia solar fotovoltaica. Energias Renováveis.

**ALBUQUERQUE, E. F. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR NO SERTÃO PERNAMBUCANO.**

Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, 78 páginas, 2022.

**ABSTRACT**

The objective of this study was to analyze and describe the possible environmental impacts caused by a photovoltaic plant in the city of São José de Belmonte, from the implementation of the photovoltaic system to the deactivation. With the intention of evaluating the pre-degradation scenario and elaborating a simplified environmental diagnosis of the area of influence. With the results of the research it was possible to design the recovery of the borrow area. The methodological steps were carried out through bibliographic research, field visits, photo documentation, and Environmental Impact Assessment methodologies. The environmental diagnosis was made by gathering information to identify, evaluate and monitor the impacts caused in the areas of influence of the project. These environmental impacts were identified by means of field visits and the use of environmental impact assessment methods: Check Lists, in the modalities of simple listing, descriptive listing, and interaction matrix. The area of influence of the enterprise was delimited based on the increase of environmental impacts caused in the study area. Based on the results, it was observed that the environmental factors most affected by environmental degradation in the study area were: soil, flora and landscape. The main recovery techniques indicated to be implemented in the future were: isolation of the area; soil aeration; green manure and reforestation. The monitoring plan prepared is indispensable for evaluating the progress of the recovery, and the environmental prognosis aimed to estimate the environmental conditions of the area after the recovery process.

**Keywords:** Recovery of degraded areas. Solar photovoltaic technology. Renewable Energies.

## 1 INTRODUÇÃO

Antes da década de 1970, os investidores buscavam por uma viabilidade técnico-econômica dos seus projetos. Com intuito fundamental era o de produzir mais, com baixos custos. Culturalmente o meio ambiente era considerado inesgotável, tanto no que se referia ao fornecimento das matérias-primas, bem como a sua capacidade de consumir os resíduos produtivos e até o resíduo do próprio produto após o seu consumo ou o término da sua vida útil. Com a “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente” realizada em 1972, em Estocolmo, passou-se a incluir um zelo maior com o meio ambiente, durante os projetos de desenvolvimento (RUPPENTHAL, 2014).

Segundo o Nobre 2012, a temperatura da Terra devia ser de  $-18^{\circ}\text{C}$ , mas é de  $15^{\circ}\text{C}$ , essa diferença de  $33^{\circ}\text{C}$  se deve ao efeito estufa atmosférico. É isso o que mantém a vida na Terra de um modo geral. Portanto, importantes trocas energéticas atmosféricas, sendo o  $\text{CO}_2$  o mais importante agente de efeito estufa. Há outros gases de importância radioativa sendo estes o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o ozônio ( $\text{O}_3$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{NO}_2$ ).

A crescente demanda por energia está sendo atendida em maior parte por fontes térmicas não renováveis como óleo, carvão e gás natural em um processo de carbonização na matriz elétrica brasileira (Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2017).

Em análise dos grandes empreendimentos hidroelétricos na região Amazônica, as usinas de Santo Antônio e Jirau no Rio Madeira e Belo Monte no Rio Xingu são a principal ação de governo para ampliação dos parques gerando beneficiamento para os recursos renováveis. Na contrapartida, tais projetos enfrentam crescente críticas pela sociedade em razão dos impactos sociais e ambientais causados pelas grandes áreas alagadas em que se faz necessário a remoção da população, emissão de metano, alteração do ciclo hidrológico e danos ao equilíbrio ecossistêmico local (TIEPOLO, et al., 2016).

Portanto, torna-se evidente o importante papel que a energia solar pode desempenhar na expansão da matriz elétrica brasileira, trazendo uma possibilidade de um aumento com diversificação das fontes e exploração de possíveis complementaridade. A ampliação do recurso energético solar se trata da conversão da energia emitida pelo Sol em energia térmica ou diretamente em energia elétrica (processo fotovoltaico). O uso de tecnologias de conversão de energia solar vem crescendo globalmente, tanto para aplicações térmicas, quanto fotovoltaicas (REN21, 2017).

Entretanto, além da tecnologia fotovoltaica, a geração de eletricidade por meio de aproveitamento térmico da energia solar também é uma tecnologia em crescimento liderada

pela Espanha e Estados Unidos, que juntos representam 80% da capacidade instalada global. Índices elevados de irradiação solar direta na superfície ocorrem em grande parte do Nordeste Brasileiro e é o principal requisito para a viabilidade desta tecnologia de geração. A hibridização da geração solar térmica com a biomassa da cana também se apresenta como uma opção de baixa emissão de carbono para o setor sucroalcooleiro (TOLMASQUIM, 2016).

Além de caracterizar uma fonte de energia limpa e de baixíssimo impacto, as usinas solares se apresentam como um passo ambientalmente eficiente no atendimento da demanda energética do Brasil, sua implantação será uma contribuição técnica em direção ao desenvolvimento econômico e ambientalmente responsável, a nível local, regional e nacional (PORTAL SOLAR, 2022).

Entendendo que os impactos ambientais resultam da influência entre o projeto proposto e o meio ambiente. Para analisar os impactos é preciso, então, ter um entendimento prévio do projeto, de seus diversos componentes, das obras e demais atividades necessárias para sua implantação e das operações que serão realizadas durante seu funcionamento. Assim como das atividades relacionadas à desativação do empreendimento ao final de sua vida útil (SÁNCHEZ et al., 2013).

A finalidade desse estudo é fornecer informações para a identificação preliminar e para ver a magnitude dos impactos. Pode-se afirmar que, quanto mais se conhece sobre um ambiente, maior é a capacidade de analisar impactos e, portanto, de gerenciar o projeto de modo a minimizar os impactos negativos.

A partir do exposto, a energia produzida por usinas solares é considerada energia limpa, no entanto é de grande importância avaliar os possíveis impactos ambientais de empreendimentos fotovoltaicos, que é o objetivo deste trabalho. Assim, espera-se contribuir com a expansão do conhecimento sobre essa fonte renovável no país.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar e descrever os possíveis impactos ambientais causados por uma usina fotovoltaica na cidade de São José de Belmonte, desde a implantação do sistema fotovoltaico até a desativação.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar o cenário de pré-degradação;
- Elaborar o diagnóstico ambiental simplificado da área de influência;
- Projetar a recuperação da área de empréstimo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Aspectos históricos da matriz energética brasileira

Desde o período da Revolução Industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são fortemente influenciadas pela energia. Em um mercado mundial e diante das crescentes preocupações com o meio ambiente, essa influência se mostra cada vez mais determinante. Nesse cenário, as economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental obtêm importantes vantagens comparativas (TOLMASQUIM, 2007).

Por anos, essa questão se apresenta para o Brasil a um só tempo como um desafio e uma oportunidade. Sendo assim, porque o desenvolvimento econômico e social demandará uma maior quantidade de energia e com isso um alto grau de segurança e de sustentabilidade energéticas. O Brasil dispõe de condições propícias de recursos energéticos renováveis e de tecnologia para transformar suas riquezas naturais em energia e dessa forma acrescer valor à sua produção de riqueza (IRENE, 2017).

Portanto, se faz necessário destacar a diferença conceitual entre as Matrizes Elétrica e Energética. De acordo com definições da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (BRASIL, 2022). A Matriz Energética é o conjunto de fontes de energia disponíveis para suprir determinada demanda, seja mundial, nacional ou estatal. No entanto, a Matriz Elétrica, representa o conjunto de fontes responsáveis pela produção de energia elétrica apenas para a geração de energia elétrica. Com tudo, podemos concluir que a matriz elétrica integra parte da matriz energética (KOZEN, 2020).

##### 3.1.1 Principais Fontes De Energia Renováveis

A energia solar é considerada renovável, pois é criada através do calor do sol, sendo assim, enquanto houver luz solar, esta energia é inesgotável. Portanto, é caracterizada como energia sustentável e possui baixo impacto ambiental. A energia térmica também faz parte do sistema de energia renovável que convertem o calor dos raios solares em energia térmica (TOLMASQUIM, 2016).

A energia oceânica, oferece várias formas de energia renovável, e cada uma é impulsionada por forças diferentes. Sendo, a partir das marés e das ondas do mar possibilitando gerar energia sustentável, ocorre devido ao calor armazenado na água do mar, também pode ser

convertido em eletricidade através de trocadores de calor. A energia térmica oceânica é uma fonte de energia renovável, sendo energia das marés que usa as diferenças de temperatura (quente/fria) entre as águas profundas e superficiais para extrair energia a partir do fluxo de calor entre elas (ECORYS, 2013).

Por sua vez, a energia das ondas são ondas mecânicas produzidas pela força motriz dos ventos, movimentos da crosta terrestre, este movimento captura-se e é utilizado para gerar energia renovável. A energia das marés é o aproveitamento das mesmas que envolve aprisionamento de água na maré alta e, utiliza a vazão no período onde a maré está baixando para gerar energia elétrica. Assimila-se ao sistema das hidroelétricas (PORTAL SOLAR, 2022).

A energia geotérmica é uma energia renovável, que se faz uso do calor no interior da Terra, produz vapor e água quente que podem ser usados por geradores de energia, como turbinas, para produzir energia elétrica sustentável. A energia geotérmica pode ser extraída de reservatórios subterrâneos profundos por perfuração, ou de outros reservatórios geotérmicos próximos da superfície terrestre (IRENE, 2018).

No entanto, a biomassa tem sido uma importante fonte de energia renovável desde que as primeiras pessoas começaram a utilizar lenha para cozinhar alimentos e aquecer-se contra o frio do inverno. Sendo a madeira ainda é a fonte mais comum de energia de biomassa, mas entre outras fontes de energia da biomassa, por sua vez tem sido mais utilizada, como resíduos agrícolas e florestais, componentes orgânicos de resíduos urbanos e industriais, gás metano dos aterros e outros. Portanto, biomassa pode ser usada para produzir eletricidade ou como combustível para o transporte e para fabricar produtos que faz uso de combustíveis fósseis não renováveis (IRENE, 2018).

Logo, a energia hidrelétrica ou energia hídrica utiliza a água como fonte de energia renovável em movimento para gerar energia elétrica. Com tudo, a pressão da água que flui sobre as lâminas de uma turbina roda um eixo e aciona um gerador elétrico, convertendo o movimento em energia elétrica (TOLMASQUIM, 2016).

Também podemos citar a energia eólica é gerada através da conversão de correntes de energia. A energia eólica é considerada uma fonte de energia limpa, renovável e sustentável. Estas turbinas eólicas convertem a força do vento em torque (força de rotação), o qual é então usado para propulsionar um gerador elétrico para gerar eletricidade. São centrais de energia eólica são conhecidas como fazendas eólicas. Sendo estes que geradores eólicos, por sua vez são produzidos nas mais diversas potências, indo desde alguns poucos Watts de potência até grandes geradores de MWs de potência. No Brasil esta fonte de energia renovável está

crescendo cada vez mais e já começa a fazer diferença na matriz energética brasileira, tornando está mais sustentável e limpa. (PORTAL SOLAR, 2022).

### 3.2 Radiação Solar

A radiação solar é o principal modulador da complexa dinâmica atmosférica. Além de fornecer a energia necessária para os movimentos que impulsionam a circulação atmosférica equilibrando o clima do planeta, fornece energia abundante para todos os seres vivos que aqui habitam, desde a fotossíntese das plantas, até as células fotovoltaicas usadas na conversão de radiação solar em energia elétrica (TRENBERTH; SOLOMON, 1994).

O saldo de radiação é o fator principal na modelagem do ciclo completo de energia disponível na atmosfera. Essa forma a energia é responsável por alimentar os sistemas atmosféricos que ocorrem na troposfera. A radiação solar, o calor sensível e o calor latente são as fontes adiabáticas de calor que originam a energia potencial disponível e que impulsionam a dinâmica atmosférica (CHANG et al.; 2002; TRENBERTH et al., 2001).

#### 3.2.1 Clima no Região Nordeste do Brasil

A maioria do território brasileiro está contida na região intertropical. Sendo uma característica atribuída a essa região, um grande potencial de incidência solar praticamente o ano todo (PEREIRA et al., 2006). Nessa análise, as delimitações espaciais que compreendem a área da região Nordeste do Brasil (NEB) foram escolhidas para a observação da variabilidade espacial e as estimativas de irradiação.

A região do nordeste brasileiro está localiza-se entre as latitudes 1° 02' S a 18° 20' S e longitudes 34° 47' W a 48° 45' W, com área próxima de 1,5 milhão de km<sup>2</sup> (18.2 % do território nacional). Aproximadamente 760.000 km<sup>2</sup> desta área apresentam um clima semiárido (MOURA et al., 2007). Apesar de sua localização, o NEB não apresenta uma distribuição de chuvas típica em regiões equatoriais sendo influenciado principalmente por três tipos de clima: clima litorâneo úmido (se estendendo do litoral da Bahia ao litoral do Rio Grande do Norte); clima tropical (em áreas dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí); e clima tropical semiárido (em todo o sertão nordestino) (CAVALCANTI et al., 2009).

