



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CAMPUS SÃO BENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

TAIRES DINIZ PINHEIRO

**DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO DE ÁREAS POR EXTRAÇÃO IRREGULAR
DE AREIA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, MA**

**SÃO BENTO – MA
2024**

TAIRES DINIZ PINHEIRO

**DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO DE ÁREAS POR EXTRAÇÃO IRREGULAR
DE AREIA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, MA**

Artigo apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA como pré-requisito parcial para a obtenção do Título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. John Jairo Saldarriaga Ausique (CST em Gestão do Agronegócio UEMA Campus Itapecuru-Mirim)

SÃO BENTO – MA
2024

Pinheiro, Taires Diniz

Diagnóstico da Degradação de áreas por extração irregular de areia no município de São Bento, MA. / Taires Diniz Pinheiro. – Itapecuru-Mirim, MA, 2024.

40 f

Artigo Científico(Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Bento, 2024.

Orientador: Prof. Jhon Jairo Saldarriaga Ausique

1.Extração ilegal. 2.Mineração. 3.Areia. 4.Impacto ambiental. 5.Mudanças climáticas. I.Título

CDU; 504(812. 1)

TAIRES DINIZ PINHEIRO

**DIAGNÓSTICO DA DEGRADAÇÃO DE ÁREAS POR EXTRAÇÃO IRREGULAR
DE AREIA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, MA**

Artigo apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA como pré-requisito parcial para a obtenção do Título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. John Jairo Saldarriaga Ausique

APROVADA EM: 30/07/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente

gov.br

YURI OLIVEIRA FEITOSA

Data: 09/08/2024 16:44:01-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. O Dr. Yuri Oliveira Feitosa

Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental
Universidade Estadual do Maranhão - Campus São Bento

Documento assinado digitalmente

gov.br

ZAIANE DE CASSIA BARBOSA SA

Data: 09/08/2024 18:31:55-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Eng. Zaiane de Cássia Barbosa Sá

Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental
Universidade Estadual do Maranhão - Campus São Bento

Documento assinado digitalmente

gov.br

JOHN JAIRO SALDARRIAGA AUSIQUE

Data: 12/08/2024 10:51:17-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jhon Jairo Saldarriaga Ausique

Curso Superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio
Universidade Estadual do Maranhão - Campus Itapecuru

SUMÁRIO

Agradecimentos	6
Introdução.....	7
Artigo Científico	11
Resumo.....	11
1. Introdução.....	12
1.1 Importância da Areia.....	12
1.2 Produção e Valor Estimado.....	12
1.3 Extração de Areia – Como é realizada?.....	13
1.4 Extração por escavação.....	13
1.5 Extração por retroescavadeira e manual.....	14
1.6 Impactos da extração de areia.....	14
1.7 Caracterização Climática da Amazônia Maranhense.....	14
1.8 A Fauna e Flora da Amazônia Maranhense.....	16
1.9 Gestão Ambiental (Definição e importância).....	17
1. 10 Definição de áreas degradadas.....	18
1.11 Recuperação de áreas degradadas.....	19
1.12 Tipo e Caracterização dos solos de São Bento, MA.....	19
1.13 Descrição do Município de São Bento, MA.....	20
2 Metodologia.....	21
3 Resultados.....	23
3. 1 Dados Minerários e Dados Socioeconômicos.....	23
3. 2 Dados Minerários sobre o Maranhão.....	24
3. 3 Dados Socioeconômicos do Maranhão.....	24
3. 4 Extração Irregular de Areia no Nordeste Brasileiro.....	25
3. 5 Os Problemas de Extração de Areia no Maranhão.....	25
4 Discussão.....	26
5 Considerações Finais.....	27
6 Agradecimentos.....	28
7 Referências.....	37

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiro a Deus, pelas graças recebidas na minha vida, principalmente, a oportunidade de cursar meus estudos de Graduação na Universidade Estadual do Maranhão.

Agradeço aos meus pais, Vaneusa de Jesus Diniz e Isaac de Jesus Pinheiro, que me apoiaram e sempre me incentivaram e ao meu irmão Tailson Diniz Pinheiro.

Também agradeço ao meu orientador, o professor Dr. John Jairo Saldarriaga Ausique, pelo conhecimento compartilhado e pela paciência comigo muito bem aplicada.

Aproveito também para agradecer a todos meus professores que fizeram parte desta jornada ao longo do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Estadual do Maranhão – Campus São Bento, por serem excelentes profissionais e pela dedicação e atenção recebida por mim.

Por fim, agradeço aos meus amigos de turma, pela troca de experiências, saberes e conhecimentos, por meio dos diálogos que mantivemos, os quais foram importantíssimos para que eu chegasse a esse ponto de minha trajetória acadêmica, em especial a minha amiga Andressa de Jesus Soares, que junto comigo, trilhar esta jornada de aquisição de saberes e crescimento profissional.

A todos, meu sincero e humilde obrigado.

INTRODUÇÃO

Os agregados desempenham um papel de extrema proeminência na construção civil. Eles são componentes fundamentais na produção de concretos, argamassas, asfalto e outros materiais utilizados na criação de edificações e infraestruturas Neville, (2016). Os agregados conferem resistência, durabilidade e estabilidade dimensional aos compósitos à base de cimento, além de influenciarem suas características estéticas. Eles ocupam uma grande proporção volumétrica e são responsáveis por garantir a integridade estrutural das obras.

A utilização adequada de agregados, como areia, cascalho e pedra britada, proporciona a formação de misturas homogêneas e coesas, garantindo a eficiência e a segurança das construções. De acordo com Ferreira, (2020), eles são essenciais para a obtenção de concretos e argamassas com propriedades adequadas, contribuindo para a resistência mecânica, a impermeabilidade e a durabilidade das estruturas edificadas. Portanto, a seleção e a qualidade da areia juntamente com outros materiais desempenham um papel crucial na construção civil, garantindo a qualidade e a vida útil das edificações e obras de engenharia.

Segundo Metha & Monteiro, (2021), os agregados são classificados conforme a distribuição granulométrica, origem, massa específica e forma e textura. A divisão ocorre conforme a origem e é distribuída entre naturais, industriais e reciclados.

Nesse sentido, os agregados naturais são obtidos a partir de fontes naturais, como depósitos de areia, cascalho, seixos e pedreiras. Esses materiais são extraídos de forma controlada, respeitando as diretrizes ambientais e as normas técnicas aplicáveis. Os agregados naturais dispõem de cerca de 90% do volume utilizado na confecção de concretos Metha & Monteiro, (2021). Por outro lado, os agregados industriais são produzidos por meio de processos industriais, resultantes da fragmentação de rochas por trituração, moagem ou britagem.

A aplicação dos agregados miúdos nos diversos ramos da engenharia civil, como construção civil, transportes, materiais, recursos hídricos e saneamento, desempenha um papel de extrema relevância. Na construção civil, esses materiais são amplamente utilizados na produção de concretos e argamassas, contribuindo para a resistência, trabalhabilidade e durabilidade das estruturas Metha e Monteiro, (2021).

No âmbito dos transportes, eles são essenciais na composição de pavimentos asfálticos e de concreto, garantindo a estabilidade, capacidade de suporte e longevidade das vias e rodovias DNIT - IPR 719, (2023). Adicionalmente, nos setores de materiais, recursos hídricos e saneamento, esses recursos desempenham um papel crucial na fabricação de materiais de

construção, proteção de margens de rios, filtração de águas e implementação de sistemas de drenagem. Sendo assim, a seleção e aplicação adequadas dos agregados miúdos nos diferentes ramos da engenharia civil são fundamentais para garantir a qualidade, desempenho e sustentabilidade das obras e infraestruturas.

Neste contexto, a satisfação das necessidades e das aspirações sociais é a finalidade primordial do desenvolvimento e para atender estes requerimentos básicos, a sociedade interfere na superfície ocasionando alterações nas suas condições e na sua qualidade. Esses padrões, estão vinculados aos bens e produtos consumidos ou produzidos e refletem nas demandas sobre os recursos naturais e nas intervenções no ambiente Lei nº 6.938/ (1981).

Uma alternativa que se apresenta neste cenário, é o uso da areia industrializada na produção do concreto em substituição parcial à areia natural. Essa substituição é justificada pela inserção dos princípios da sustentabilidade. A construção civil é um dos ramos que mais impacta o meio ambiente e, portanto, é necessário incorporar materiais e métodos construtivos para diminuir o impacto negativo Valverde, (2017).

Para estimar o valor da areia é necessário considerar que, para manter o preço médio apurado, deve ser extraída o mais próximo de seu local de consumo, passar de 50 quilômetros já encarece o produto e essa medida é o limite de transporte por caminhões em diversos lugares incluindo o Maranhão DNPM, (2022).

A remoção desregulada de areia é um problema grave que afeta diversas regiões ao redor do mundo, causando impactos ambientais significativos e esta prática desenfreada ocasiona degradação em áreas naturais, comprometendo ecossistemas frágeis e provocando uma série de consequências desfavoráveis para o biosistema NBR 9935; (2020).

Um dos principais impactos da extração de areia é a degradação do solo e a erosão das áreas exploradas causados pela retirada indiscriminada do material e provocando a desestruturação do terreno. Resultando assim, em processos erosivos que podem alterar drasticamente a paisagem local, ao retirar de forma desenfreada a areia e comprometendo os aquíferos subterrâneos, afetando a disponibilidade de água e temperatura na região Marcondes Filho *et.al.*, (2010).