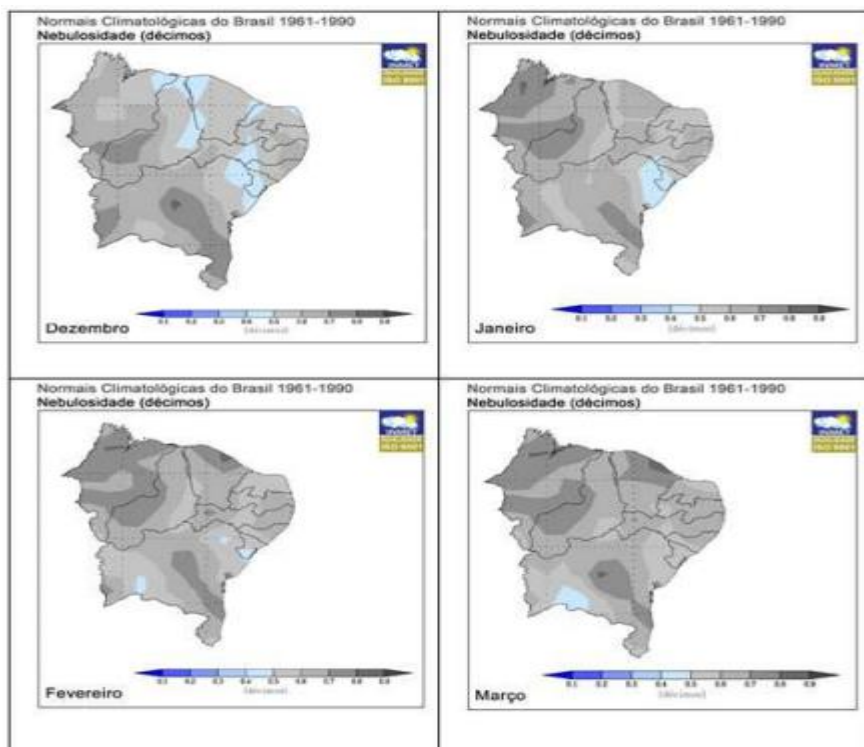
Há, entretanto, uma variabilidade interanual na precipitação e, portanto, na cobertura de nuvens, fator que influencia diretamente no estudo da radiação solar incidente na superfície. Cavalcanti, et al. (2009), Molion e Bernardo (2002), Vianello e Alves (1991) entre outros,

mostraram também que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) além de vários outros fenômenos que atuam nessa região possui influência considerável no regime de chuvas.

Segundo os pesquisadores como Cavalcante, et al. (2009), Moura, et al. (2007) e Azevedo, et al. (1998) descreveram pelo menos cinco mecanismos como principais influencias no regime de precipitação no NEB: 1) Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); 2) Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na bacia do Oceano Atlântico, Ventos Alísios e Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico; 4) Frentes Frias e 5) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN).

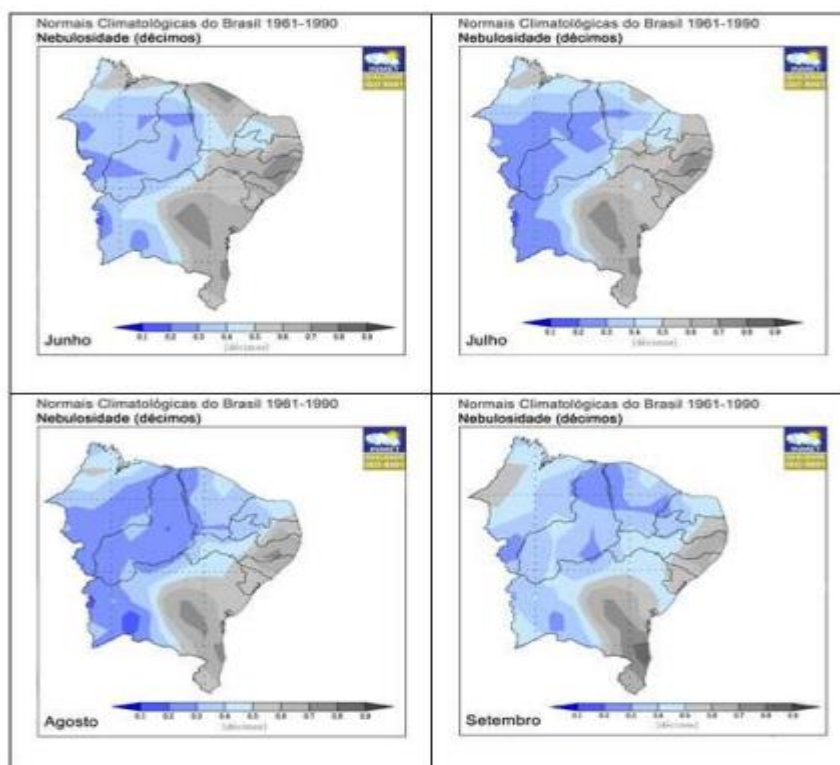
Como foi apontado, o território do NEB é consideravelmente extenso e seu regime de chuvas é influenciado por sistemas atmosféricos distintos. Desse ponto de vista, é interessante avaliar a climatologia da nebulosidade nessa região. As Figuras 1 e 2 exibem normais climatológicas de nebulosidade sobre todo o território do NEB para os meses de: dezembro, janeiro, fevereiro, março (Figura 1) e junho, julho, agosto, setembro (Figura 2). Moura, et al. (2007) apresenta uma climatologia da precipitação mensal da região NEB onde o período chuvoso é predominante no verão assim como o período seco é acentuado no inverno.

Figura 1- Período Chuvoso: normais climatológicas de nebulosidade (em décimos)



Fonte: Adaptada de INMET (2012)

Figura 2 – Período seco: normais climatológicas de nebulosidade (em décimos).



Fonte: Adaptada de INMET (2012)

Ao analisar que no período chuvoso da climatologia exibida na Figura 1, mostra ocorrência de nebulosidades moderadas em todo o território nordestino. Entretanto, a Figura 2, revela se que para os meses secos (junho, julho, agosto e setembro) a ocorrência de nebulosidade fraca principalmente no sertão nordestino. Espera-se que o aproveitamento das informações sobre os recursos solares no período seco, assim como no período chuvoso sejam largamente difundidos e utilizados nos diversos setores de atividades desenvolvimento.

### 3.2.2 Energia Solar

Das tecnologias para geração de energia através de fontes renováveis, a solar fotovoltaica (FV) é a que mais tem se destacado mundialmente nos últimos anos, por usar a tecnologia que utiliza fonte de energia renovável que mais adiciona capacidade instalada por ano no mundo desde 2016. Somente no ano de 2019, um total de 1151 GW de potência foram instalados (REN21, 2020).

No ano de 2019, a energia solar fotovoltaica obteve uma soma de 627 GW de capacidade instalada no mundo. A China, por sua vez, lidera o ranking de países com maior capacidade

instalada acumulada, somando cerca de 205 GW em 2019. Portanto logo após estão os Estados Unidos (75 GW), o Japão (62 GW), a Alemanha (49 GW) e a Índia (42 GW) (REN21, 2020).

O setor da energia solar fotovoltaico é o que mais emprega pessoas desde 2016, gerando empregos em torno de 3,8 milhões de pessoas em 2019 aproximadamente. Em 2019 o Brasil ocupava o 8º lugar no ranking dos países que mais empregaram pessoas no setor de energia solar (IRENE, 2020 a).

Verdadeiramente, a tendência mundial de crescimento do setor de energia solar FV se repete no Brasil, e o setor cresceu exponencialmente nos últimos anos. Esse crescimento se deve a dois principais fatores: a regulação da geração distribuída no país por meio da Resolução Normativa (REN) 482/2012 e pela queda nos preços dos equipamentos que compõem o sistema fotovoltaico.

No ponto, socioeconômico, é interessante avaliar como o desenvolvimento do setor pode impactar o crescimento nas diversas regiões do Brasil. As instalações de usinas de geração centralizada estão localizadas em especial na região nordeste do país dado o maior potencial de irradiação solar naquela região. Quanto à geração distribuída, Minas Gerais é o estado que lidera o ranking dos estados com mais potência solar fotovoltaicas instalada, seguido do Rio Grande do Sul, São Paulo, Mato Grosso e Paraná (ANEEL, 2021).

Segundo a visão de Sá (2020) em relação à geração centralizada de energia elétrica, que contempla as usinas solares fotovoltaicas, há no Brasil 9925 empreendimentos em operação, totalizando 173.521.386,84 kW de potência instalada fiscalizada. Destes, 3.113.946,25 kW são de empreendimentos de geração solar fotovoltaica, o que corresponde a 1,79% do total. Deste total de usinas, podem ser observadas suas localizações no Brasil pela Figura 3. Não foi contabilizado as mini e micro usinas.

Figura 3 – Localização de geração centralizada de energia solar fotovoltaica no Brasil



Fonte: Adaptada de INMET (2012)

### *3.2.2.1 Licenciamento Ambiental*

Segundo a Resolução CONAMA 237/14 que o licenciamento ambiental consiste no procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, a instalação, a ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. A saber: Licença Previa, Licença de Instalação e Licença de Operação.

Nos Estado da Paraíba a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) é a responsável pelas ações ambientais, sem uma legislação estadual própria, segue as resoluções do CONAMA.

Por sua vez, no estado de Pernambuco tem como órgão competente para o meio ambiente a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRRH), no entanto, ainda não há legislação específica para o tema deste trabalho, seguindo a resolução do CONAMA.

### *3.2.3 Impacto Ambiental*

Os impactos ambientais são mudanças no meio ambiente causadas pela atividade humana (atividade antrópica). Dependendo da atividade, o impacto negativo ou pode haver um impacto positivo.

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA):

O Artigo 1º da Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986, impacto ambiental é:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986).

Então, o impacto ambiental pode ser classificado quanto aos critérios de valor, espaço de ocorrência, tempo, reversibilidade, chance de ocorrência e incidência (FOGLIATTI; FILIPPO; GOUDARD, 2004). No Quadro 1, apresenta-se a classificação para cada critério citado.



Quadro 1- Classificação de impactos ambientais

<b>Quanto ao valor</b>	<b>Quanto ao espaço</b>	<b>Quanto ao tempo</b>
<u>Positivo</u> - produz resultado benéfico para um fator ambiental; <u>Negativo</u> - produz danos para o meio ambiente.	<u>Local</u> - quando o projeto altera somente a área em que está situado; <u>Regional</u> - quando é sentido fora do entorno do projeto; <u>Estratégico</u> - quando se expande para fora da área de influência.	<u>Imediato</u> - surge no momento da implantação do projeto/ação de projeto; <u>Médio ou longo prazo</u> - o efeito leva certo tempo para ocorrer após a implantação do projeto/ação; <u>Permanente</u> - quando o efeito permanece mesmo depois de cessada a ação que o produziu; <u>Cíclico</u> - o efeito nem sempre permanece, e ocorre em intervalos alternados de tempo.
<b>Quanto à reversibilidade</b>	<b>Quanto à chance de ocorrência</b>	<b>Quanto à incidência</b>
<u>Reversível</u> - quando o efeito pode ser reduzido ou corrigido/revertido; <u>Irreversível</u> - quando o efeito não pode ser corrigido/revertido.	<u>Determinístico</u> - existe a certeza de sua ocorrência; <u>Probabilístico</u> - não existe certeza de sua ocorrência.	<u>Direto</u> - fica limitado à área de influência do projeto; <u>Indireto</u> - é estendido para fora da área de influência do projeto.

Fonte: Fogliatti, 2004

### 3.3 Degradação Ambiental

A degradação ambiental tem como o efeito negativo da intervenção antrópica sobre as estruturas e o funcionamento do ecossistema, causando danos críticos a capacidade produtiva primária dos solos, da biodiversidade e das funções ambientais que passam a área afetada. A legislação ambiental brasileira é um importante instrumento para a luta contra a degradação do meio ambiente. Encontram-se as ações possíveis e como deve-se proceder para reverter situações já instauradas, e como prevenir situações futuras (COLESANTI et al., 2007).

De acordo com Tavares (2008), o conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas. Raramente, o termo se aplica às

alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. A definição de degradação pode variar de acordo com o uso atribuído ao solo, por isso serão descritos abaixo diversos conceitos segundo alguns autores.

Conforme à norma NBR 10703 da ABNT de 1989, a degradação do solo é apontada como sendo a alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais.

No entanto já no Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração do IBAMA de 1990, define-se que:

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou aterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico (IBAMA,1990).

### **3.4 Recuperação de Áreas Degradadas**

A recuperação pode ser definida pela Lei Federal n. 9985/2000 como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente da sua condição original”, ou seja, o princípio da recuperação envolve o retorno das principais características e funções do ecossistema degradado. De modo que a sua recuperação permita que o ecossistema seja restabelecido de maneira natural sem a necessidade de intervenção posterior.

A recuperação de áreas degradadas está em desenvolvimento no país, sendo incentivado por exigências da legislação ambiental, órgãos ambientais, empresas e pesquisadores que vêm se esforçando para desenvolver técnicas eficazes e de baixo custo que promovam a recuperação ambiental de ambientes terrestres e aquáticos (SÁNCHEZ, 2010).

Com a crescente conscientização das pessoas para a necessidade da conservação dos recursos naturais, a pesquisa científica e os projetos de restauração têm tido um grande avanço, mas ainda é necessário mais pesquisas, não só no que tange à restauração, mas em todos os campos da ciência, para que se atinja resultado satisfatório em nível global (MARTINS, 2007).

O objetivo da recuperação é o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente” (BRASIL, 1989).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Avaliação de Impactos Ambientais

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) necessita de uma análise sistemática dos impactos ambientais. Tem por objetivo garantir que responsáveis pela tomada de decisão apresentem soluções pertinentes à população e ao meio ambiente, gerando medidas de controle (MASTERPLAN, 2013).

As avaliações de impacto ambiental são:

Estudos realizados para identificar, prever, e interpretar, assim como prevenir, as consequências ou os efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem-estar humano e ao entorno. Neste sentido o processo de Avaliação de Impacto Ambiental pode ser definido como “um conjunto de procedimentos concatenados de maneira lógica, com a finalidade de analisar a viabilidade ambiental de projetos, planos e programas e fundamentar uma decisão a respeito (CARVALHO; LIMA, 2010).

Em tese, um estudo sobre AIA diz:

A avaliação de impacto ambiental é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados (MOREIRA, 1985).