Desta forma, pesquisas que abordam a degradação causada pela retirada de areia irregular na Amazônia maranhense são fundamentais para avaliar e quantificar os impactos e traçar mecanismos de mitigação, remediação e recuperação de áreas degradadas. Podendo assim, proteger os ecossistemas locais, a perda de biodiversidade, o impacto negativo na qualidade da água e do solo e principalmente contribuir com a desaceleração das mudanças climáticas Souza *et. al.*, (2013).

Além disso, ressalta-se a necessidade urgente de medidas efetivas por parte das autoridades competentes para combater a extração de areia irregular, promover a recuperação das áreas degradadas e garantir o desenvolvimento sustentável da região. Este processo só terá sucesso, com ações de conscientização da população, fiscalização rigorosa das atividades de mineração e implementação de políticas de manejo sustentável que garantam a preservação dos recursos naturais e a qualidade de vida das comunidades locais Martins *et al*, Oliveira, (2011).

Sobre o mesmo ponto de vista, a fauna e flora do Maranhão são um patrimônio natural valioso que deve ser preservado e gerido de forma sustentável por meio de programas de recuperação de áreas degradadas e uma gestão ambiental eficiente que promova o desenvolvimento socioeconômico sustentável do estado de Oliveira, (2020).

No Município de São Bento, há necessidade de implementar uma gestão ambiental participativa Setor público e privado, academia e sociedade em geral, com políticas públicas de conservação, fiscalização e educação ambiental, indispensáveis para proteção da fauna e flora local, bem como para promover o crescimento sustentável da sua população IBGE, (2022).

Por fim, este trabalho objetivou destacar a importância do diagnóstico das práticas desenfreadas de extração irregular de areia e a necessidade de adoção de planos com práticas sustentáveis como pilares fundamentais para a conservação da Amazônia maranhense e para a construção de um futuro mais justo e equilibrado para as gerações presentes e futuras Toy & Daniels, (2020).

Imagem 1, Bairro: São Lourenço

Coordenadas: 2 42' 19" S 44 50' 48" W

Elevação: 17, 14 m.

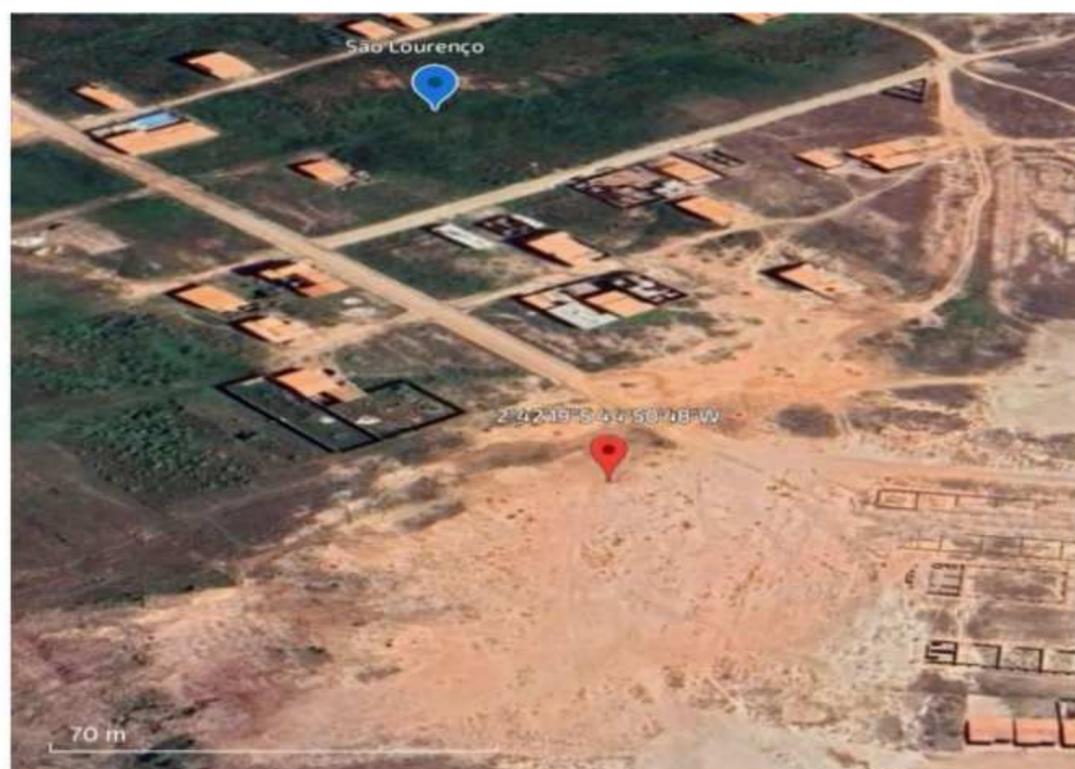


Imagem 2, Bairro: Centro de São Bento

Coordenadas: 2 42'' 08 '' S 44 50' 00'' W

Elevação: 8, 17 m.



Imagem 3, Bairro; Grajaú

Coordenadas: 2 42'43'' S 44 50 '' W

Elevação: 163, 32 m.



DEGRADAÇÃO DE ÁREAS POR EXTRAÇÃO IRREGULAR DE AREIA NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, MA

Taires Diniz Pinheiro^{1,2}

John Jairo Saldarriaga Ausique³

RESUMO

A extração de areia é uma das atividades de exploração mais importantes e insustentáveis do ponto de vista ambiental, degradando, poluindo e assoreando rios e lagoas, e erodindo o solo pela extração em cavas. Neste setor existe pouca informação confiável sobre a areia produzida, prejudicando uma fiscalização efetiva pelos órgãos responsáveis. O objetivo deste estudo é visualizar o impacto que esta atividade causa na Amazônia Maranhense no Maranhão e no mundo, levando em consideração que a informação, a conscientização e a fiscalização efetivas podem ser respostas para se diminuir os crimes e aumentar a arrecadação das compensações financeiras da extração mineral. Espera-se apresentar como contribuição uma análise de dados quantitativos, como forma de se estabelecer uma rotina das informações do setor de extração de areia, de forma a contribuir com a melhoria do meio ambiente, melhor controle de fiscalização e maior interação de informações entre os órgãos envolvidos como o Departamento Nacional de Produção Mineral e a Agência Nacional de Mineração.

Palavras-chave: Extração ilegal; mineração; areia; impacto ambiental; mudanças climáticas.

ABSTRACT

Sand mining is one of the most important and unsustainable mining activities from an environmental point of view, degrading, polluting and silting up rivers and lakes, and eroding the soil through mining in pits. There is little reliable information about the sand produced in this sector, which hinders effective monitoring by the responsible agencies. The objective of this study was to understand the impact that this activity causes in the municipality of São Bento, which belongs to the Maranhão Amazon, taking into account that information, awareness and effective monitoring can be responses to reduce crimes and increase the collection of financial compensation for mineral extraction. The expected contribution is a qualitative data analysis, as a way of establishing a routine for information on the sand mining sector, in order to help with environmental improvements, better monitoring control and greater information interaction between the agencies involved, such as the National Department of Mineral Production and the National Mining Agency.

Keywords: Illegal extraction; mining; sand; environmental impact; climate change.

¹ Graduanda do Curso Superior em Tecnologia de Gestão Ambiental, Universidade Estadual do Maranhão Campus São Bento, Rodovia Estadual – MA 014, s/n, Bairro Alegre, CEP 65235000, São Bento, MA, email: tairesdiniz01@gmail.com

² Artigo apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Bento para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

³ Professor Adjunto I do Curso Superior em Tecnologia de Gestão do Agronegócio, Universidade Estadual do Maranhão Campus Itapecuru-Mirim, Rua Complexo Esportivo, 30, CEP 65485-000, Bairro Caminho Grande, Itapecuru Mirim, MA, e-mail: johnausique@professor.uema.br

1. INTRODUÇÃO

A lei Federal Nº 6.938/81, da Política Nacional do Meio Ambiente no seu Artigo 3º, inciso I, define Meio Ambiente como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. No inciso II, a mesma lei define Degradação da Qualidade Ambiental como sendo a alteração adversa das características do Meio Ambiente Lei nº 6.938/ (1981).

Estes conceitos consideram o homem como o agente principal da degradação ambiental e é, através das suas atividades que: fragmenta o habitat que resulta em impactos ambientais, a longo prazo, podendo destruir ecossistemas inteiros e reduzindo o espaço onde ainda se encontram espécies de fauna e flora que requerem de proteção e preservação Lima *et al...*, (2013).

Neste contexto, podem-se citar algumas formas de uso antrópico dos recursos naturais que causam degradação, como por exemplo, extrativismo vegetal e mineral, sobrepastoreio das pastagens nativas ou cultivadas e uso agrícola de monoculturas; expondo o solo aos processos erosivos causadores da desertificação que atinge percentagem significativa dos solos brasileiros, em especial na região nordeste Rabelo, (2021).