A AIA é implantada para mostrar os danos que um projeto pode causar ao ser instalado em uma região, descrevendo cada impacto que possa vir a acontecer com o projeto, com posterior divulgação dos resultados. Esta avaliação consiste em determinar impactos ambientais positivos e negativos, no entanto, estes termos podem se fundir e um impacto antes considerado positivo, pode vir a ser um impacto negativo. O principal propósito da AIA é trazer informações sobre os impactos ambientais, a partir de análise sistemática, para submetê-las às autoridades e à opinião pública, com o fim primordial de prevenir os impactos ambientais negativos decorrentes da ação proposta e suas alternativas, bem como maximizar os eventuais benefícios (PIMENTEL; PIRES, 1992).

Na literatura existem diferentes metodologias de AIA que auxiliam na identificação dos impactos e suas causas. Por não ter nenhum método que se aplique a todos os casos, no entanto, cada empreendimento e ambiente possui suas peculiaridades, sendo necessário a adaptação ou combinação de duas ou mais metodologias. A seguir estão os principais métodos de AIA.

#### *4.1.1 Método da Listagem de Controle*

Este é um dos métodos mais utilizados em AIA, também conhecido como “checklist”, consiste na identificação e enumeração dos impactos a partir da diagnóstico ambiental realizada por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico. É direto e fácil de usar, porque contém uma lista de aspectos e critérios ambientais referindo-se as informações mais importantes (MEDEIROS, 2010; SÁNCHEZ, 2013). São relacionados os impactos decorrentes das fases da atividade e organizados em negativos ou positivos. São quatro os tipos de listagem: descritiva, comparativa, em questionário e ponderável (CARVALHO;LIMA, 2010).

Depois do diagnóstico, os especialistas terão que relacionar os impactos advindos das fases de implantação e operação, e classifica-los em positivo e negativo (MORAES; D’AQUINO, 2016). Nobre Filho et al. (2011), que respaldou este método em sua pesquisa, concluiu que mesmo o método tendo uma forma precisa na correlação dos impactos, é considerado um método de análise simples e estático, e que não tem evidência das relações entre os fatores ambientais.

É vantagoso por ter o emprego imediato na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes e na capacidade em ajudar a lembrar todos os fatores ambientais que podem ser afetados, evitando omissões de impactos relevantes. Entretanto, tal metodologia não identifica impactos diretos, não considera características temporais dos impactos, não consideram a dinâmica dos sistemas ambientais e na maioria dos casos não indicam a magnitude dos impactos, além de obter resultados subjetivos (CARVALHO; LIMA, 2010, p.5).

#### *4.1.2 Método das Matrizes de Interação*

As matrizes de interação funcionam como listagens de controle bidimensional, dispendo nas linhas as ações impactantes e nas colunas os fatores ambientais (CARVALHO; LIMA, 2010, p.5). Esta metodologia permite uma fácil compreensão dos resultados, aborda aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico, comporta dados qualitativos e quantitativos, além de fornecer orientação para a continuidade dos estudos e favorecer a multidisciplinaridade.

Dentre suas principais desvantagens são sua grande subjetividade, a falta de avaliação da frequência das interações e a impossibilidade de fazer projeções no tempo (CARVALHO; LIMA, 2010, p.5).

A Matriz de Leopold é uma das mais difundidas nacional e internacionalmente, elaborada em 1971 para o Serviço Geológico do Interior dos Estados Unidos. Essa matriz foi feita para avaliação de impactos associados a quase todos os tipos de implantação de projetos (OLIVEIRA; MOURA, 2009, p. 85).

#### *4.1.3 Estratégias de Recuperação*

Analizar o tipo e a intensidade da degradação é importante para identificar o estado de degradação e as probabilidades de recuperação da área, seja de forma natural, seja por meio de intervenção antrópica. Aliás, essa verificação é indispensável para se projetar os possíveis usos futuros da área e, por consequência, a melhor opção de recuperação que permita uma funcionalidade adequada e sustentável (ISMAEL, 2016).

Embora sejam considerados caros os custos de recuperação de uma área degradada, alguns pontos devem ser levados em consideração. Na recuperação de áreas, onde ainda existem vestígios da vegetação, é importante a análise de sua estrutura e determinação do valor de importância das espécies existentes na comunidade, por meio de sua frequência, densidade e dominância. Estes fatores são levados em consideração na escolha das espécies a serem utilizadas no repovoamento da área. Daí, então, são feitos os plantios de enriquecimento utilizando as espécies mais importantes e com problemas em sua regeneração, bem como plantios mistos, por meio do reflorestamento (LIMA, 2004).

Para o restabelecimento artificial da vegetação, deve-se observar, também, a utilidade da planta como fixadora de nitrogênio no solo, forragem para os animais, porte (herbáceo, arbóreo, arbustivo) e sua classificação nos diferentes estágios de sucessão. No que diz a respeito, à utilização de espécies nativas da região, em geral, as mesmas são consideradas como as mais indicadas para o reflorestamento, não só pela preservação das espécies regionais, mas também porque tornam o ecossistema mais equilibrado e próximo do original. O reflorestamento deve ser realizado com mais de uma espécie e que as mesmas possam se regenerar sem auxílio do “homem” (LIMA, 2004).

No Quadro 2, apresentam-se algumas das técnicas de RAD apresentada por Araújo (2021), seus objetivos gerais e suas respectivas classificações.

Quadro 2 - Apresentação de possíveis técnicas de RAD, objetivos e classificação

<b>Técnica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Classificação</b>
Isolamento da área	Isolar/proteger a área do(s) agente(s) degradante(s)	Física
Aração/Escarificação	Descompactar o solo	
Adubação Química	Recuperar a fertilidade do solo	Química
Adubação Verde	Adicionar matéria orgânica ao solo	Biológica
Reflorestamento	Restabelecer a vegetação que foi suprimida	

Fonte: Adaptado ARAÚJO, 2021.

#### 4.1.4 Monitoramento Ambiental

O monitoramento deve ter como objetivo a verificação do cumprimento das metas pré-estabelecidas no projeto ou a evolução dos processos de recuperação (BELI et al., 2005).

O monitoramento de áreas em recuperação auxilia na avaliação do seu desenvolvimento; na identificação de perturbações; na definição de medidas de manejo, condução ou replantio; na verificação da eficiência dos métodos e espécies empregadas e no aperfeiçoamento dos modelos, podendo embasar estudos sobre o desenvolvimento das comunidades implantadas e dos processos ecológicos e hidrológicos relacionados (SCHIEVENIN et al., 2012).

Melo e Durigan (2007) ressaltam que é importante escolher indicadores que facilitem a execução da avaliação, seja na obtenção dos dados, seja na sua interpretação, sugerindo a cobertura de copas como um indicador de desenvolvimento estrutural de florestas em restauração.

## 4.2 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesse estudo foi fundamentada em pesquisas bibliográficas em livros, periódicos e outras fontes científicas, as quais permitiram uma abordagem teórica do tema principal e métodos de avaliação de impactos ambientais.

O material bibliográfico utilizado na pesquisa foi obtido na Biblioteca Central do *Campus* da UFCG em Pombal-PB, e complementado por artigos e demais textos científicos publicados em eventos e periódicos nacionais.

### 4.2.1 Localização e caracterização da área

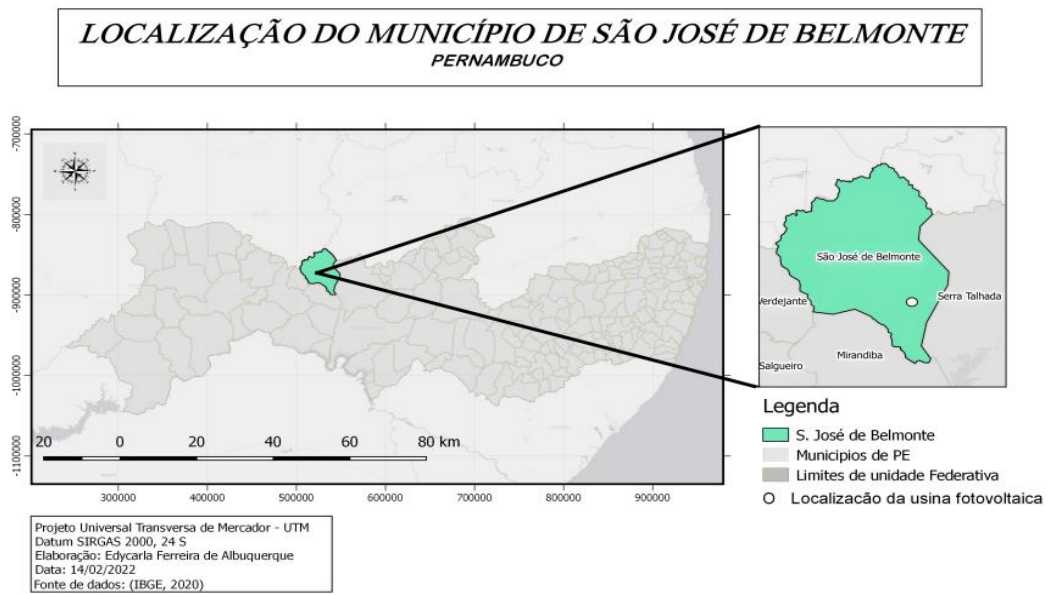
A área de estudo está localizada no perímetro rural da cidade de São José de Belmonte, na região oeste do Estado da Paraíba, na microrregião do Sertão Pernambucano (Figura 5), nas coordenadas geográficas de 07° 51' 41" L e 38° 45' 35" S., limitando-se ao norte com o Estado do Ceará e o Estado da Paraíba, a sul com Mirandiba, a leste com Serra Talhada, e a oeste com Verdejante. Pertence a bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, seu clima é Tropical Quente e sua vegetação é predominante de Caatinga hiperxerófila (IBGE, 2022).

Segundo Lima e Leite (2011), os solos do município de São José de Belmonte apresentam predominância da Classe *Planossolos*, são solos minerais formados por horizonte A e/ou E, de textura média no horizonte A e com transição abrupta para o horizonte B plânico, ficam situados em localidades que apresentam basicamente relevo moderado ondulado.

A vegetação predominante na região é composta por espécies do bioma caatinga. O clima é o semiárido quente e seco e o período chuvoso ocorre em maior parte no verão.

Na Figura 5, apresenta o georreferenciamento da localização do município de São José de Belmonte-PE.

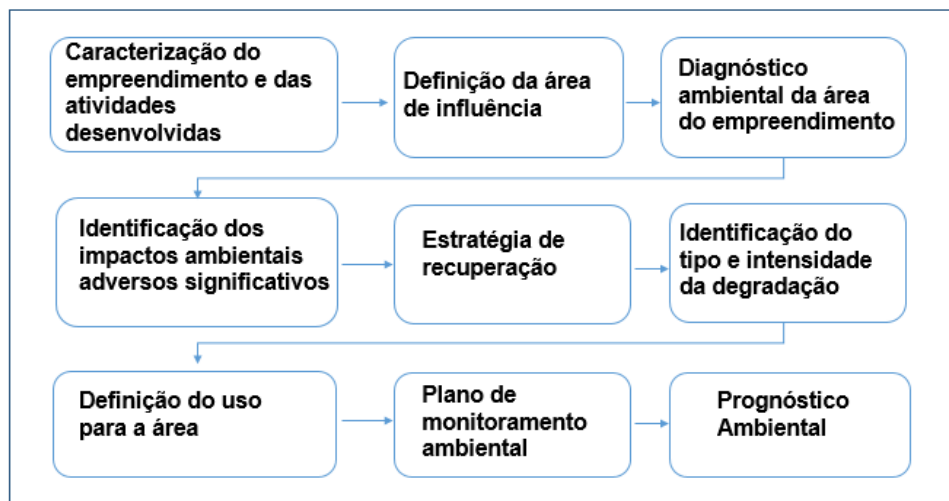
Figura 4- Georreferenciamento da localização do município de São José de Belmonte-PE



Fonte: Autoria própria

A metodologia proposta pode ser compreendida por meio da visualização do fluxograma metodológico apresentado na Quadro 3.

Quadro 3 - Fluxograma da metodologia do estudo



Fonte: Autoria própria, 2022.



#### *4.2.2 Caracterização do empreendimento e das atividades desenvolvidas*

A caracterização do empreendimento e das atividades desenvolvidas consiste no levantamento e descrição das condições ambientais existentes nas áreas degradadas antes da sua implantação. É importante para que setenha uma ideia da composição natural dessa área anterior à degradação e da probabilidade de recuperá-la para um estágio semelhante ao original, ou outro, desde que, ambientalmente sustentável (SÁNCHEZ, 2008).

A descrição do cenário de caracterização do empreendimento foi realizada por meio de pesquisas bibliográficas, foto documentação, visita ao local, utilização de softwares Google Eeath Pro e análise dos fatores ambientais. Foram identificadas, analisadas e descritas as características de interesse do estudo para o cenário de pré- degradação, relacionadas ao meio físico, biótico e antrópico.

#### **4.3 Definição da área de influência**

A área de influência do empreendimento foi delimitada com base no aumento dos impactos ambientais causados na área de estudo. Para o trabalho em estudo a área de influência foi dividida nas três áreas específicas:

1. Área Diretamente Afetada (ADA): analisa o local onde está instalado o empreendimento, impactos diretos mais significativos provenientes da instalação, manutenção e operação.
2. Área de Influência Direta (AID): envolve a área envoltória do empreendimento, sendo mais abrangente, porém ainda passível de sofrer impactos diretos, causados pelas atividades desenvolvidas;
3. Área de Influência Indireta (AII): área potencialmente sujeita aos impactos indiretos causados pelo empreendimento.

Para a demarcação das áreas de influência do empreendimento, foram realizadas visitas in loco e através do software Google Earth Pro para delimitação da área.

#### **4.4 Diagnóstico ambiental da área do empreendimento**

É a descrição e o levantamento de todos os componentes ambientais de uma área e/ou empresa, onde deve-se avaliar os seus pontos positivos, negativos e os pontos de melhoria. O

Diagnóstico também faz parte de uma das etapas do Estudo de Impacto Ambiental – AIA, onde fornece informações para a identificação, avaliação e monitoramento dos impactos causados, nas áreas de influência do empreendimento, foram realizadas visitas de campo na área de estudo, registro fotográfico imagens de satélites e pesquisas bibliográficas.

Para a realização do diagnóstico é necessário levar em consideração as três etapas apresentadas no (Quatro 4) a seguir:

Quadro 4 - Descrição dos meios e seus fatores ambientais

<b>Meio</b>	<b>Fator Ambiental</b>
<b>Avaliação do Meio Físico</b>	- Água; - Solo; - Paisagem; - Ar.
<b>Avaliação do Meio Biológico</b>	- Fauna; - Flora.
<b>Avaliação do Meio Antrópico</b>	- Saúde; - Social; - Econômico.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Assim, após a realização do Diagnóstico Ambiental foi possível avaliar os principais impactos causados ao meio ambiente e realizar projeções futuras desses impactos. O que permite o conhecimento do tipo e intensidade da degradação, assim como dos agentes degradantes da área (ISMAEL, 2016).

#### **4.5 Identificação dos impactos ambientais adversos significativos**

Com a caracterização do diagnóstico ambiental, foram apresentados os impactos ambientais significativos nos meios biótico, abiótico e antrópico ocorridos na área, oriundos da extração e compactação do solo nas áreas de empréstimo durante implantação do empreendimento.

Estes impactos ambientais foram identificados por meio de visitas de campo e da utilização dos métodos de avaliação de impactos ambientais: *Check Lists* (listagens de controle), nas modalidades de listagem simples, listagem descritiva, e matriz de interação, de acordo com Fogliatti. et al. (2004), Philippi Jr. et al. (2004), Sánchez (2008) e Cunha e Guerra (2010).

A análise dos impactos ambientais foi realizada de forma qualitativa por meio de metodologias de classificação citadas em Fogliatti, et. al. (2004), Philippi Jr. (2004) e Sánchez (2008), como ilustrado no Quadro 5.

Quadro 5- Classificação dos impactos ambientais

<b>Critério</b>	<b>Classificação</b>	<b>Sigla</b>	<b>Definição</b>
Valor	*Positivo	PO	O impacto produz um benefício para um fator ambiental.
	Negativo	NE	O impacto produz um efeito adverso ao meio ambiente.
Espaço de ocorrência	Local	LO	O impacto afeta apenas a área em que a atividade será desenvolvida.
	Regional	RE	O impacto é sentido na área de entorno em que a atividade será desenvolvida.
	Estratégico	ES	O impacto expande para fora da área de influência.
Tempo de ocorrência	Imediato	IM	O impacto surge no instante de implantação do empreendimento, ou da realização de uma ação ou atividade.
	Médio ou longo prazo	ML	O impacto é sentido depois de passado um certo tempo da implantação do empreendimento, ou da realização de uma ação ou atividade.
	Permanente	PE	Impacto que continua, depois de cessada a atividade que o produziu.
	Cíclico	CI	Quando o efeito ocorre em intervalos de tempo determinados ou variados.
	Temporário	TE	Quando o efeito tem duração determinada.
Reversibilidade	Reversível	RV	Quando o efeito do impacto é cessado por alguma ação ou atividade.
	Irreversível	IR	Quando o efeito do impacto permanece ao longo do tempo.
Incidência	Direta	DI	Resultante de uma simples relação de causa e efeito. O impacto fica limitado

			à zona de influência do empreendimento.
	Indireta	IN	Decorrente do impacto direto, seus efeitos correspondem aos efeitos indiretos das ações do projeto
Necessidade de mitigação	Mitigável	MI	Impactos que podem ser controlados por meio de medidas de mitigação.
	Não Mitigável	NM	Impactos que não podem ser controlados por medidas de mitigação.

\*Descartado por não fazer parte do objetivo deste estudo.

Fonte: Adaptado de Flogliatti et al. (2004) e Phillipi Jr et al. (2004)

#### 4.5.1 Seleção dos impactos ambientais significativos

Segundo a resolução do CONAMA 306 de 05/07/02, os impactos ambientais significativos é:

“Qualquer alteração de alta magnitude das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a capacidade de suporte do ecossistema e o uso direto dos recursos ambientais”.

Para a seleção dos impactos significativos, foram utilizados os critérios de magnitude e importância, classificando os impactos em “não significativo” (NS), “significativo” (S) e “muito significativo” (MS). A magnitude de um impacto diz respeito à sua extensão.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (2009), a magnitude corresponde ao grau de incidência de um impacto sobre determinado fator ambiental, e pode ser classificada como “grande, média ou pequena”.

No Quadro 6, apresentam-se os conceitos para magnitude e importância “grande, média ou pequena”.

Quadro 6 – Critérios utilizados na seleção dos impactos significativos

Critério	Classificação	Definição
Magnitude	Baixa/Pequena	Impacto cuja intensidade da alteração sobre o fator/componente é baixa.
	Média	Impacto cuja intensidade da alteração sobre o fator/componente é média.
	Alta/Grande	Impacto cuja intensidade da alteração sobre o fator/componente é alta.
Importância	Baixa/Pequena	Baixa significância do impacto sobre o fator ambiental afetado e, também, em relação a outros impactos;
	Média	Média significância do impacto sobre o fator ambiental afetado e, também, em relação a outros impactos;
	Alta/Grande	Alta significância do impacto sobre o fator ambiental afetado e, também, em relação a outros impactos;

Fonte: Adaptado de DNIT (2015)

Para a definição da magnitude e importância dos impactos ambientais identificados, foi estabelecida seguida a metodologia adaptada de Sá (2016), onde foi selecionado uma escala de valores inteiros com variação de 01 (um) a 10 (dez), em que estes valores correspondem a pesos atribuídos para cada impacto ambiental com base no entendimento dos conceitos de magnitude e importância, conforme se apresenta no Quadro 7.

Quadro 7 - Subcritérios utilizados para a determinação do nível de importância e da magnitude

Magnitude e Importância	Escala individual
Grande/Alta	]7 – 10]
Média	]4 – 7]
Baixa/Pequena	[1 – 4]

Fonte: Sá, 2016.

Os valores estabelecidos para a magnitude e a importância do impacto foram multiplicados e o valor total foi enquadrado na classificação definida para os impactos significativos a partir de uma escala de significância, variando de 1 a 100, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Escala para classificação quanto à significância

Significância	Siglas	Escala
Muito significativo	MS	]70 – 100]
Significativo	S	]40 – 70]
Não significativo	NS	[1 – 40]

Fonte: Sá, 2016.

#### 4.6 Estratégia de recuperação

Segundo as normativas, ao analisar os trabalhos já realizados e referências especializadas, foi possível propor as técnicas mais recomendadas atualmente para mitigação dos impactos ambientais.

O plano a ser seguido de recuperação foi adaptado de Ismael (2016), composta de três etapas gerais: identificação do tipo e intensidade da degradação, definição do uso futuro da área e determinação das técnicas de recuperação.

#### 4.7 Identificação do tipo e intensidade da degradação

Ter o entendimento do tipo e da intensidade da degradação é importante para se analisar o estado de degradação e as probabilidades de recuperação da área, seja de forma natural, seja por meio de intervenção antrópica. Aliás, essa verificação é indispensável para se projetar os possíveis usos futuros da área e, por consequência, a melhor opção de recuperação que permita uma funcionalidade adequada e sustentável (LUCENA, 2021).

As formas de degradação encontradas foram classificadas nos seguintes tipos: física, química, biológica e social. Já a intensidade de cada forma de degradação, foi definida de acordo com a sua classificação (tipo) e o seu nível de alteração (qualitativo e/ou quantitativo) nos componentes ambientais na área de influência, em: baixa, moderada, alta e muito alta, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Critérios de definição da intensidade da degradação da área

<b>Intensidade</b>	<b>Quantidade dos tipos de fatores alterados</b>
Baixa	1
Moderada	2
Alta	3
Muito alta	4

Fonte: Autoria própria, 2022.

#### **4.8 Definição do uso futuro para a área**

Acolhendo a missão de selecionar um uso futuro adequado e que possua viabilidade sob os aspectos sociais, técnicos, econômicos e ecológicos, foram avaliados fatores como localização, nível de degradação de cada área e a função exercida na estabilidade da fauna da região.

#### **4.9 Plano de monitoramento ambiental**

O plano de monitoramento ambiental tem por característica coletar de dados e informações sobre a recuperação, sendo primordial para determinar o nível de sucesso das técnicas e o que precisa ser revisto e/ou alterado. Trazendo a importância do PRAD nos permite concordar com a recuperação dos processos ecológicos nas áreas, o que auxilia no planejamento.

Futuramente à definição da estratégia de recuperação, foi proposto o monitoramento da área. Para finalizar essa etapa, foram definidos indicadores ambientais da área para cada um dos principais fatores ambientais, com embasamento nos resultados encontrados para os fatores ambientais mais degradados.

Por fim, foi proposto um cronograma de execução do monitoramento ambiental a ser executado.

##### *4.9.1 Prognóstico ambiental*

O prognóstico ambiental foi elaborado com o objetivo de descrever as condições que a área poderá apresentar após a sua recuperação. Adequar-se-á como base para o acompanhamento das etapas de recuperação, sendo usado para análise dos resultados esperados com a aplicação das técnicas propostas.

A elaboração do prognóstico foi realizada partindo-se do planejamento da

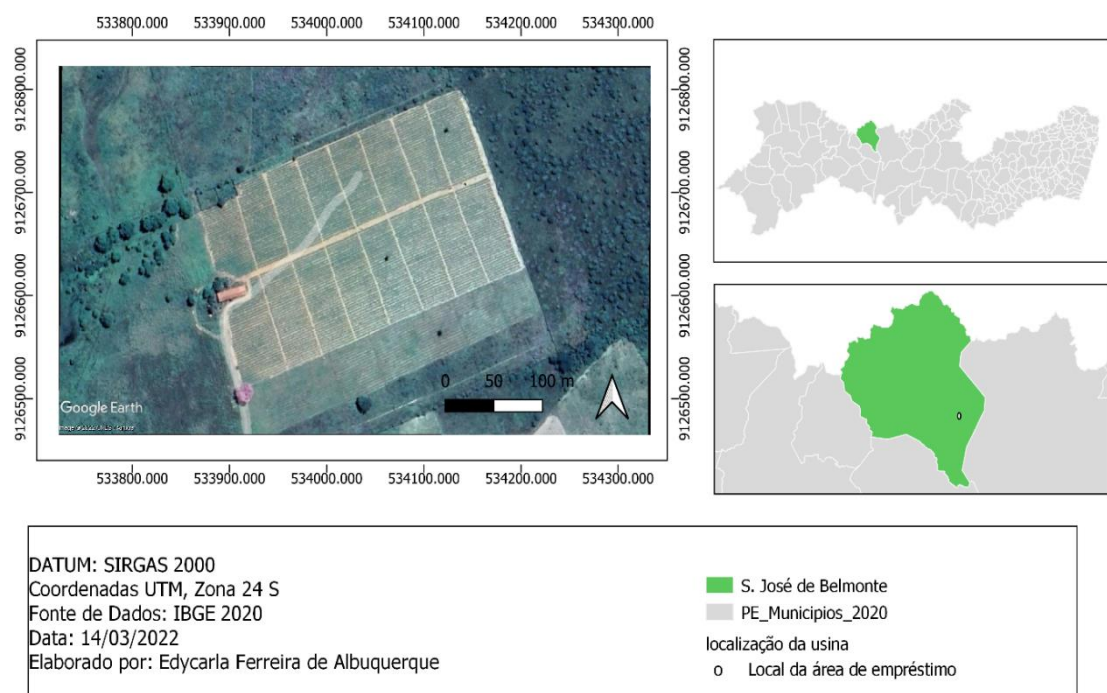
estratégia de recuperação e com o auxílio de consultas a trabalhos técnicos e científicos da literatura especializada.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização do empreendimento

A área do empreendimento escolhida para o estudo foi implantada no município de São José do Belmonte-PE. A implantação da usina fotovoltaica ampliará a disponibilidade energética da região com o acréscimo de 100MWN/1317MWP de potência instalada. A usina fotovoltaica será constituída, ocupando uma área de 252 hectares que equivale uma área de 367 campos de futebol, conforme a FIGURA 6.

Figura 5- Mapa de localização da área do empreendimento



Fonte: Autoria própria, 2022.

O acesso é feito a partir da rodovia federal PE-430, 12km à esquerda mais 3km, s/n, na Lagoa das Areias, Sítio Inveja.

A área de concentração do estudo é uma empresa privada que atua a mais de 20 anos de experiência no setor fotovoltaico e com mais de 120 projetos na Europa. A empresa privada



está no Brasil desde 2009, liderando o ranking da maior desenvolvedora de projetos solares da América Latina. Levando em conta com mais de 6 GW desenvolvidos, tornando-se os mais competitivos do mercado. (SOLATIO, 2022).

## **5.2 Levantamento do cenário de pré-degradação**

De acordo com relatos de servidores do empreendimento e moradores das proximidades do local, a área de estudo compreendia uma vegetação típica do Bioma Caatinga, com espécies nativas em recuperação, visto que já havia sido alterada por atividades humanas - por (agricultura e pecuária) - no passado era uma fazenda.

Com base nas fontes de informações utilizadas, foi possível caracterizar os seguintes componentes ambientais.

### *5.2.1 Meio Físico*

Com início em informações sobre o meio físico, foi possível inferir informações resumidas para os seguintes fatores ambientais: água, solo, relevo e paisagem.

A área da do Sítio Inveja, local onde foi implantado o empreendimento, possui relevo estável, pouco acidentado, refletindo o relevo regional do domínio geomorfológico da Depressão Sertaneja.

O relevo no local variava de moderado ondulado. O solo era coberto de vegetação típica da Caatinga, com uma baixa variedade de espécies.