1. 1 Importância da Areia

Segundo Matos & Lobo, (2019), a areia é uma matéria tão transcendente que pode obter classificações como em relação ao diâmetro de seus grãos, forma das partículas e sua pureza. Quanto ao tipo, o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, (2014) esclarece que a areia “pode ser aluvionar, comum, de barranco, de fundição, fina, fluvial, in natura, industrial, lavada, monazítica, para filtros, para jateamento, para perfuração, para vidro, quartzosa e silicosa”.

A produção de areia ocorre em várzeas e leitos de rios, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, arenitos e pegmatitos decompostos. No Brasil, “70% da areia é produzida em leito de rios e 30% nas várzeas” Valverde, (2017). A sua extração comumente se faz junto a matas ciliares, consideradas Áreas de Preservação Permanente.

1.2 Produção e valor estimado

Os preços médios praticados de venda, variam entre R\$ 35,00 e R\$ 55,00 m³, sendo os maiores preços cotados para os materiais de maior granulometria, oriundos dos areais

localizados mais a beira de rios”, conforme dados apurados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, (2022).

Para estimar o quanto é extraído ilegalmente e o quanto é deixado de ser arrecadado pela Junção, foi verificado inicialmente que o metrocúbico de areia ilegal é vendido nos areais irregulares, entre R\$ 30,00 e R\$ 40,00, e entre R\$ 18,75 e R\$ 25,00, equivalente a tonelada. Entretanto, quando o areal invulgar funciona de forma aparentemente legal, o preço de venda é praticamente o mesmo do que o comercializado no mercado Kulaif, (2020).

Por fatores mercadológicos, em que o transporte corresponde a cerca de 1/3 a 2/3 do preço final do produto, a produção de areia impõe sua atuação próxima dos centros consumidores, caracterizando-se como uma atividade típica de regiões metropolitanas e urbanas, Valverde, (2014).

1.3 Extração de areia – Como é realizada?

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9935 que define a terminologia de agregados, a origem da areia, sucede dos processos geológicos que ocorrem ao longo do tempo; que engloba um conjunto de roçados desgastados, material de origem mineral finamente dividido em grânulos ou granitos, sendo um ponderado basicamente de dióxido de silício com tamanho entre 0,063 - 2 mm NBR 9935; (2011).

A extração de areia pode ser realizada em áreas de sedimentos, cursos d’água ou em terra firme ao longo de horizontes superficiais do solo, depósitos naturais de arenitos inconsolidados, aluviões antigos ou recentes, depósitos residuais e em locais de intemperismo). Atividade que é respaldada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM, (2014).

De forma complementar, a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), define que as partículas de areia apresentam um diâmetro de 0,05 mm a 2 mm, elas são classificadas como as frações mais grosseiras de um solo, subdivididas em cinco categorias; areia muito grossa (AMG), areia grossa (AG), areia média (AM), areia fina (AF) e areia muito fina (AMF) (Leinz & Amaral; 2010). Podendo obter este material pelos seguintes métodos de extração:

1.4 Extração por escavação

Remoção da camada do solo de cava a céu aberto, classificada como areia branca, em função do processo de formação do material de origem e sua constituição mineralógica rica em quartzo. Este método pode ser mecânico utilização da retroescavadeira para o desmonte inicial mais pesado, seguido sempre do auxílio manual dos trabalhadores e com a utilização de caçambas para transporte Bauermeister, (2019).

1.5 Extração por retroescavadeira e manual

Neste processo, o tipo de areia é classificado como suja, cujo depósito é encontrado em terra firme ou beira de estradas, logo apresenta coloração escura acinzentada, em detrimento de fazeduras pedogenéticas. Ao contrário da areia lavada e da areia branca, a areia suja apresenta maiores impurezas, como teores de matéria orgânica e partículas de finos argila e silte. O método de extração também é mecânico e manual Otani, (2020).

1.6 Impactos da Extração de areia

Apesar de todas as medidas das políticas públicas que fazem parte da Constituição Federal de 1988, assim como a Resolução CONAMA 01/86, e pelas diretrizes do Departamento Nacional de Produção Mineral, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; que visam evitar, controlar ou diminuir o impacto causado pela extração de areia como atividade degradadora e modificadora da superfície terrestre, prevendo a afecção no ecossistema em geral Marcondes Filho *et.al.*, (2010).

Estas alterações no ambiente, compreendem a supressão de vegetação, reconfiguração da superfície, aceleração de processos erosivos, interceptação do lençol freático Bitar, (2018), chegando até mesmo criar condições de instabilidade e redução de áreas agrícolas e vegetação nativa Bauermeister, (2012). A exposição das águas, quando se intercepta o nível freático, é um dos maiores problemas deixados por essas cavas, gerando perdas significativas de água por evaporação Reis, (2010), contaminação das águas limpas Cullough & Lund, (2020), e rebaixamento dos níveis de água.

As cavas inundadas geradas pela extração da areia podem ser classificadas, considerando a hidrologia local em lagoas com condição de fluxo. Nas cavas terminais as águas subterrâneas tendem a se acumular, e sua única forma de descarga de água ocorre por meio da evaporação, enquanto as lagoas de afluência permitem as descargas subterrâneas, devido às condições dos níveis freáticos, podendo alterar para regimes terminais Castendyk; Eary, (2019).

1.7 Caracterização Climática da Amazônia Maranhense

É de significativa importância obter e atualizar os conhecimentos sobre a geografia, os recursos hídricos e as características climáticas da Amazônia Maranhense, principalmente pela sua escassez de registros na literatura especializada e por ser um bioma que no Estado teve sua área altamente reduzida, além disso, por que sua extensão passou a ter uma utilização essencialmente agropecuária Souza *et. al.*, (2013).

De acordo com o Núcleo Geoambiental da UEMA, que é o centro de referência Meteorológica do Maranhão, a caracterização climática da Amazônia maranhense é definida como tropical do tipo equatorial, na qual se observa uma transição entre o clima úmido da Amazônia e o clima semiárido do nordeste, apresenta dois períodos pluviométricos bem definidos para o oeste maranhense, sendo, um chuvoso (1501 - 1850 mm) e outro seco (8,9 - 70,8 mm) (Nugeo Uema, 2016; Inmet, 2021; Bcm, (2022)

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia, órgão federal que trata de informações sobre os fenômenos atmosféricos, ressalta-se que para a Amazônia maranhense foram registrados valores de 28, 9°C e 30, 66°C de mínima e máxima respectivamente. Além disso, ao longo do ano a temperatura do ar apresentou os maiores índices para os meses de agosto a dezembro (27,8°C; 28, 8°C; 29, 0°C; 28, 4°C e 27, 8°C), sendo que as observações sobre os regimes climatológicos para T máx., expressaram variações entre 28, 14°C e 31, 67°C abaixo da média para Barra do Corda, Imperatriz e para Turiaçu Inmet, (2022).

A Sua extensa dimensão territorial possibilita que ambos os momentos tenham sua sazonalidade diferente para cada região. Assim, enquanto no Norte do litoral a estação chuvosa é de janeiro a junho, na região sul ocorrem nos meses de outubro a março. Essa conversão ocorre devido a diferenças de classificação meteorológica que provocam chuvas em cada região, Reboita, (2016).

Na Distribuição geográfica do Maranhão, ao norte se encontram os municípios de: Anajatuba, Arari, Bacurituba, Cajapió, Itapecuru-Mirim, Miranda do Norte, Paulino Neves, Pinheiro, Rosário, Santa Rita, São Bento, Tutóia e Viana. O comportamento climático nestes locais, se caracteriza por um período de estiagem entre os meses de junho a dezembro, com o decréscimo sazonal das chuvas a partir de junho e elevadas taxas de evapotranspiração potencial, o que leva a água armazenada no solo a se esgota em dois meses Santos, (2016).

Neste contexto, os dados meteorológicos são obtidos da estação mais próxima de São Bento, que está localizada em Turiaçu ao norte do estado, posicionada a 8 metros sobre o nível do mar, com latitude 1° 39' 44'' Sul e longitude 45° 23' 30'' Oeste. Foram registrados valores de precipitação anual (2204,5 mm) e evapotranspiração potencial (1736,4 mm) para o ano de 2022 Instituto Nacional de Meteorologia, (2022).

Na região Centro-Oeste se encontram os municípios: Açailândia, Buritirana, Carutapera, Davinópolis, Godofredo Viana, Imperatriz, Junco do Maranhão, Ribamar Fiquene, Senador La Rocque, Vila Nova dos Martírios e Zé Doca. Nestes municípios a precipitação elevada ocorre nos meses de fevereiro e março, com índices de excedente hídrico entre 28 e 47 mm, chegando a valores de 75 mm Santos *et al.*, (2013).

1.8 A Fauna e Flora da Amazônia Maranhense

A natureza biótica da Amazônia Maranhense compõe parte do centro de endemismo de Belém e abriga expressiva riqueza de espécies ameaçadas, raras e endêmicas (Martins & Oliveira, 2011), é ocupada predominantemente por vegetação de floresta, intercalada por diversas outras fitofisionomias Silva Jr., (2020) e irrigada pelos rios Gurupi, Pindaré e Tocantins; além de apresenta complexidade de ecossistemas e condições climáticas, já que está em influência direta do ecótono Amazônia-Cerrado, o que favorece sua biodiversidade Santos, (2014).

Dentro desta diversidade de espécies, podem se citar como principais representantes da flora o Coco Babaçu (*Attalea speciosa*), Buriti (*Mauritia flexuosa*), Plantas medicinais como a Polígala-da-virgínia (*Polygala senega* L), Gelol (*Asemeia violacea*); além disso, como representantes da fauna a Mucura (*Caluromys philander*), Tamanduá Bandeira (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus), Bicho Preguiça (*Bradypus variegatus*), Macaco-Prego (*Cebus apella*) Conceição *et al.*, (2012).

Também se destacam: a Classe de Crustáceos Decápodes e Dendrobranchiatas: Caranguejos do gênero Uça Maracoani (*Ocypodidae*), Camarões (*Estenopoídeos*), Caridea (*camarões carídeos*), Brachyura (*Caranguejos e Siris*), Astacidea (*Lagostins e Lagostas*), Thalassinidea (Corruptos), Palinira (Lagostas), Anomura (*Ermitões, Galateídeos, Porcelanídeos, Tatuíras*), Poliquetos (*Polychaeta*), Gastrópodes (*Gastropoda*) Costello; (2010).

Espécies de peixes como; peixes teleósteos (Gobiidae), peixes lanternas (Myctophidae), peixe guarajuba (Carangidae), peixe-papagaio ou budião (Scaridae), peixe-fita (Paralepididae), peixe-víbora (Gonostomatidae), peixe traíra (*Hoplias malabaricus*), peixe bagre (Phágnos), e por fim o peixe cascudo (*Liposarcus multiradiatus*) (Medeiros; 2018). Aves Migratórias como: Rola do Mar (*Arenaria interpres*), Maçarico de Costas Brancas (*Limnodromus griseus*) e Maçarico de Bico-Torto (*Numenius hudsonicus*) Araújo & Lopes, (2011).

Em sua amplificação, a parte que corresponde a este bioma no Maranhão possui em média 570 árvores por hectare, sendo que 100 espécies, pelo menos, são pertencentes à flora nacional. Também foram catalogados 109 cardumes de peixes, 124 de mamíferos e 503 de aves, todos em risco pelos altos níveis de desmatamento na região. Além das perdas da fauna e da flora, correm perigo também as unidades indígenas: Alto Turiaçu, Awá, Caru e Gurupi, localizadas nesse território, pelo aumento das queimadas e ataque de invasores. Contudo, a

Amazônia Maranhense é considerada uma esperança para conservação do bioma amazense Martins; Oliveira, (2011).

Esta diversidade local deve ser considerada como várias peças de uma máquina, cuja remoção de uma, pode afetar seriamente o seu funcionamento e manutenção das inter-relações biológicas. Podendo assim, afirmar que a perda da biodiversidade ocasiona um desequilíbrio de consequências imprevisíveis Brasil, (2010). Neste contexto, entre as espécies mais ameaçadas no país se encontram os mamíferos e as aves, por desempenharem várias funções estratégicas, como a polinização e a dispersão de diversas espécies de importância econômica, além da manutenção da diversidade biológica Emmons & Feer, (2010).

O bioma amazônico que ainda sobrevive no maranhão está incluído nesta conjuntura, e é uma região que representa 3,4% de toda a Amazônia brasileira, a qual enfrenta enormes desafios na preservação e conservação dos ambientes naturais remanescentes, ameaçados pela intensificação das atividades antrópicas. Além disso, são adotadas poucas estratégias e políticas de desenvolvimento que possibilitem integrar as potencialidades da região e o beneficiamento de comunidades tradicionais ou não Dias *et al.* (2019).

1.9 Gestão Ambiental (Definição e importância)

Na Constituição Federal do Brasil de 1988, consta no artigo 225 que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” Brasil, (2010).

A Gestão Ambiental é a condução, direção e controle do uso dos recursos naturais, dos riscos ambientais e das emissões para o ambiente, por intermédio da implementação sistemas ou estratégias que auxiliem na mitigação dos efeitos nocivos ao ambiental e contribuam com o desenvolvimento sustentável da sociedade, permitindo assim, preservar os recursos naturais dentro de um equilíbrio ecologicamente correto e economicamente viável Jabbour, (2012).

O Gestor Ambiental, como agente de mudança visa colocar em prática métodos administrativos que tem como foco e prioridade a adesão da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e seus 17 Objetivos com suas respectivas metas, e trabalha na conscientização de profissionais e da população em geral, incentivando-os a adotarem comportamentos e práticas responsáveis que eliminem ou reduzam consideravelmente o impacto ambiental das atividades antrópicas nos recursos da natureza Martos, (2012).

Um dos fatores mais interessantes dentro desta profissão, é auxiliar e observar a evolução do pensamento humano no que diz respeito às questões ambientais, na esfera

acadêmica, governamental e privada; encontrando preferencialmente espaço de interação e ensino-aprendizagem e resolução dos problemas enfrentados na atualidade Coutinho, (2010).

Neste contexto, a gestão ambiental tem ganhado destaque e uma dimensão estratégica das empresas e outros ambientes, como forma de planejar o desenvolvimento, a implantação e manutenção de uma política ambiental para o desenvolvimento sustentável, que se caracterizam por ser um “conjunto de princípios diretrizes” que objetivam a proteção integral do ambiente como mecanismo essencial para garantir a qualidade de vida Farias, (2010).

1.10 Definição de áreas degradadas

O conceito de área degradada pode ser compreendido como locais onde existem processos causadores de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, como por exemplo a qualidade produtiva dos recursos naturais Decreto Federal 97.632/ (1989). A ocupação humana vem impactando e provocando a putrescência do solo, principalmente pelo seu manejo inadequado, Rabelo, (2021).

A deterioração, se traduz na perda atual ou potencial de produtividade ou utilidade em resultado de fatores naturais ou antropogênicos; sendo que, algumas ações humanas que causam impactos negativos sobre o solo são: o uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas e inseticidas, despejo incorreto de resíduos sólidos e o desmatamento, a forma como ele é manejado na produção agrícola está diretamente relacionada com o seu potencial de desgaste, afetando seu funcionamento e a manutenção dos serviços do ecossistema Lima, (2020).

Neste contexto, quando se analisam os problemas derivados da retirada de areia, entende-se por manejo inadequado, a extração irregular em propriedade agrícola e no perímetro urbano que acarretam: erosão, compactação, perda da capacidade de drenar a água, acidificação, diminuição da matéria orgânica, redução de nutrientes, lixiviação, redução da biota e da diversidade e aumento de patógenos Lal, (2015).

Causando perdas de nutrientes de forma simultânea e imperceptível, diminuindo o potencial produtivo da superfície de forma exponencial, até o momento da constatação visual da degradação Ex. Voçorocas Konya *et al.*; (2011). Finalmente, é importante compreender o processo, suas causas e consequências para conseguir reverter e recuperar estas áreas degradadas, a princípio, além do planejamento ocupacional, é imprescindível tomar algumas medidas de prevenção como: A conservação do ambiente e valorização dos recursos naturais para que seu uso seja sempre racional e sustentável. Essas condutas devem ser adaptadas a cada tipo de vegetação e clima local, de forma a reduzir o efeito do ato nela incrementada Medeiros *et al.*, (2014).

1.11 Recuperação de áreas degradadas

A degradação do solo é um processo que pode ser induzido pelo homem ou consequência de um acidente natural, que diminui a capacidade produtiva atual e futura dos ecossistemas. Já a recuperação é a restituição de um ecossistema degradado por meio de técnicas de transposição de solo, poleiros, transplante de mudas, etc. Neste contexto, tem se realizado vastas pesquisas para avaliar os impactos da extração de áreas em ecossistemas em nível global Silva & Campagna, (2018).

A recuperação e o desenvolvimento de uma cobertura vegetal que seja capaz de se autossustentar, pode ser alcançada por meio da revegetação de uma área com distúrbios e com diversidade em biogeocenose. A compatibilidade entre a vegetação nativa da região e as espécies introduzidas para a regeneração, assim como a biodiversidade e o objetivo de uso para recompor o espaço devem ser levadas em consideração Toy & Daniels, (2020).

De acordo com Chada *et al.* (2019), a reabilitação de ecossistemas florestais pode ser realizada por meio do plantio de espécies facilitadoras da sucessão natural, em locais onde, a princípio, uma série de barreiras impede o desenvolvimento do processo. A capacidade de estabelecimento em condições limitantes, a atração de fauna, o crescimento rápido e a grande deposição de serrapilheira são características desejáveis de espécies para plantios de reabilitação.

Para a adequada regeneração do ambiente é preciso reduzir o processo erosivo do solo, por meio da implementação de técnicas de reestruturação até um ponto de estabilização. Locais onde não há manto, ou este seja incipiente, são propícios para a formação de crostas a partir da compactação do pavimento, reduzindo assim a capacidade de infiltração e movimentação da água, assim como a aeração do solo Almeida, (2016).

Segundo Silva (2010), tem-se obtido resultados promissores com a utilização de leguminosas em processos de recuperação de ambientes degradados, principalmente, pela sua associação com microrganismos do solo, como bactérias fixadoras de Nitrogênio que contribuem para a disponibilidade de Nitrogênio para assimilação vegetal, pela transformação do (N) do ar em compostos químicos orgânicos e alguns tipos de fungos, que auxiliam na absorção de fósforo.