A paisagem apresentava atributos naturais que representava, principalmente, as condições do relevo e da vegetação comumente encontrados na Caatinga.

#### **5.2.1.1 Ar**

Por sua vez, a empresa contratada para a implantação da usina fotovoltaica não dispunha de instrumentos de monitoramento da qualidade do ar, nem de dados sobre o mesmo, sabe-se que a implantação das placas fotovoltaicas, e o tráfego intenso de máquina e veículos, além da ação natural do próprio vento provocam a emissão de gases e particulados alterando a qualidade desse componente ambiental.

Com ação dos ventos intensifica o lançamento de poeira no ambiente que pode ser carregada a grandes distâncias devido à ausência de barreiras vegetais. O material particulado

no ar, dependendo do seu diâmetro, poderá provocar sérios problemas ambientais e na saúde da população do entorno.

Portanto, a empresa prestadora de serviço, visando mitigar esse desconforto causado pelo material particulado da obra, a cada hora caminhões pipa passam nas estradas fazendo a umectação das vias de acesso da obra, como mostra a Figura 7.

Figura 6- Caminhões fazendo a umectação das vias de acesso da obra no sítio Inveja



Fonte: UFVBONNOME, 2021

Via de acesso próximo às residências e que serve de caminho de serviço sendo umectada, ação de mitigação à suspensão de poeira, Sítio Inveja, São José do Belmonte -PE.

### 5.2.2 Meio Biótico

Observou-se no entorno da área de estudo a presença de espécies vegetais típicas do Bioma Caatinga, nos estágios primário e secundário da sucessão ecológica, com predominância do primeiro. Provavelmente, essas espécies ocupavam as áreas de empréstimo antes da degradação.

Na TABELA 1, está apresentado o nome vulgar, nome científico e hábito das espécies vegetais diagnosticadas na área de entorno.

Tabela 1-Espécies vegetais no entorno das áreas de empréstimo

<b>Nome Vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Habíto</b>
Jurema Preta	<i>Mimosa tenuiflora (willd.)Poir.</i>	Arbórea
Mandacarú	<i>Cereus jamacaru</i>	Arbustiva
Malva branca	<i>Sida sp.</i>	Arbustiva
Campim navalha	<i>Hypolytrum pungens</i>	Hebácea
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro Mart.</i>	Arbórea
Cansanção	<i>Urera baccifera (L.) Sand.</i>	Arbustiva
Pau de cerrote	<i>Hoffmanseggia falcaria</i>	Arbórea
Capim colonial	<i>Panicum maximum</i>	Hebácea
Xique- xique	<i>P. gounellii</i>	Arbustivo
Salsa	<i>Ipomoea asrifolia</i>	Hebácea

Fonte: Adaptado de Ismael, 2014

No momento em que o diagnóstico da vegetação foi realizado no mês de novembro, que estar compreendido no período seco da região em estudo, por sua vez, algumas espécies vegetais não foram identificadas, no período de seca, as folhas da vegetação caem, tornando mais difícil a identificação de tais espécies. Tendo em vista, a possibilidade que pode justificar a ausência de algumas espécies é a supressão da vegetação devido a atividades como o desmatamento.

Com tudo, sabe-se que já existiram outras espécies vegetais, de acordo com a análise do diagnóstico ambiental realizado por Lima e Leite (2011) na área de estudo. Entre as espécies citadas no referido estudo, destacam-se as apresentadas na TABELA 2.

Tabela 2-Espécies vegetais diagnosticadas na área do empreendimento

<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>
Jurema-branca	<i>Piptadenea stipulacea</i> (Benth)
Marmeleiro	<i>Croton blanchatianus</i> Baill
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.)
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>
Aroeira	<i>Astronium urendeuva</i>
Baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i>
Craibeira	<i>Tabebuia caraíba</i>
Quixabeira	<i>Bumelia sartorum</i>
Faveleira	<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>
Maniçoba	<i>Manihot</i> sp.
Facheiro	<i>Pilosocereus piauhyensis</i>

Fonte: Autoria própria, 2022

Como esperado, na área instalada com painéis fotovoltaicos, dificilmente haverá ocorrência de espécies de fauna e flora local. Segundo Cruz (2018) é esperado que o afugentamento de fauna aparece com duração temporária, pois os ruídos e vibrações advindas da fase de instalação do empreendimento afastam as espécies do seu habitat natural, sendo assim, ao início da operação do empreendimento ocorre a diminuição da movimentação de veículos e pessoas, reduzindo as perturbações no habitat dos animais (SANCHES, 2013)

Algumas espécies fauna foram diagnosticadas na área do entorno, conforme demonstrado na TABELA 3.

Tabela 3- Espécies faunísticas diagnosticadas na área do empreendimento

<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>
Cobra-verde	<i>Philodryas aestivus</i>
Tejo	<i>Tupinambis merianae</i>
Calango	<i>Cnemidophorus acellifer</i>
Lagartixa	<i>Tropidurus torquatus</i>
Teu-téu	<i>Vanellus chilensis</i>
Golado	<i>Sporophila albogularis</i>
Bem-te-vi	<i>Pitangus sulphuratus</i>

Gralha – Cancã	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>
Coruja	<i>Tyto alba</i>
Carcará	<i>Caracara plancus</i>

Fonte: Autoria própria, 2022

### 5.2.3 Meio Antrópico

A área natural, anteriormente à degradação, em sua maioria, era ocupada por vegetação arbórea, parte por vegetação arbustiva e herbácea, e o restante por solo exposto.

#### 5.2.3.1 Saúde

Mediante a visita técnica (in loco) foi constatado que, a empresa responsável fazer o monitoramento dos gases e poeira emitidos durante o tráfego automotivo podendo causar doenças respiratórias nas pessoas (trabalhadores e moradores do entorno) devido à inalação do ar poluído. Os dados são colhidos e enviados ao órgão regulamentador CPRH em Pernambuco.

Segundo a Resolução Conama nº 491/2018, poluente atmosférico é qualquer forma de matéria – levando em conta sua quantidade, concentração, tempo ou outras características – capaz de tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público ou às atividades humanas cotidianas, prejudicial à segurança ou uso da propriedade, além de danoso aos materiais, à fauna e à flora. Assim, são importantes para o estudo da qualidade do ar as substâncias que geram danos à saúde, à fauna e à flora, assim como às atividades humanas (MMA, 2021).

#### 5.2.4 Social

A empresa dispõe de um programa de comunicação social, no qual foi estabelecido um espaço para inter-relacionamento entre empreendedor, trabalhadores e a população, criando mecanismos de comunicação e interação com as diversas instituições representativas da população bem como as diferentes comunidades presentes na área de influência do empreendimento, sobre todas as etapas de implantação e os impactos ambientais e sociais gerados, permitindo o despertar de uma consciência participativa e democrática.

Desse modo, trabalhar conflitos e integrar conhecimentos, valores, atitudes e ações, buscando condutas ambientais adequadas para agir individual e coletivamente, que reflete não somente ao empreendimento, mas também a toda sociedade local.

A empresa inseriu o programa de educação ambiental, com o objetivo de envolver a comunidade e difundir conhecimento sobre a valorização dos recursos naturais e a necessidade de preservação da biodiversidade da região juntamente com as questões ambientais inerentes à implantação da usina fotovoltaica, o que é uma excelente ferramenta para busca de soluções para as problemáticas ambientais e fortalecimento da cidadania.

A participação da comunidade foi feita através da realização da identificação de Stakeholders, reuniões, minicursos, oficinas, distribuição de material informativo, plantio simbólico e interação com os alunos da Escola Municipal José Pires da Silva, localizada na comunidade do Sítio Inveja, São José do Belmonte-PE, como mostra na Figura 8.

Figura 7- Programa de educação Ambiental



Fonte: Autoria própria, 2021.

### 5.2.5 Econômico

A usina solar fotovoltaica é um projeto para a produção e venda de energia elétrica. A produção de energia acontece através de painéis fotovoltaicos (placas solares), que convertem a energia solar em energia elétrica.

Para execução da obra da usina foi recorrente a busca de mão-de-obra local ou regional, possibilitando melhorias na qualidade de vida das comunidades próximas e em populações da região. Esta melhoria é tanto financeira/material quanto emocional.

O setor da energia solar fotovoltaico é o que mais emprega pessoas desde 2016, gerando empregos em torno de 3,8 milhões de pessoas em 2019 aproximadamente, nesse mesmo ano o Brasil ocupava o oitavo lugar no ranking dos países que mais empregaram pessoas no setor de energia solar IRENA (2020a).

### **5.3 Diagnóstico ambiental simplificado**

Há aproximadamente quatro anos, as áreas de estudo foram utilizadas como áreas de empréstimo, fazendo com que a vegetação e camada superficial do solo fossem retirados das áreas para implantação da Usina Fotovoltaica em São José de Belmonte-PE. O que antes era ocupado por vegetação e fauna da Caatinga deu espaço a um cenário de degradação.

A seguir, será apresentado um diagnóstico atual qualitativo e quantitativo da área em estudo para os meios físico, biótico e antrópico, que abrange o cenário de pós-degradação da área.

#### *5.3.1 Meio físico*

Nas localidades de empréstimo, foram identificados alguns componentes ambientais em processo de degradação: solo, água, relevo e paisagem. Em sequência, será descrita a situação de degradação física da área, ocasionada principalmente pela extração de solo.

##### *5.3.1.1 Solo*

Na Figura 8 observa-se que os solos na área do empreendimento apresentam-se como pouco desenvolvidos, rasos, com pouca vegetação, área está totalmente antrópica com pouco vestígio de vegetação rasteira. Devido a remoção de espécies arbóreas e compactação do solo.

Figura 8- Erosão laminar nas áreas de empréstimo



Fonte: UFVBONNOME, 2021

Figura 9- Trafégo automotivo de grande porte durante



Fonte: UFVBONNOME, 2021



Devido a implantação dos painéis fotovoltaicos ocorrem intervenções na área natural, com a remoção da vegetação original; terraplanagem com inclinação de 5%; montagem das estruturas de fixação metálicas a ~ 1m do solo; fixação das estruturas em bases de concreto ou estacas; instalação de inversores; transformadores e caixas de junção a cada 1 MW sobre a base de concreto; escavação de canaletas para cabeamento elétrico e de dados (PERRAZZOLI, 2017).

Entendendo que o solo é um recurso natural indispensável à vida humana e essencial para o equilíbrio do meio ambiente. Nesse contexto, o objetivo do programa controle de erosão e assoreamento é a caracterização dos cenários com erosão do local do empreendimento, além de propor medidas corretivas, preventivas e de monitoramento dos processos erosivos, conforme a Figura 11.

Figura 10- Programa de controle de erosão e assoreamento



Fonte: UFVBONNOME, 2021

### ***5.3.1.2 Assoreamento de corpos hídricos***

Na área de empréstimo há reservatórios de águas próximo ao local. Além disso, a ausência da vegetação no solo promove o transporte de sedimentos ocasionando o assoreamento dos corpos d'água, conforme a Figura 12.

Figura 11– Localização dos corpos hídricos ao entorno da área de empréstimo



Fonte: Adaptado Google Earth Pro, 2022

As atividades de supressão é remoção da vegetação, e em seguida, facilita formação de erosão laminar no interior das áreas, degradação a água superficial. Ocorre a fragmentação dos canais naturais de drenagem, que são soterrados, impedindo o curso natural das águas.

Visando tais problemas a empresa fez sistemas de drenagem na área de empréstimo da implantação da usina, buscando melhorar o escoamento do fluxo das chuvas, com intuito de amenizar problemas de erosão no solo.

Os principais impactos no solo causados pela abertura de áreas de empréstimo para retirada de solo estão associados ao surgimento e/ou agravamento de processos erosivos que ocorrem com a supressão da vegetação. Assim, com as atividades de supressão da vegetação e as escavações, foram geradas alterações no relevo das áreas, expondo ainda mais o solo, e consequentemente favorecendo o aumento dos processos erosivos.

### **5.3.1.3 Paisagem**

A paisagem no local da área de estudo antes composta por vegetação do Bioma Caatinga encontra-se alterada devido a supressão vegetal e pela implantação das placas fotovoltaicas Figura 13. A localização do empreendimento na zona rural acaba produzindo um impacto visual para as pessoas que vivem e transitam por esse trecho.

Figura 12– Vista superior da área do empreendimento



Fonte: UFVBONNOME, 2021

### 5.3.2 Meio biótico

#### 5.3.2.1 Fauna

A vegetação característica da maior parte da comunidade sítio Inveja é a caatinga arbustiva densa ou aberta. A área do empreendimento não possui qualquer tipo de vegetação nativa ou remanescente de Caatinga arbórea ou arbustiva

Durante o estudo foi verificada a alta inerência antrópica na região, tornando estes remanescentes em verdadeiros mosaicos, principalmente de espécies pioneiras e nativas do bioma foco. Traz relevância destacar que não foram realizadas atividades de supressão vegetal na Área Diretamente Afetada (ADA) durante a implantação do UFV sítio Inveja.





Do ponto de vista faunístico (animais), a área de interesse se caracteriza principalmente pela ocorrência de animais de hábitos generalistas (que se adaptam muito bem em diferentes locais).



Em relação aos animais, foram registradas em campo o resgate de 2.214 espécies durante a implantação do empreendimento. Do total registrado durante as campanhas, as espécies foram encontradas nas áreas de influência direta do empreendimento e outras espécies no entorno.

Com ação antrópica no local, parte da fauna típica do ambiente se dispersou para outros




locais quando o seu hábitat foi modificado. No que se refere às espécies da fauna encontradas na área de entorno, não foi possível contar com meios e equipamentos específicos para identificação, justifica o limitado número de espécies apresentadas e as imagens apenas ilustrativas. Nos Quadro 8 e 9, estão algumas espécies encontradas na área do entorno do empreendimento.

Quadro 9- Espécies faunísticas na área de empréstimo (continua)

Nome vulgar	Nome científico	Foto ilustrativa
Rolinha branca	<i>Columbina picui</i>	
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	
Anum branco	<i>Crotophaga ani</i>	
Corre campo	<i>Thamnodynastes pallidus</i>	

Lagartixa	<i>Tropidurus torquatus</i>	
Lagartixa	<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	

Quadro 10- Espécies faunísticas na área de empréstimo (conclusão)

Nome vulgar	Nome científico	Foto ilustrativa
Gralha-Cancã	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	
Bem-te-vi	<i>Pitangus sulphuratus</i>	
Golado	<i>Sporophila albogularis</i>	

Papa-lagarta	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	
Formiga cortadeira	<i>Attini</i>	
Tejo	<i>Tupinambis merianae</i>	

Fonte: Adaptado ARAÚJO, 2021




### 5.3.2.2 Flora

A flora da área natural da região da local foi prejudicada com a supressão vegetal nas áreas de empréstimo e a abertura dos caminhos para estrada da usina.




O acervo vegetal no entorno das áreas de empréstimo possui uma baixa diversidade, o que indica um quadro crítico de desequilíbrio ambiental. Na Quadro 10, apresentam-se as espécies vegetais presentes na área de entorno das áreas de empréstimo.







Quadro 11-Espécies vegetais no entorno das áreas da usina fotovoltaica (continua)



<b>Nome popular</b> Mandacaru	<b>Nome popular</b> Pinhão bravo	<b>Nome popular</b> Jurema preta
<b>Nome científico</b> <i>Cereus jamacaru</i>	<b>Nome científico</b> <i>Jatropha molissima</i>	<b>Nome científico</b> <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.
Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.
		
<b>Nome popular</b> Mufumbo	<b>Nome popular</b> Pereiro	<b>Nome popular</b> Pau de serrote
<b>Nome científico</b> <i>Combretum</i> <i>Leprosium</i>	<b>Nome científico</b> <i>Aspidosperma</i> <i>pyrifolium</i>	<b>Nome científico</b> <i>Hoffmanseggia Falcaria</i>
Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.

Quadro 12- Espécies vegetais no entorno das áreas de empréstimo (conclusão)

		
<b>Nome popular</b> Capim navalha	<b>Nome popular</b> Feijão bravo	<b>Nome popular</b> Angico
<b>Nome científico</b> <i>Hypolytrum Pungens</i>	<b>Nome científico</b> <i>Centrosema Latissimum</i>	<b>Nome científico</b> <i>Anadenanthera</i> <i>Macrocarpa</i>

Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.
		
<b>Nome popular</b> Capim arroz	<b>Nome popular</b> Capim colonial	<b>Nome popular</b> Oiticica
<b>Nome científico</b> <i>Echinochloa crus-gavonis</i>	<b>Nome científico</b> <i>Panicum maximum</i>	<b>Nome científico</b> <i>Licania rígida Benth</i>
Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.
		
<b>Nome popular</b> Malva branca	<b>Nome popular</b> Salsa	<b>Nome popular</b> Xique-xique
<b>Nome científico</b> <i>Sida sp.</i>	<b>Nome científico</b> <i>Ipomoea asarifolia</i>	<b>Nome científico</b> <i>Pilosocereus gounellei</i>
Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.	Fonte: Imagens da internet, 2022.

Fonte: Adaptado ARAÚJO. 2021

A vegetação que foi encontrada na área de implantação da usina solar fotovoltaica está demarcada por um mosaico diversificado de uma paisagem resultante dos contatos estabelecidos entre os domínios fitogeográficos da Caatinga, resultante da formação de intrincados padrões de distribuição das espécies e de arranjos estruturais da vegetação em uma mesma área geográfica (AGUIAR *et al.*, 2022).



### *5.3.3 Meio antrópico*

#### **5.3.3.1 Uso e ocupação do solo**

Em períodos longos de seca na região e a vulnerabilidade da (An), naturalmente, se tem uma redução da malha arbórea, além disso, a supressão de vegetação nas áreas de empréstimo e na estrada expõe o solo que já se encontra fragilizado, causando um impacto ambiental negativo ainda maior, acelerando os processos erosivos e alterando o relevo e a paisagem.

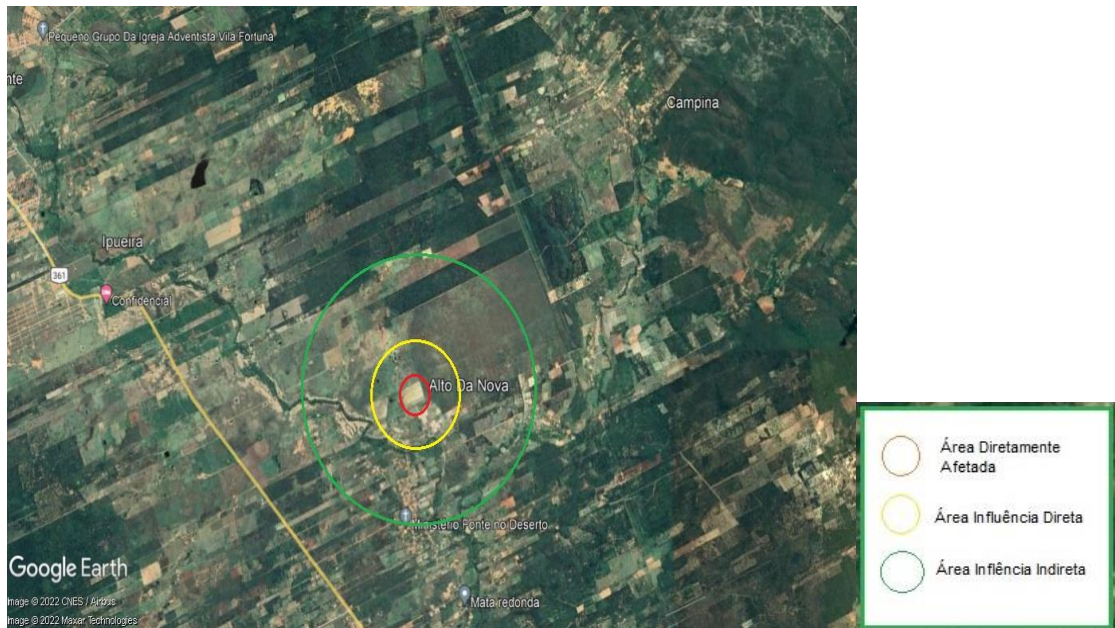
## **5.4 Identificação dos impactos ambientais significativos**

### *5.4.1 Identificação das áreas de influência*

Como se pode observar na Figura 14, a área de influência diretamente afetada (ADA) corresponde ao local onde foi implantado a usina fotovoltaica. A área de influência direta (AID) foi definida com um raio de 3 km no entorno do empreendimento, constitui o local onde são sentidas as alterações no meio ambiente e atingem os moradores do entorno. Como o empreendimento é considerado de médio porte, a área de influência indireta (AII) compreende um raio de 8 km do seu entorno, correspondendo toda a comunidade local do município de São José de Belmonte.

Para a demarcação das áreas de influência do empreendimento, foram realizadas visitas in loco e através do software Google Earth Pro para delimitação da área.

Figura 13 – Áreas de influência do empreendimento



Fonte: Adaptado do *Google Earth Pro*, 2022

Atualmente, o empreendimento está em fase de operação, sendo que, para chegar nesta fase, foi necessário um conjunto de atividades que envolveram as fases de planejamento e instalação, respectivamente sua desativação futura. Essa pesquisa foi feita a partir de TURKEY; FTHENAKIS (2011); GEOCONSULT (2012); REIS (2015); BARBOSA FILHO (2015); FERREIRA et al. (2016); MARIANO et al., (2016). A seguir, o Quadro 13 apresentam-se descritas as atividades em cada fase do empreendimento, com os principais aspectos e impactos ambientais na área de estudo.

Quadro 13- Principais aspectos e impactos ambientais relacionados às usinas fotovoltaicas.

	<b>Aspectos Ambientais das UFV</b>	<b>Impactos Ambientais em Potencial</b>	<b>Meio<sup>1</sup></b>
<b>Implantação</b>	Terraplanagem e movimentação do solo	Erosão do solo devido à alteração da topografia e exposição do solo	MF
	Construção de vias de acesso (não pavimentadas)	Assoreamento de cursos hídricos	MF
	Montagem das estruturas metálicas de sustentação dos módulos	Geração de resíduos da construção civil	MF
	Conexão dos painéis, dos inversores e das estruturas de suporte, que utiliza solda e chumbo	Possível contaminação do solo	MF
	Instalação dos módulos	Possível contaminação do solo	MF
	Geração de resíduos de construção civil	Possível contaminação do solo	MF
	Área ocupada pela UFV	Impacto visual	MF
		Alteração do uso do solo natural	MF
	Supressão de vegetação	Perda da cobertura vegetal original	MB
		Redução do habitat natural de espécies vegetais e animais	MB
		Afugentamento da fauna	MB
		Riscos de acidentes com animais	MB
	Aumento do tráfego de veículos leves e pesados no entorno e interior da área de implantação	Redução na abundância populacional através do atropelamento de fauna	MS
	Demanda por mão de obra	Geração de empregos diretos e indiretos	MS
Desenvolvimento da qualificação da população do entorno		MS	
Aumento da atividade econômica	Aumento da arrecadação de impostos	MS	
	Aumento de demanda por serviços públicos (saúde, educação, infraestrutura, moradia)	MS	
	Valorização imobiliária	MS	
	Aumento do fluxo de veículos nas estradas locais	MS	
<b>Operação</b>	Área ocupada pela UFV	Restrição de ocupação no entorno da UFV, para evitar sombreamento	MF
		Aumento da susceptibilidade à erosão do solo devido ao maior escoamento superficial	MF
	Consumo de água para limpeza dos módulos	Aumento do volume de escoamento superficial de água (requer construção de sistema de drenagem e contenção da água da chuva)	MF
		Cercamento da área (segurança)	Restrição à circulação de certas espécies animais

	Sombreamento do solo pelos painéis FV	Alteração do microclima para a vegetação rasteira e pequenos animais	MB
	Geração de energia renovável	Melhoria na oferta de energia elétrica	MS
		Complementariedade com relação a outras fontes de geração de energia elétrica (aumento da confiabilidade do sistema de geração de energia elétrica).	MS
		Emissões de GEE evitadas	MF
<b>Desativação</b>	Desmobilização da UFV	Geração de resíduos eletrônicos contendo metais pesados (chumbo, cromo, compostos bromados)	MF
		Geração de resíduos sólidos como vidro	MF
		Contaminação do solo e ambiente com metais pesados	MF

Notas: 1 – MF: Meio Físico; MB: Meio Biótico; MS: Meio Socioeconômico.

Fonte: Adaptado PERAZZOLI, 2017.

No Quadro 14, apresentam os impactos ambientais significativos identificados, ocorrentes (*in loco*) e potenciais, nos respectivos fatores ambientais para os meios Abiótico, Biótico e Antrópico.

Quadro 14- Matriz de interação dos impactos ambientais

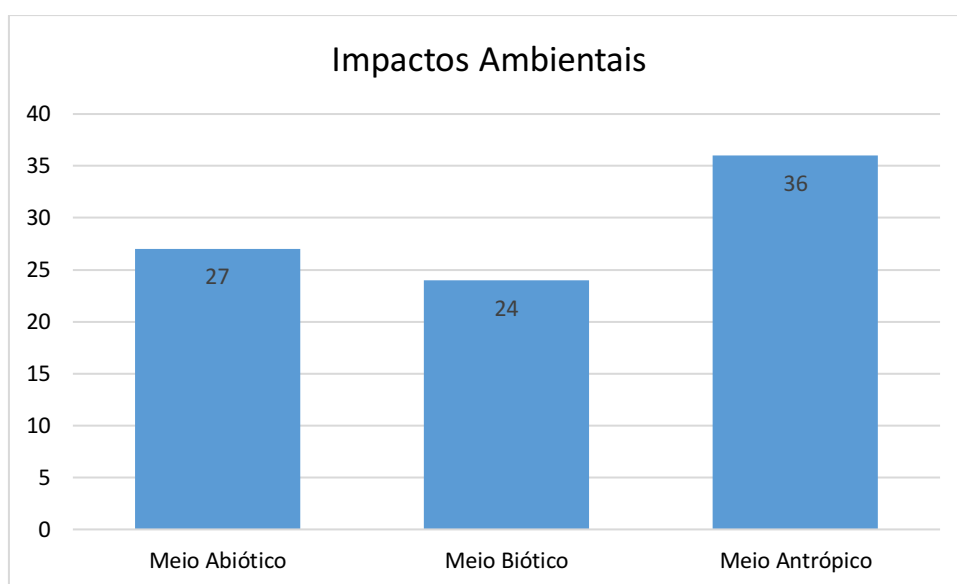
Impacto ambiental	Critério e Classificação						Fatores ambientais										Peso		Cálculo do índice	
	Valor	Espaço de ocorrência	Tempo de ocorrência	Reversibilidade	Incidência	Possibilidade de mitigação	Meio abiótico					Meio biótico		Meio antrópico						
							Água	Solo	Paisagem	Ar	Recursos hídricos	Fauna	Flora	Saúde	Social	Econômico	Magnitude	Importância		
																			Magnitude X Importância	Significância
Aceleração dos processos erosivos	N	LO	IM, ML e PE	RV	D	MI	X	X	X		X	X	X				4	6	24	NS
Compactação do solo	N	LO	ML e PE	RV	D	MI	X	X	X		X	X	X				6	8	48	S
Perturbação da fauna local	N	LO	IM, ML e PE	RV	D	MI						X	X		X	X	5	7	35	NS
Afugentamento da fauna local	N	LO, RE	IM, ML e PE	RV	D	MI						X	X		X	X	5	7	35	NS
Perda de espécies vegetais e animais	N	LO	ML e PE	IR	D	NM		X	X		X	X	X	X	X	X	7	9	63	S
Perda de habitat para fauna	N	LO	IM, ML e PE	RV	D	MI						X			X	X	6	8	48	S
Assoreamento do corpo hídrico	N	LO, RE	ML e PE	RV	IN	MI	X	X	X		X		X	X	X	X	6	8	48	S
Alteração do relevo local	N	LO	IM, ML e PE	IR	D	NM	X	X	X		X		X				3	5	15	NS