1.12 Tipo e caracterização dos solos de São Bento, MA

O município de São Bento está assentado geologicamente na formação Itapecuru e possui em toda a sua extensão duas classes de solos. O tipo dominante são os Plintossolos e os Gleissolos, eles envolvem grandes similaridades no território, especialmente na Baixada

Maranhense onde a maioria dos solos está sujeito aos ciclos contínuos de saturação e secagem Embrapa, (2020).

Os plintossolos são formados em relação a condições de restrição à percolação de água e ocupam áreas de convexidade predominantemente plana ou suave ondulado e poucas ocasiões fundamentais. Uniformemente aos Argissolos, os plintossolos são cultivados por produtos como, mandioca, milho, feijão, arroz e frutíferas em geral. Sendo que a agricultura é comumente combinada com o extrativismo vegetal, especialmente a do coco babaçu. A aparição de pastagens naturais propicia o desenvolvimento de uma pecuária em regime amplo nos plintossolos Gutman, (2010).

Gleissolos depreende solos hidromórficos, produzidos por material mineral, que apresentam horizonte gleinte dentro dos primeiros 150cm da superfície do solo e encontram-se permanente saturados por água. São solos mal drenados em condições naturais, formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso de água. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes, nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, tendo potencial de formar-se em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em áreas abarcadas e depressões Embrapa, (2020).

Os solos da Baixada Maranhense são do tipo argilosos pouco solidificados com baixa fertilidade natural e acidez elevada, mas com grande capacidade de retenção de água, enquanto nos estuários, os manguezais penetram os igarapés, entre os campos, até onde existe influência das marés. Na época das chuvas, entre fevereiro e junho, os campos baixos ficam alagados, restando “ilhas” de terra firme e uma área de campos em terreno um pouco elevado, o “teso”. Muniz, (2019).

Sua área é predominantemente rural, basicamente ocupada por atividades agrícolas, pesqueira e exploração mineral de barro e areia. Em período de estiagem os campos ficam secos, propiciando o aparecimento da vegetação, a qual é constituída principalmente por gramíneas e ciperáceas Braga, (2020).

1.13 Descrição do Município de São Bento, MA

O município de São Bento teve sua autonomia política em 29/04/1835, está inserido na Mesorregião Norte Maranhense, dentro da Microrregião Baixada Maranhense Medeiros, (2016), posicionado a 7 metros de altitude, a localidade tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 2° 41 '55 "Sul, longitude: 44° 49' 17 Oeste e sua área de unidade territorial

é 456,997 quilômetro quadrado; sua população é de 46.395 pessoas, o município tem a densidade demográfica de 101, 52 habitantes por quilômetro quadrado IBGE, (2022).

Está inserido na Área de Preservação Ambiental (APA) da Baixada Maranhense, onde predominam terras planas, baixas e inundáveis com vegetação de manguezais, possuindo o maior conjunto de bacias lacustres do Nordeste, o que contribuem com alta produtividade pesqueira IMESC, (2019).

Limita-se ao Norte com os municípios de Bacurituba e Peri-Mirim; ao Sul com o município de São Vicente Férrer; ao Leste com o município de Cajapió e a Oeste com os municípios de Palmeirândia, Pinheiro e Pedro do Rosário Sousa, (2019). O PIB per capita é de \$6.235,46 reais IBGE, (2022) e o IDH de 0,602 IBGE, (2022), o quais estão entre os menores do país, segundo dados do último Censo.

2. METODOLOGIA

Como desenho experimental deste trabalho, se realizou uma revisão bibliográfica exploratória do estado da arte sobre a degradação de áreas por extração irregular de areia no Brasil, no Nordeste, na Amazônia Maranhense e em especial no Município de São Bento. Foram consultados três (3) livros Brasil, (2014); Bitar, (2022); Botelho, (2022), dois (2) periódicos Castendy & Early, (2022), Chada, (2019), dez (10) artigos científicos Almeida, (2016), Andrade, (2015), Assad, (2016), ABNT, (2023), Araújo, (2011), Bauermeister, (2023), Barden, (2016), Braga, (2020), Brasil, (2024), Brandt, (2020), dois (2) relatórios técnicos IMESC, (2022), Cardoso, (2019) e cinco (5) plataformas e bases de dados Brasileiras oficiais SIGMINE, (2020), ANM, (2021), DNPM, (2022), PAMGIA, (2023), EMATER, (2024), segundo metodologia adaptada de Menezes *et al.* (2019).

Este trabalho objetivou: Compreender os principais impactos ambientais causados pela extração irregular de areia; Realizar um levantamento dos aspectos climáticos e característica do solo Sambentuense e dos municípios da baixada maranhense; Conhecer a legislação brasileira relacionada com o objeto de estudo desta pesquisa; Descrever a diversidade da fauna e flora da Amazônia Maranhense;

Para a realização da revisão bibliográfica exploratória, foram realizadas pesquisas na plataforma de pesquisa do Google Acadêmico, filtrando publicações dos últimos cinco anos e em idioma português. Além disso, foram consultadas as revistas científicas da Tabela nº 1.

Tabela nº 1. Revistas Científicas consultadas para a revisão de literatura

Para as buscas, foram utilizados temas chaves como “areia natural”, “agregados miúdos”, “impacto socioambiental na construção civil”, dentre outras. Para a pesquisa foram

selecionadas fontes que traziam informações sobre os impactos gerados pela extração de areia natural e os métodos de extração com enfoque na região do nordeste, segundo Amaral & Silva (2011).

A escolha do material bibliográfico utilizado neste estudo, foi selecionado segundo sua relevância, ano de publicação (Últimos cinco anos), podendo ressaltar artigos de revisão, Dissertações de Mestrado, teses de Doutorado, relatórios institucionais, a exemplo da Agência Nacional de Mineração (ANM). Foram realizadas análises de imagens de regiões identificadas como pontos de extração de areia com auxílio do software Google Earth[®], possibilitando a detenção desta atividade principalmente no Município de São Bento, MA Guerra, (2018).

Desta forma, a revisão de literatura foi uma etapa primordial de todo projeto de pesquisa, tendo em vista a necessidade de obter propriedade sobre o objeto pesquisado. Além disso, com ela, foi possível entender o contexto atual, por meio de mapeamento de campo; identificar questões de pesquisa não abordadas e, por fim, gerar conclusões Paul *et al.*, (2021).

O levantamento de dados foi realizado a partir de trabalhos como artigos científicos, teses e dissertações, obtidos a partir de pesquisas nas bases de dados Google Acadêmico, Portal da Capes, Scopus e *Scielo*. Na busca foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: extração de areia irregular, impactos ambientais, solo e sustentabilidade Gil, (2022).

A análise de conteúdo pode ser conceituada como um conjunto de instrumentos metodológicos, em contínuo desenvolvimento, com o objetivo de analisar distintos elementos de conteúdo verbais ou não-verbais. Em razão disso, optou-se, neste estudo, por seguir as etapas da técnica recomendadas por Barden, (2016), para analisar os dados.

Através das bases de elementos listadas anteriormente, realizou-se uma reflexão crítica e consecutiva, procurou se aliar as referências teóricas sobre degradação de área, e autores que retratam a realidade local com a descrição dos impactos causados por essa atividade de exploração. No que diz respeito aos bancos de dados, o auxílio dessas ferramentas implica em uma rica inovação e aprimoramento de cognição e procedimentos técnicos e científicos direcionados ao delineamento e gestão, como recurso de previsão e auxílio à prevenção dos efeitos indesejáveis, Andrade, (2022).

De cada documento selecionado que apresentasse valores de extração de areia , foram extraídas as seguintes informações: estado e coordenadas geográficas; informações sobre o ambiente: precipitação média anual, temperatura média anual e material de origem; atributos e caracterização do solo, a descrição dos tipos de terra existentes no município de São Bento MA IBGE, (2022).

A remoção irregular de areia traz graves consequências ao solo, afetando diretamente a fauna e flora existentes de qualquer local que esteja degradado, e o uso e manejo inadequado do assoalho além de contribuir para o efeito estufa, até o presente deslocará problemas relacionados à sua sustentabilidade devido a degradação da matéria orgânica do pavimento, o que atinge negativamente os seus atributos físicos e químicos, bem como sua variedade biológica Lima, *et.al.*, (2013).

3. Resultados e Discussão

3. 1. Dados Minerários e dados Socioeconômicos

No Brasil, cerca de 1.700 municípios (30,6% do total) recebem recursos financeiros da Compensação Financeira pela Exploração Mineral -CFEM. O Sumário Mineral/2020 publicado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral DNPM, (2020) apresenta o comportamento de mercado de 50 substâncias minerais selecionadas, as quais representam mais de 90% do valor da produção mineral do Brasil em 2020, incluindo-se aí o mineral de areia Enríquez, (2020).

A exploração de areia é uma atividade economicamente importante ao país principalmente porque oferece materiais para a indústria e construção civil. Além disso, Filho, (2012) enfatiza que a extração de areia representa um considerável dinamismo na geração de emprego e renda, direta e indiretamente, pois apesar disso ainda que se origine fatores socioeconômicos outrora prejudica o meio ambiente e a natureza em seu desenvolvimento.