Alteração de padrão cênico da paisagem (mudança da paisagem)	N	LO	IM, ML e PE	IR	D	NM		X	X						X		6	8	48	S
Destruição da vegetação	N	LO	IM, ML e PE	IR	D	NM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8	9	72	MS
Redução de espécies da fauna local	N	LO	IM, ML e PE	RV	D	MI						X	X		X		5	8	40	S
Alteração no fluxo de água superficial pelo soterramento dos canais naturais de drenagem	N	LO,RE	ML e PE	IR	IN	MI	X	X			X		X		X	X	5	9	45	S
Alteração das características físicas, químicas e biológicas do solo	N	LO, RE	IM, ML e PE	RV	D	MI	X	X	X		X	X	X	X	X	X	6	6	36	NS
Indução à alteração do padrão local de uso e ocupação do solo	N	LO	ML e PE	RV	IN	MI		X	X						X	X	4	7	28	NS
Incertezas e expectativas da população de entorno	N	LO	IM e ML	RV	D	MI								X	X	X	5	8	40	S
Interferência no tráfico local	N	LO	IM	RV	D	MI						X		X	X	X	6	7	42	S
Geração de ruído	N	LO	IM	RV	D	MI						X	X	X	X	X	8	8	64	MS
Riscos de acidentes no trabalho	N	LO	IM, ML e PE	IR	D	NM						X		X	X	X	7	7	49	S

Legenda: NS - Não Significativo; S - Significativo, MS - Muito Significativo; P - Positivo, N - Negativo; LO - Local, RE - Regional; ES - Estratégico; IM - Imediato, ML - Médio Longo Prazo; PE - Permanente, TE - Temporário, CI - Cíclico; RV - Reversível; IR - Irreversível; D - Direta; IN - Indireta; MI - Mitigável; NM - Não Mitigável.

Ao total foram identificados 87 (oitenta e sete) impactos ambientais, sendo 27 (vinte e sete) sobre o Meio Abiótico, 24 (vinte e quatro) sobre o Meio Biótico e 36 (trinta e seis) sobre o Meio Antrópico, considerados como de possibilidade relevante de ocorrência, cuja análise foi resumida na Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais. verificou-se que o meio mais alterado foi o antrópico, seguido do abiótico, e por fim o biótico (Figura 15).

Figura 14- Análise quantitativa dos meios alterados com os impactos ambientais



Fonte: Autória própria, 2022.

Á classificação dos impactos ambientais foi observada a identificação de 119 impactos ambientais e, como a atividades desde a implantação da usina fotovoltaica, considerada irregular, todos os impactos foram classificados de acordo com seu valor, em impactos negativos. Apresenta-se, no Quadro 14, a classificação dos impactos ambientais realizadas para este estudo.

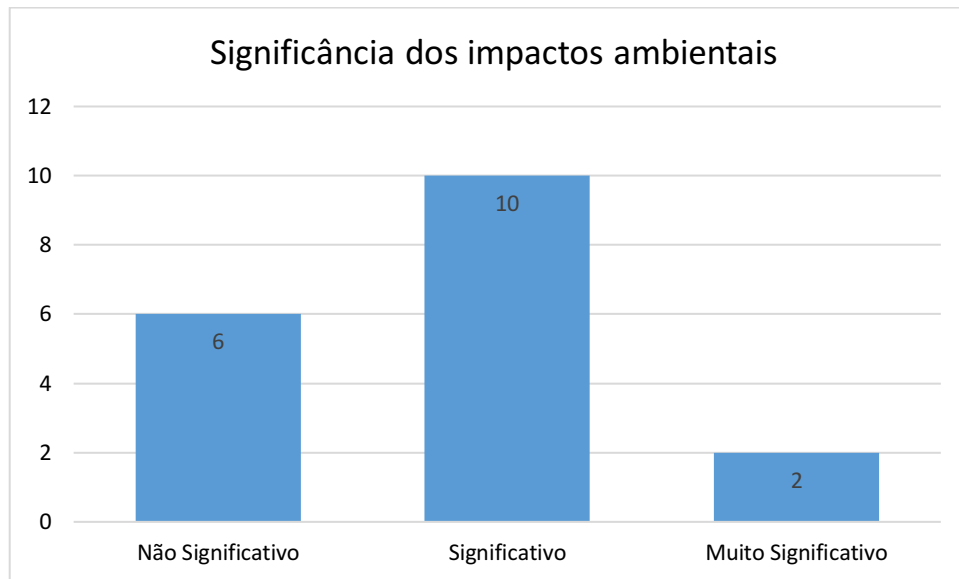
No espaço de ocorrência foram diagnosticados 18 (dezoito) impactos no Local, 4 (quatro) Regional. Diante do tempo de ocorrência com 11 (onze) Imediato, 16 (dezesesseis) a Médio Longo Prazo e 15 (quinze) impactos Permanentes. Com relação a reversibilidade com 12 (doze) impactos Reversíveis e 6 (seis) Irreversíveis. Quanto à incidência, foi observado um total de 15 (quinze) impactos Diretos, 3 (três) são impactos Indiretos. Quanto a possibilidade de mitigação observou-se 13 (treze) impactos Mitigáveis e 6 (seis) Não-Mitigáveis.

Á seleção dos impactos significativos apresenta-se, no Quadro 14, a seleção dos impactos ambientais identificados em “não significativos”, “significativos” e “muito significativos”, considerando a extensão do impacto e sua necessidade de mitigação. Vale

salientar que, sendo realizada por uma equipe multidisciplinar, esta avaliação iria conter critérios mais abrangentes, portanto, com uma maior fidelidade.

Dentre os 18 (dezoito) impactos identificados, foram classificados como “não significativos” 6 (seis), “significativos” 10 (dez) e “muito significativo” 2, como visto na Figura 16.

Figura 15- Gráfico de significância dos impactos ambientais



Fonte: Autória própria, 2022.

## 5.5 Estratégia de Recuperação

As estratégias para recuperação serão apresentadas em uma perspectiva futura, já que o empreendimento foi inaugurado em fevereiro desse ano corrente. Em uma possível desativação após 30 anos, estas medidas de recuperação são orientadas para recuperação do solo, tornando um habitat favorável para fauna e flora local.

A recuperação ambiental de maneira espontânea ou natural, denominada por sucessão ecológica, é um processo que tende a ter um tempo de recuperação muito lento. Dessa forma, para acelerar a recuperação, é necessário que ocorram intervenções antrópicas, de maneira a tentar devolver o equilíbrio ambiental da área, por meio de técnicas de recuperação.

Para a determinação das técnicas e procedimentos de recuperação ambiental, a Resolução SMA n. 47 de 26 de novembro 2003 fixa orientações para reflorestamento de áreas degradadas e dá providências correlatas. No seu Art 8º, que se refere aos aspectos de execução dos trabalhos de recuperação ambiental, uma das orientações é que a área de recuperação deverá ser isolada dos fatores de degradação.



Com a delimitação das áreas de empréstimo, deve ser realizado o cercamento das mesmas de forma a isolar o local. O isolamento é necessário, durante a implantação das demais técnicas de recuperação, para que nenhum fator degradante possa prejudicar o andamento e a consolidação da recuperação ambiental.

É indicado após a desativação da usina fotovoltaica realizar análise do solo, para observar que os valores de porosidade das áreas de empréstimo for em média menores que os resultados da área natural. Com isso, a atividade de aração do solo é necessária para a melhora da sua qualidade produtiva e ambiental, especialmente da aeração e capacidade de infiltração de água.

A aração deve ser realizada com arado ou maquinário especializado. Essa prática visa revolver o solo com o intuito de descompactá-lo, viabilizando um melhor desenvolvimento das raízes das plantas. Além da descompactação, a aração vai possibilitar o desenvolvimento de organismos úteis, como as minhocas, e seguindo de acordo com a necessidade, a possibilidade da incorporação de matéria orgânica e nutrientes.

Com relação a adubos verdes são plantas com características que possibilitam a melhoria em médio e longo prazo de propriedades físico-químicas do solo. A adubação verde promove alguns benefícios como melhora na capacidade produtiva do solo e aumento da sua fertilidade (CPA, 2011).

Essa prática pode ser realizada com diversas espécies vegetais, porém cada uma delas apresenta características diferentes como: produção de massa vegetal, tempo de decomposição e velocidade de crescimento.

Os organismos do solo desempenham um importante papel em cultivos orgânicos de *Crotalaria juncea* e estão associados com a conservação natural do ambiente (Tavares et al, 2011).

De acordo com as características do clima da caatinga e com CPA (2011), as culturas mais indicadas para as condições ambientais, são as espécies: crotalária juncea (*crotalaria juncea l.*), feijão-de-porco (*canavalia ensiformis*) e milho (*pennisetum glaucum*).

Segundo CPA (2011), após o processo de aração e preparo do solo, deve-se prosseguir com a semeadura da cultura escolhida para adubação verde. Deve ser feita em época do ano favorável, o que está associado ao aproveitamento adequado da água, temperatura e luz, que são fatores que interferem diretamente na produção de massa verde, ramos e folhas.

A forma de manejo adequada para o objetivo de recuperação ambiental nesse caso é a incorporação do adubo verde ao solo. Essa incorporação deve ser feita superficialmente (10 a

15 cm de profundidade), pelo menos três semanas antes das espécies nativas no reflorestamento, para a decomposição do material e não intoxicar as culturas.

Após as etapas anteriores serem realizadas, recomenda-se que sejam implantadas mudas de espécies nativas do próprio local, de acordo com a indicação proposta no Quadro 14, pois, além de reconstituir com mais fidelidade o ambiente original, as plantas nativas se adaptam mais facilmente ao ambiente. No QUADRO 9, apresentam-se espécies vegetais sugeridas para serem utilizadas para o reflorestamento da área de estudo.

Quadro 15- Espécies vegetais indicadas para reflorestamento.

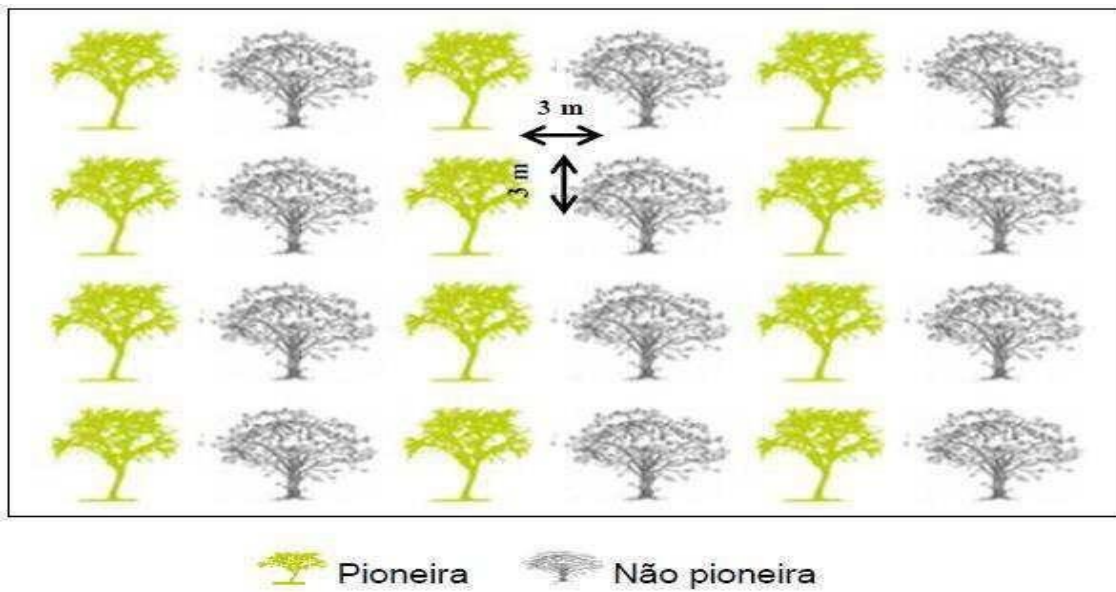
Nome vulgar	Nome científico	Sucessão ecológica
Jurema preta	<i>Mimosa</i>	Primário
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>	Primário
Angico	<i>Anadenanthera</i> <i>Macrocarpa</i>	Secundário
Mufumbo	<i>Combretum Leprosum</i>	Primário
Pau de cerrote	<i>Hoffmanseggia Falcaria</i>	Primário
Catingueira	<i>Poincianella bracteosa</i>	Secundário

Fonte: Autoria Própria, 2022.

Segundo Ismael (2016), as espécies vegetais devem ser implantadas em mudas seguindo o plantio em linhas alternadas de espécies pioneiras e não pioneiras, essencialmente em contorno. Isso contribui com o sombreamento regular, provocando maior proteção das não pioneiras à luz e propagando maior eficiência em seu desenvolvimento. O plantio em contorno reduzirá a ocorrência de erosão acelerada e ajudará na conservação do solo e da água, o que favorece o desenvolvimento vegetal.

Para fazer o plantio das espécies vegetais, indica-se escavar covas de 30 a 40 cm de profundidade em algumas espécies secundárias. O espaçamento entre as mudas sugerido é de 03 m entre plantas e de 03 m entre linhas. Segundo Barbosa (2006), este espaçamento propicia o sombreamento mútuo que aumenta as chances de sobrevivência e estimula o crescimento em altura. A disposição das mudas e o espaçamento devem obedecer ao esquema ilustrativo apresentado na Figura 17.