3. 2 Dados Minerários Sobre o Maranhão

No Estado, quando comparado com entes da federação de outras regiões, pode-se destacar que é o terceiro menor consumidor de areia, o segundo maior em quantidade de outorgas de exploração, o terceiro em liberação de Títulos Minerários, o segundo menor em arrecadação pela Compensação Financeira de Exploração Mineral (CFEM) e com o maior nível de ilegalidade entre todas as regiões Monteiro, (2022).

Neste contexto, o índice de ilegalidade na extração irregular de areia no Maranhão apresentou níveis elevados quando comparado com os demais estados da região Nordeste, com um consumo de 7.878.366 toneladas de areia por ano. Em 2023 o consumo desta matéria prima de extração irregular alcançou 51.638.264 toneladas, proporcionando o equivalente a 84,74% de produção ilegal e 15,26% de produção legal Monteiro, (2022).

Quando analisados estes valores, se legalizados e com uma maior fiscalização, poderiam contribuir para o desenvolvimento de diferentes municípios do estado que possuem depósitos

arenosos em suas localidades. Diversos estudos e reportagens nos últimos anos têm levantado a hipótese de uma futura escassez de areia para uso na construção civil, devido tanto à extração legal, quanto à ilegal, por se tratar de um bem finito, cuja renovação demora milhões de anos. Entretanto, observa-se um poder público tímido em suas percepções, entendimentos e ações, principalmente pelo desconhecimento e descrédito do que está ocorrendo no Brasil e no mundo Franklin, (2019).

3. 3 Dados Socioeconômicos do Maranhão

A exploração de areia no Maranhão, assim como em outros locais do Brasil, é apontada como uma das atividades básicas da economia do País, contribuindo para a melhoria e bem-estar da presente e futura geração, mas, por ser um bem não renovável a pela sua contínua extração, por um lado contribui positivamente com o desenvolvimento socioeconômico, e do outro lado, com impactos negativos que afetam e degradam o meio ambiente Ribeiro, (2018).

Como aspectos positivos, pontuam-se a geração de empregos diretos e indiretos para caminhoneiros que transportam a areia, empregados da construção civil, pessoas ligadas ao comércio de materiais de obra em geral, além de profissionais liberais, como, administradores, advogados e contadores Ribeiro, (2018).

Em relação às características desfavoráveis, é possível observar o comprometimento da qualidade da água (Poluição), diminuição das espécies aquáticas, destruição da mata ciliar, deslocamento de animais endêmicos, perda da qualidade dos solos devido ao uso inadequado de combustíveis e outros elementos, desmatamento da vegetação própria da Amazônia Maranhense, alteração da profundidade, leito e percurso dos rios, modificando a velocidade de escoamento das águas Montibeller Filho, (2019).

3. 4 Extração Irregular de Areia no “Nordeste Brasileiro”

A extração do material de origem se torna muito mais impactante e degradante quando ocorre de forma ilegal ou informal, pois não existe nenhum tipo de controle ou fiscalização. No Nordeste Brasileiro, um dos crimes mais comuns nessa atividade é a extração irregular de areia, um dos mais importantes agregados da construção civil Rodrigues, (2019).

O consumo desenfreado deste recurso pode trazer impactos irreversíveis para o planeta Neville, (2016). Dentro dos instrumentos utilizados na construção civil estão os agregados, que são de suma importância para essa atividade econômica. Define-se como agregados, materiais de superfície irregular, fragmentados e angulosos que compõem diferentes materiais para a constituição de diversos sistemas empregados na construção civil.

Os agregados podem ser de origem natural ou provenientes de processos industriais. Originalmente, eram utilizados como materiais de enchimento e considerados inertes às reações químicas presentes no concreto, entretanto, atualmente sabe-se que eles possuem diversas funções específicas e podem influenciar em diversas propriedades das matrizes científicas, Metha & Monteiro, (2019).

A indústria da extração de areia natural no Brasil desempenha um papel fundamental na construção civil e na infraestrutura do país. Sendo responsável por boa parte do volume extraído, a região Nordeste possui um papel importante na produção desse recurso mineral essencial.

3. 5 Os Problemas de Extração de Areia no Maranhão

A atividade mineradora independentemente da forma como é praticada, pode agredir o ecossistema de forma considerável, sendo seus efeitos evidentes a retirada da vegetação nativa, aumentando a ocorrência de erosão hídrica que arrasta partículas do solo formando ravinas e voçorocas, e desfazer o artifício apresentado pelo quadro exploratório desses impactos, depende da sensibilização dos atores envolvidos na atividade de extração, e de políticas públicas que sejam atuantes para impor regulamentos eficazes para a extração da matéria prima Maciel Bezerra, (2020).

Com isso é necessário que haja fiscalização da restauração de áreas danificadas dentro dos preceitos da sustentabilidade. É preciso considerar os efeitos causados pela extração da areia no Maranhão, incluindo atividades similares ou diferentes que contribuem com a degradação da biodiversidade local Machado, (2021).

Analisar a exploração mineral no município de São Bento, favorece uma visão emancipada de consciência individual e coletiva, que se articula para um processo diversificado, permitindo acontecer transformações nas relações sociais, culturais, econômicas e de poder, para então se dar a delegação de autoridade.

Portanto, mesmo não sendo encontrado registros na literatura especializada sobre a extração irregular de areia em São Bento MA, o problema de degradação por retirada de areia é recorrente e com um impacto significativo no município, o que evidencia a necessidade de maior investimento em pesquisas, diagnósticos e programas de recuperação de áreas degradadas por parte do setor público Farias, (2020).

4. DISCUSSÃO

O presente trabalho contribuiu para avaliação da atividade de extração mineral de areia em São Bento, MA e seus impactos ao ambiente local, processo este possibilitado pelos agentes produtores do espaço urbano, pelos exploradores da terra e pela ineficiência de fiscalização por parte dos agentes públicos Cavalcanti, (2017).

Diante do exposto, algumas propostas são apresentadas com o intuito de viabilizar mudanças na realidade apresentada, tais como: Inspeções cotidianas aos prováveis locais de extração no município; Criar um canal de denúncias para a sociedade poder se comunicar com os agentes públicos sem precisar se identificar; Desenvolver projetos educacionais para fomentar uma cidadania direcionada ao meio ambiente, promovendo um estímulo ao planejamento territorial sustentável; Fazer uso das ferramentas do geoprocessamento nas ações de fiscalização e planejamento Farias, (2020).

Desta maneira, são necessárias ações que busquem uma mudança de comportamento por parte dos envolvidos no processo de extração de areia, bem como daqueles que acompanham de perto e acreditam que nada podem fazer, por conta do receio ou da incredulidade nas instituições responsáveis. O que não se pode é deixar os exploradores de areias eximidos de suas responsabilidades e legalidades, continuando a degradar o ambiente, que é de fundamental importância para a sociedade Eddine, (2016).

Sendo assim faz-se necessário o incentivo a novas pesquisas relacionadas a essa temática de estudo, a fim de se aprimorarem avaliações qualitativas e quantitativas sobre a degradação por extração irregular de areia. Na perspectiva metodológica, sugere-se o estudo das áreas de potencial exploração a partir da experiência conseguida ao final deste trabalho Cardoso, (2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todas as normas das políticas públicas, visando o controle do embate deixado pela extração irregular de areia, a atividade é deterioradora e modificadora da superfície terrestre, afetando o ecossistema em geral Marcondes Filho, (2020). Às alterações ambientais apreende a supressão da vegetação, reconfiguração do espaço, aceleração dos processos erosivos, interceptação do lençol freático, alcançando até mesmo condições de instabilidade e redução de pontos agrícolas Bauermeister, (2020).

A inquietação com o meio ambiente equilibrado tomou dimensão planetária diante das constantes ameaças desencadeadas pelo processo de crescimento da população mundial e o

consumo exacerbado de matéria-prima para suprir as necessidades da sociedade contemporânea Rodrigues, (2019).

Os reflexos de ações degradadoras do meio ambiente geraram grandes debates em âmbito mundial em defesa da natureza, despertando o interesse de diversas nações em promover um desenvolvimento sustentável, fundamentado no dever de proteção jurídica, impulsionando políticas econômicas e educacionais para o enfrentamento urgente de várias questões que pudessem diminuir o panorama de destruição dos recursos naturais pelo uso com responsabilidade Rodrigues, (2019)

O crescimento dos esforços para alinhar o uso dos recursos naturais ao desenvolvimento econômico tem resultado em iniciativas para incorporar instrumentos legais de preservação e conservação ecossistêmica, às políticas econômicas voltadas para a mitigação de impactos ambientais relacionados a resguardar a Amazônia Maranhense, Brasil (2021).

Estes instrumentos visam controlar a utilização dos recursos e do patrimônio natural e blindar ambientes frágeis, também tendo em vista a diversidade cultural, o desenvolvimento socioeconômico das comunidades, sobretudo as mais vulneráveis, em consonância com a minimização dos danos ambientais.

Buscou-se definir as principais legislações pertinentes a exploração de areia irregular, de modo que conseguisse ter o controle dos principais impactos negativos no meio ambiente a começar da degradação, bem como as consequências que a extração incorreta de areia pode provocar e os efeitos que são ocasionados atualmente para região, sendo efetuadas análises críticas do meio danificado de acordo com a revisão bibliográfica Coletivo, (2022).

Diante dos seguintes dados citados, a extração de areia é uma atividade de grande impacto socioeconômico para o município de São Bento. Mas cabe destacar que gera significativos efeitos negativos ambientais ligados à atividade. Os impactos gerados, se não forem devidamente tratados, podem comprometer ainda mais o bem-estar social. Nesse sentido, é extremamente necessária a proteção do solo para todos os seres vivos do planeta, pois o mesmo permite a manutenção do ecossistema terrestre Rabelo, (2021).

Os danos ambientais causados pela atividade em questão e sua avaliação mostram que parte dos impactos ambientais causados é negativo, conforme se comprovou com o uso dos métodos de pesquisa: revisão bibliográfica, livros e revistas. Com base na literatura especializada, foi possível identificar e descrever os pretextos dos impactos da extração.

Para Burmann, (2017), não se pode ignorar que a proteção ao meio ambiente deve estar alinhada a uma proposta de desenvolvimento sustentável. Portanto, é possível a exploração de

bens ambientais visando o desenvolvimento econômico e social, momento em que a ocorrência do dano ambiental pode vir a ocorrer.

A remoção irregular de areia traz graves consequências ao solo, afetando diretamente a fauna e flora existentes de qualquer local que esteja degradado, e o uso e manejo inadequado do assoalho além de contribuir para o efeito estufa, até o presente deslocará problemas relacionados à sua sustentabilidade devido a degradação da matéria orgânica do pavimento, o que atinge negativamente os seus atributos físicos e químicos, bem como sua variedade biológica Lima, *et.al.*, (2021).

Portanto, é crucial adotar medidas de manejo adequadas e sustentáveis para minimizar os impactos negativos da extração de areia, visando equilibrar a necessidade econômica com a proteção do meio ambiente. A atividade de remoção de areia está sujeita à necessidade de licenciamento ambiental, sendo regulada por leis e definições específicas como já foi listado anteriormente Viera & Rezende, (2020).

Diante dessas questões, torna-se imperativo que as autoridades competentes adotem medidas rigorosas de controle, fiscalização e planejamento sustentável para a extração de areia, visando mitigar os impactos negativos e garantir o uso responsável e equilibrado desse recurso, visando estabelecer o desenvolvimento justo e ambientalmente correto Brandt, (2020).

6. AGRADECIMENTOS

Ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Maranhão e ao Corpo Docente, Discente e Administrativos do Campus São Bento. Ao meu orientador Jhon Jairo Saldarriaga Ausique por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e também pela compreensão e paciência demonstrada durante o período do projeto, muito obrigada.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. **Regeneração de Cobertura Vegetal, Compactação do Solo, Formação de Crostas** Mestrado – Universidade Federal de Viçosa, 2016.

ALMEIDA, M. S. **Elaboração de projeto, TCC, dissertação e tese: uma abordagem simples, prática e objetiva.** São Paulo: Atlas, 2011.

ANÁLISE DE GESTÃO AMBIENTAL. São Paulo: Análise Editorial, 2009-2011. Anual

ANDRADE, M. NETO, N. SOUSA, D. Chaves, R. e Carvalho, G. 2015 "**Análise dos Fatores Críticos para a análise de dados: Um Estudo de Caso na Região Amazônica**", In: Anais do XXI Workshop de Informática na Escola. SBC, 2022. p. 574-583.

ASSAD, E. D. Amazônia legal: **propostas para uma exploração agrícola sustentável** (relatório completo). Escola de Economia de São Paulo (EESP), 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9935 -Agregados - Terminologia**, 2023.

ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R.; CARVALHO FILHO, R. Aspectos socioeconômicos e de evolução da fauna e flora da Amazônia maranhense. In: MARTINS, M.; B.; OLIVEIRA, T. G. de (Org.). **Amazonia maranhense: diversidade e conservação**. Belém: MPEG, 2011. p. 35-46.

BAUERMEISTER, K. H. **Relatório e plano de controle ambiental**. Taubaté, São Paulo, 2020.

BAUERMEISTER, K. H. **Distribuição e disponibilidade das áreas de extração de areia para a construção civil, visando o abastecimento da região metropolitana de São Paulo**. 2019. Dissertação Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-29092015-143905/publico/Bauermeister_Mestrado.pdf. 2023.

BARDEN, L. **Análise de conteúdo e dados para obtenção de resultados, metodologia**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRAGA, S.M. **A relação com ambientes e campos alagados. In: vegetação gramíneas e ciperáceas**. Ed. Faculdade de Saúde Pública da USP e Instituto de Pesca. C.P.R.N.-S.A. 2020, p. 25-28.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal. Centro Gráfico, 2024. 292p

BRASIL (1986a). Resolução CONAMA nº 086, de 06 de dezembro de 1986. **Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental de Extração Mineral das classes I, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX** (Decreto-Lei nº 227, 28 de fevereiro de 1967), e tendo em vista o disposto no artigo 18, do Decreto nº 98.812, de 09/01/86. Brasília.

BRASIL. **Departamento Nacional de Produção Mineral**. Sumário Mineral/ Coord. Thiers Muniz Lima, Carlos Augusto Ramos Neves, Brasília: DNPM, 2021.

BRASIL. Lei Federal Nº 6.938/81, de 31 de Agosto de 1981. Regulamento ART.8º item XVII da Constituição Federal, Institui a **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm; acesso em; 31 de Agosto de 2024.

BRASIL-Lei-6938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, DF 1981. Disponível em HTTP// www.planalto.gov.br/civil_03/16938.htm.2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretariado da Convenção sobre Biodiversidade Biológica. **O panorama da biodiversidade global 3**. Brasília, DF, 2010b. 94 p.

BRANDT, W. Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas. In: Dias. L. E. Mello, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV/ DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2020. p. 131-134.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/publico/Tese.PDF>. Acesso em: 08 fev. 2024

BOLETIM CLIMÁTICO DO MARANHÃO. **Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC**. Out/dez., v.1, nº 3. São Luís: IMESC, 2022. ISSN 2764-0213, 62 p. Disponível em: <https://imesc.ma.gov.br/src/upload/publicacoes/f7256d71f65b32aacc6e7a5c446a7449.pdf>

BOTELHO, S. A. et al. 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, 2007. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rar/v31n1/20.pdf> > Acesso em 2 de jul. 2024.

BURMANN, A. **Direito da Mineração – questões minerárias, ambientais e tributárias**. Belo Horizonte. Ed. D'Plácido, 2017, p. 277.

CAVALCANTI, V. M. M. PARAHYBA, R. E. R. **A indústria de agregados para construção civil na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: DNPM, 2017.

CARDOSO, M. J. S. **Cartografia das Atividades de Extração de Minerais Utilizados na Construção Civil e Qualificação do Grau de Degradação Ambiental na Região de Manaus – AM**. 2019. f. Dissertação Mestrado em – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

CASTENDY, D. N; Early, L. E. **Mine pit lakes: characteristics, predictive modeling, and sustainability**. Electronic Edition, 2019. 288p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZRXPWO83bY4C&oi=fnd&pg=PR11&dq=Mine+pit+lakes:+characteristics,+predictive+modeling+and+sustainability&ots=pN6MdFS0Xp&sig=oEN5okepwRcq-hpO-xvS1XAZ6A8#v=onepage&f=true>. Acesso em: 08 fev. 2022.

CHADA, S. S. Campello, E. F. C. Faria, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.801-809, 2019.

Coletivo Brasileiro de pesquisadores da desigualdade ambiental. **Desigualdade ambiental e acumulação por espoliação: o que está em jogo na questão ambiental**, in e-cadernos CES, n. 17, 2013, p. 190-20. Disponível em: <<http://www.ces.uc.pt/e-cadernos/pages/pt/indice.php>>. 2022.

CFEM/IBGE - **Média de preços das areias fina, média e grossa - posto jazida/fornecedor (sem frete)** [http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria 638](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria%20638) e acesso aos Relatórios de Insumos e Composições Não Desonerados dezembro de 2015 por Unidade da Federação.

CONFORTO, E. C.; Amaral, D. C.; Silva, S. L. DA. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática : aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos.** 2011.

CONCEIÇÃO, G. M. RUGGIERI, A. C.; SILVA, E, O. NUNES, C. S.; GALZERANO, L. NERES, L.P. 2012. Fila fanerogâmica da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum Caxias/MA, Brasil. In: Barros, M.G., M.C. Barros, ed. UEMA. **Biodiversidade da Área de Proteção Ambiental do Inhamum.** São Luís: pp. 21-39.

COSTELO MJ, COLL M, Danovaro R, Halpin PRO Javier H, Miloslavich P. A. **census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges.** PLoS One. 2010;5(8):1-15. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0012110>.

DNIT IPR – 714 (2005) – **Manual de Pavimentos Rígidos.** Acesso em: 06 junho de 2024, disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Extração de areia.** Brasília: 2022. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. janeiro 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL- DNPM. **Sumário Mineral – Edições 2011.** Brasília: 2020. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br>>. janeiro 2015.

DIAS et. al, L. J. B. S. . Sumário executivo do zoneamento ecológico econômico do estado do Maranhão: **etapa bioma amazônico maranhense.** São Luís: IMESC, 2019. p. 4-27.

EDDINE, S. C. **Tutela jurídica do meio ambiente: a quantificação do dano ambiental e sua importância para a construção e desenvolvimento de sociedades sustentáveis.** 2009. f. Dissertação Mestrado em Direito – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2009. Disponível em: 2016.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro, RJ:EMBRAPA Solos, 2020.