Figura 16- Distribuição das espécies vegetais para a recuperação da área



Fonte: Chaves, 2007

O plantio das espécies deve ser feito na época de plantio mais adequado à escolha da espécie, ou no período seco, caso haja possibilidade de irrigação.

É recomendável que se faça a capina e/ou ceifa de plantas invasoras na área pelo menos três vezes no primeiro ano e sempre que necessário a partir do segundo ano. Esse procedimento ajuda a remover tais plantas que podem dificultar o desenvolvimento das espécies vegetais implantadas.

Por sua vez, o prognóstico consiste na tentativa de indicar as características ambientais que a área tende a apresentar no período posterior à sua recuperação. A apresentação de algumas condições ambientais na área pode ser indicativo de que a adoção da estratégia de recuperação está a obter êxito, enquanto que o oposto pode significar a necessidade de intervenções e alterações das técnicas de recuperação.

No Quadro 16, as características dos indicadores ambientais provavelmente poderão apresentar no período de pós-recuperação.

Quadro 16 - Prognóstico da recuperação das áreas de empréstimo

<b>Indicador ambiental</b>	<b>Descrição das condições futuras</b>
Cobertura vegetal	O desenvolvimento virá ao longo dos anos até uma condição de clímax.
Desenvolvimento das mudas	Será propício, com todo preparo e correção do solo.
Taxa de sobrevivência das mudas	Espera-se taxas relativamente alta, com o plantio na época correta e preparo do solo.
Presença e frequência de espécies invasoras	Terá taxas reduzidas, com o crescimento da vegetação nativa.
Retorno da fauna nativa	Espera-se o reestabelecimento, com a volta das espécies nativas, se assemelhando ao entorno.
Ataque formigas cortadeiras	Será evitado, devido ao constante monitoramento.
Exposição do solo	Será menor após o reflorestamento.
Taxa de erosão do solo	Será reduzida em decorrência da proteção do solo pela cobertura vegetal.
Qualidade físico-química do solo	O solo apresentará melhores condições em parâmetros físico-químicos, como porosidade e matéria orgânica.

Fonte: Autoria própria, 2022.

## 6 CONCLUSÕES

Os principais impactos socioambientais identificados decorrentes da implantação do empreendimento fotovoltaico, foram: emissão de particulados e degradação ambiental. A preservação ambiental foi o uso recomendado, em atendimento aos aspectos sociais, técnicos, ecológicos e legais.

As principais técnicas indicadas para a recuperação da área foram; isolamento de área, aração/escarificação, adubação verde e reflorestamento. Para as culturas, mais dicadas foram: crotalária juncea (*crotalaria juncea l.*), feijão-de-porco (*canavalia ensiformis*) e milheto (*pennisetum glaucum*).

Os indicadores ambientais indicados, com intuito de amparar o plano de monitoramento foram: presença e frequência de espécies invasoras; retorno da fauna nativa; ataque de formigas cortadeiras; exposição do solo; taxa de erosão do solo; e qualidade físico-química do solo.

Para o prognóstico ambiental apresentará equilíbrio ambiental, caso as etapas de recuperação sejam realizadas e monitoradas.

## REFERÊNCIAS

**ABNT. NBR ISO 14040** Gestão Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida-Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro, Nov. 2001.

AGUIAR, Germaine Elshout de *et al.* Avaliação De Impactos Ambientais Na Instalação De Uma Usina Fotovoltaica Em Brasileira–Pi: studiesin environmentaland animal sciences. **Studies Publicações**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 2-15, 05 jan. 2022. Disponível em: <https://studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/seas/article/view/199/218>. Acesso em: 30 mar. 2022.

ANEEL (2021). **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA**. Unidades Consumidoras com Geração Distribuída por Estado. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD\\_Estadual.asp](http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp)> Acesso em: 20/12/2021

ANDRADE, K. S. **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO EM ÁREA URBANA NO MUNICÍPIO DE CAICÓ-RN**. 2021. 49 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

ARAÚJO, D. C. S. **Proposta de um plano de recuperação para áreas de empréstimo na construção da usina piloto de Engenharia de Alimentos no Campus da UFCG em Pombal-PB**. 2021. 67 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1989) NBR 10703–**Degradação do solo**. São Paulo (1989).

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Novo código florestal brasileiro.

BRASIL. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Publicada no DOU nº 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96.

BLUMENSCHNEIN, R. N., & MILLER, K. B. Inmetro. Fonte: **Análise de Ciclo de Vida: conceitos e função:** Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade\\_social/apresentacoes/3.pdf](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/apresentacoes/3.pdf) . 14 Nov 2016.

CAVALCANTE, F. A. et al. (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 432 p.

CARVALHO; Diego Lellis de; LIMA, Adriana Villarinho de. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: Anais XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 16. 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2010.

CRUZ, Victor Oliveira Reis da. **AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS OCACIONADAS POR USINAS FOTOVOLTAICAS NO CEARÁ**. 2018. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Departamento de Ciências do Meio Ambiente - Dcma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto Três Rios, Três Rios - Rj, 2018. Cap. 1.

CHANG, E. K. M; LEE, S.; SWANSON, K. L. **Storm track dynamics**. **Journal of Climate**, v. 15, n. 16, p. 2163-2183, 2002.

CONAMA- **Conselho Nacional do Meio Ambiente RES nº 462/2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução nº 279, de 27 de julho de 2001, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, e dá outras providências. Diário Oficial da União (D.O.U.) 25 de jul . de 2014.

CONAMA- **Conselho Nacional do Meio Ambiente RES nº 491/2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Resolução Nº 491, de 19 de novembro de 2018. Disponível em: [https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603](https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603). Acesso em 17 de Março de 2022.

COLESANTI, M. T. de M. et al. **Agenda 21 e desenvolvimento sustentável**. Uberlândia: Roma, 2007.

CPA, Cartilha para agricultores. **Adubação verde e compostagem: estratégias de manejo do solo para conservação das águas**, org. Valdirene Camatti Sartori... [et al.]. - Dados eletrônicos. – Universidade Caxias do Sul, RS: Educs, 2011.

ECORYS. **Study in support of Impact Assessment work for Ocean Energy**: Final Report. 2013. Brussels/Rotterdam, 17 May 2013.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética- EPE. **Balanc o Energético Nacional 2019- ano base 2018**. Rio de Janeiro, RJ. 10 mar 2022.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

ESPOSITO, A.S.;FUCHS, P.G- **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. Revista do BNDES,v 40, de 2013, pp. 85-114. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/expost/site/default/bndes-pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev4003.pdf>. Acesso em 28/12/2021.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. **Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande,na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG**. Revista Árvore, v.31, p.177- 185, 2007.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de Impactos Ambientais: Aplicação aos Sistemas de Transporte**. Rio de Janeiro: Interciência: 2004.

GALVÃO, M. V. **Regiões climáticas do Brasil**. *Revista Brasileira de Geografia*. v. 29. n. 1. p. 3-36, 1967. Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1967\\_v29\\_n1.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1967_v29_n1.pdf)



GUERRA, et al. **Future scenarios and trends in energy generation in Brazil**: supply and demand and mitigation forecasts. *Journal of Cleaner Production*, 14. 2014.

GRAEDEL, T.E. **Streamlined Life-Cycle Assessment**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 310p.

Greener, 2021. **Estudo Estratégico de Geração Distribuída: Mercado Fotovoltaico 2º Semestre 2020**. Disponível em < <https://www.greener.com.br/pagina-estudo-do-mercado-fotovoltaico-gd-2o-semester-2021/>>

HAUSCHILD, M.Z. **Assessing Environmental Impacts in a Life Cycle Perspective**. *Environmental Science and Technology*, v. 39, n.4, p. 81A-88A, 2005.

IBAMA, **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, 96 p. 1990.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, DF: MS/SPS/DAB. **Metadados de Mapas municipais**, 2020.

International Renewable Energy Agency, IRENA, 2020a. **Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020**, Abu Dhabi: s.n. Disponível em <https://www.irena.org/publications/2020/Sep/Renewable-Energy-and-Jobs-AnnualReview-2020>>

International Renewable Energy Agency, IRENA, 2020b. **Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050**, Abu Dhabi: s.n. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>

IRENA. **Turning to Renewables: Climate-Safe Energy Solutions**. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2017.

IRENA. **International Renewable Energy Agency**. Disponível em: < <http://www.irena.org/>> Acesso em: 12 mar. 2022.

ISMAEL, F. C. M. **Avaliação dos processos erosivos e seus impactos ambientais na área do campus da UFCG em Pombal - PB** / Fernanda Carolina Monteiro Ismael. - Pombal, 2014. 83fls.

ISMAEL, D. A. M. **Proposta de um plano de recuperação de área degradada para o “Lixão” de Pombal-PB** / Daniele Aparecida Monteiro Ismael. – Pombal-PB, 2016. 74 f.

KOZEN, Bárbara Anne Dalla Vechia. **Avaliação do Ciclo de Vida de painel fotovoltaico [manuscrito]: análise dos impactos ambientais e fim de vida em estudo de caso no sul do Brasil/** Bárbara Anne Dalla Vechia Konzen. - 2020. 127 f.: il.

LEITE, J. C. A. Notas de aula da disciplina RADB da UACTA/CCTA/UFCG, **Monitoramento Ambiental**, 2019.

LIMA, P.C.F. XXVII Reunião Nordestina de Botânica - **Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro**, 2004.

LIMA, F. C.; LEITE, J. C. A. **Estudo de avaliação e diagnóstico dos impactos ambientais dos impactos ambientais resultantes da implantação do Campus universitário da UFCG em Pombal - PB**. Projeto PIBIC. Pombal-PB, 2011.

LUCENA, G. C. P. Environmental degradation of riparian forest in the urban stretch from Piancó River in Pombal-PB. 2021. 65 p. Course Conclusion Work (Graduate in Environmental Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB. 2021.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Aprenda fácil editora, Viçosa, MG, 2ªedição, 2007.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Aprenda Fácil Editora. Viçosa, MG. 2009. 270 p.

MEDEIROS, R. D. **Proposta metodológica para Avaliação de Impacto Ambiental aplicada a projetos de usinas eólio-elétricas**. 2010. 113f. Dissertação (Mestrado em

Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. **Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no MédioVale do Paranapanema**. Scientia Florestalis, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, 2007.

MORAES, L. C. S. **Curso de Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2002.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental – AIA**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1985.

MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. Cap. 2, 37- 59 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/159649>. Acesso em 01 de março de 2022.

MMA – Ministério do meio ambiente. **Poluentes Atmosféricos**. Brasília. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html#Hidrocarbonetos>. Acesso em: 23 nov. 2021.

NOBRE FILHO, Pedro Aguiar et al. Impactos ambientais da extração de areia no canal ativado Rio Canindé, Paramoti, Ceará. **Revista de Geologia**, v. 24, n. 2, 2011.

NOBRE, Carlos A. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas** / Carlos A. Nobre, Julia Reid, Ana Paula Soares Veiga. – São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012. 44 p.

NÓBREGA, Ranyére Silva et al. **Reflexões Sobre o Semiárido**. 2017

OLIVEIRA, F.C.; MOURA, H.J.T. de. **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. PRETEXTO, v.10, n.4, p.79-98. 2009.

OLIVEIRA, V.R.C Impacto ambiental – matriz elétrica – Relatório de Impacto Ambiental – Monografia. I. Universidade Federal Rural doRio de Janeiro. Instituto Três Rios -RJ. **Avaliação das Alterações Ambientais ocasionadas por Usinas Fotovoltaicas no**

Ceará/Victor Oliveira Reis da Cruz – 2018.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L. A.; RUTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006. 60p.

PERAZZOLI, Débora Lia. **ANÁLISE DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE USINAS FOTOVOLTAICAS NO BRASIL: PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO A NÍVEL NACIONAL**. 2017. 178 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Energias Renováveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Eletrotécnica Especialização em Energias Renováveis, Curitiba, 2017. Cap. 1.

PIMENTEL, Geraldo; PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: Aplicações e seus limites. **Revista de Administração Pública**, v. 26, n. 1, p. 56-68, 1992.

REN21, 2020. Renewables 2020 - **Global Status Report**. Disponível em: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>

SÁ, G. B. Avaliação dos impactos ambientais resultantes da gestão do saneamento básico na cidade de Pombal-PB. 2016. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.

SÁ, Thainá Rodrigues de. **O processo de licenciamento ambiental de usinas solares fotovoltaicas no Brasil**. / Thainá Rodrigues de Sá; orientador: Roberto Zilles.-- São Paulo, 2020.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495p.

SÁNCHEZ, L. E. **Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas**. In: Filippini-Alba, J.M (org), Recuperação de Áreas Mineradas: A visão dos Especialistas Brasileiros. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2º ed., p. 103-121, 2010.

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

SERODIO, L. M. Jun. **Silício Grau Solar**. Rio de Janeiro. 2009.

<https://solatio.com.br/> Disponível em 17 de novembro de 2021.

SCHIEVENIN, D. F. et al., *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal - Monitoramento de Indicadores de uma Área de Restauração Florestal em Sorocaba-SP*. v. 19, nº 1, 2012.

SMA, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Resolução SMA nº 47 de 26 de novembro 2003**. Altera e amplia a Resolução SMA 21/2001; Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo de 24-10-2013, seção I, p. 143.

TAVARES, S.R.L. **Áreas degradadas: conceitos e caracterização do problema**. In: Curso de Recuperação de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro. 2008.

TAVARES, W.S.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; FIGUEIREDO, M.L.C.; RAMALHO, F.S.;

SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

TOLMASQUIM, M. (coord.) **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TRENBERT, K. E.; SOLOMON, A. **The global heat balance: heat transports in the atmosphere and ocean**. *Climate Dynamics*, v. 10, p. 107-134, 1994.

<https://www.ufvbonnome.com.br/> Disponível em 17 de novembro de 2021.