EMMONS, L. H.; Feer, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. 2 ed. University of Chicago Press, 2010, p. 396.

ENRIQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva; DRUMMOND, José Augusto. **Social-environmental certification: sustainable development and competitiveness in the mineral industry of the Brazilian Amazon**. Natural Resources Forum, v. 31. USA: Blackwell Publishing Ltd., p. 71 – 86, 2020.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**: relatório preparado para o CGEE - PNUD, Contrato 2002/001604. 2006. Disponível em: 2016.

FRANKLIN, Adalberto. **Apontamentos e fontes para a extração irregular de areia e economia local**. Imperatriz, MA: Ética, 2019.

FARIAS, TALDEN; COUTINHO, Francisco Seráfico da Nóbrega Coutinho. **Direito Ambiental: o meio ambiente e os desafios da contemporaneidade**. Belo Horizonte: FÓRUM, 2010.

FERREIRA, Paulo Henrique Z. Diagnóstico e proposta de uso para as áreas degradadas no município de Seropédica-RJ pela extração de areia em cava. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. Seropédica. 2020.

FILHO, JOSÉ MARCOS VALENTIM. A mineração em ambientes considerados como patrimônio cultural: o caso das áreas tombadas. **ORBIS: Revista Científica**. Campina Grande: v. 3, n. 1. 2012.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e Planejamento Ambiental –Conceitos e aplicações. **Revista de Geografia** (Recife), v. 35, n. 4 (especial VIII SINAGEO), 2018.

GUIMARÃES, M. Educação Ambiental Crítica IN: LAYRARGUES, P.P (coord.) **Identidades da educação ambiental brasileira**, Diretoria de educação ambiental; Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2023.

GUTMAN, S. M. **Caracterização do sistema de produção lavrador-pescador em comunidades rurais no entorno do lago de Viana, na Baixada Maranhense.** São Luís, MA: UEMA, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. Dados da Cidade de São Bento Maranhão. Rio de Janeiro, 2022.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Zonificação do território – etapa Bioma Amazônico.** São Luís: IMESC, 2019. Disponível em: <http://zee.ma.gov.br/zee-amazonico/>. abril. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). BDMEP – **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa: Série Histórica – Dados Mensais.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos.** 2022. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>.

JABBOUR, C.J.C. et al. “Verdes e Competitivas?” **A Influência da Gestão Ambiental no Desempenho Operacional de Empresas Brasileiras.** Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 151-172, agosto. 2012.

KONYA, E.; Gerber, N. Baumgartner, P. Von Braun, J. De Pinto, A.; Graw, V. Kato, E. Kloss, J. Walter, T. **The economics of desertification, land degradation, and drought: toward an integrated global assessment.** Bonn: Center for Development Research, 2011. 184 p. (ZEF Discussion Papers on Development Policy, n. 150).

KULAIF, YARA; Recuero, Júlio César. **Areia para construção.** Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM/SP, Sumário Mineral. 2020. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/areia-construcao-sumario-mineral-2014/view>. fevereiro. 2020.

LAL, R.; HALL, G. F. MILLER, F. P. **Ações sobre a degradação & Reabilitação,** v. 1, n. 1, p. 51-69, 2015.

LENZ, V. Amaral, S. E. Geologia Geral: **uma importante ferramenta da estrutura evolução e dinâmica do planeta terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

LIMA, F. J. L. **Previsão de Precipitação no Nordeste do Brasil, Amazônia Maranhense**. 2015. Tese (Doutorado) —Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2021.

LIMA, P. C. F. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semiárido brasileiro. In: XXVII Reunião Nordestina de Botânica, Petrolina, p. 70-79, 2004.

LIMA, W. de P. Ferraz, S. F. de B.; Ferraz, K. M. P. M. **Interações bióticas e abióticas na paisagem: uma perspectiva eco-hidrológica**. In: Calijuri, M. do C. Cunha, D. G. F. (Ed.) Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p.215-44.

MACIEL BEZERRA, L. **Impactos Ambientais Provocados por Drogas: O Caso do Rio Itinga MA, no perímetro urbano**. Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

MARTHA, Júnior, G. B. Contini, E.; Navarro, Z. **Caracterização da Amazônia Legal e macrotendências do ambiente externo**. 1.ed. Embrapa Estudos e Capacitação-Documentos (INFOTECA-E), 2011

MARTINS, Marlúcia Oliveira, Tadeu G. **Amazonia maranhense: diversidade e conservação**. 3. ed. Belém: MPEG, 2011.

MACHADO, P. A. L. Direito Ambiental Brasileiro. **Estudo de caso de coordenação e seletividade da proteção contra sobrecorrente em um sistema elétrico industrial**. Monografia Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010.

MARCONDES FILHO, E. et al. **O uso futuro das áreas de mineração de areia no subtrecho compreendido entre Jacareí e Pindamonhangaba, SP e sua inserção na dinâmica local e regional**. In: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: O Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, 2020, Taubaté.

INSTITUTE of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std 242 – IEEE **Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems –** Buff Book, 2022.

MARANHÃO. **Atlas do Maranhão**. 2. ed. Gerência de Planejamento e Econômico, Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís: GEPLAN, 2002. Disponível em: <https://www.bellalex.net/arquivos/studio-idro-geologico-climatico-ed-altro.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

MATOS, S. R. TSAY, G.S. MUNCK, L. Institucionalização da Gestão Ambiental em Pequenas Empresas: Um Estudo em Empresas Norte Paranaenses. **Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, 15., 2012, São Paulo.

MATOS, Silvio Costa; LOBO, Luiz de Moraes. **Areia para Construção Civil em Goiás: perfil da produção, danos ambientais e propostas de mitigação**. In: Anais do 5º Simpósio e Geologia do Centro-Oeste. Goiânia:p.2-3, 2019.

MCCULLOUGH, C. D.; Lund, M. A. Opportunities for sustainable mining pit lakes in Australia. **Revista Mine Water Environ**, v.25, p. 220–226, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10230-006-0136-0>. Acesso em: 08 fev. 2022.

MEDEIROS, Leal, W. M.; Freitas, C. E. DE C.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K. Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica brasileira. **Scientia Amazonia**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2018

MEDEIROS, R. B. Pinto, A. L. Miguel, A. E. S. Oliveira, G. H. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental e degradação**, Selvíria/MS. Caminhos de Geografia Uberlândia, v. 15, n. 49, p. 126–137, 2014.

MENEZES, Afonso H. et al. **Estudo de caso de coordenação e seletividade da proteção contra sobrecorrente em um sistema elétrico industrial**. Monografia Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade de São Paulo, São Carlos. 2010. **Metodologia Científica: Teoria e Aplicação na Educação a distância**. Rio Grande do Norte, 2019.

MEDEIROS, A. M. Aspectos ecológicos, socioambientais e Educação ambiental aplicados na conservação de *Kinosternon scorpioides* em comunidades da baixada maranhense. 2016. 117 f. Dissertação Mestrado em Ciência Animal – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.

METHA, POVINDAR, M.F.; PONTES, J.C. SOUZA, J.B.M. SOUZA, M.M.; MEDEIROS, D.N.; SANTOS J.V.J; SILVA, M.A.; PINTO, A.M.G.M. **A informalidade na produção de areia no estado do Rio Grande do Norte**. IFRN. Natal/RN, 2013. 11 f. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/15494972-A-informalidade-na-producao-de-areia-no-estado-do-rio-grande-do-norte.html>> Acesso em: 14/05/2019.

MONTIBELLER Filho, F. G. O mito do desenvolvimento sustentável: Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias, Florianópolis: UFSC, 2019.

MUNIZ, F. H. . **A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o nordeste apresenta diversidade e estrutura**. In: MOURA, E. G. Agroambientes de transição - entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil. Atributos; alterações; uso na produção familiar. São Luís: UEMA, p. 53-70, 2019.

NEVILLE, M. A(Editor in Chief); HENRIKSEN, R.; KREILHUBER, A.; STEWART, D.; KOTSOVOU, M.; RAXTER, P.; MREMA, E.; and BARRAT, S. UNEP-INTERPOL. Rise of Environmental Crime. UNEP. 2016. 104 f. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/resources/report/rise-environmental-crime-growing-threat-natural-resources-peace-development-and>> Acesso em 11/06/2020.

OTANI, J. L. 2020. **Descrição do processo de mineração por desmonte hidráulico e recuperação dos taludes e vegetação, no município de Elias Fausto – SP**. Trabalho de conclusão. Universidade de Taubaté. São Paulo

PAUL, J.; Merchant, A.; Dwivedi, Y. K.; Rose, G. Writing an impactful review article: What do we know and what do we need to know? **Journal of Business Research**, v. 133, p. 337–340, set. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.005>.

RABELO, D. R.; Lima, Z. M. C.: **uma análise preliminar voltada para os solos do nordeste brasileiro uso e manejo inadequado do solo, origem antrópica**. Fortaleza. 2021.

REIS, B. J. et al. Influência das cavas de extração de areia no balanço hídrico do vale do Paraíba do Sul. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, ed. 59, dez. 2010. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rem/a/nwj5KQPYff9tJqWTHV99Lmn/?lang=pt#>. Acesso em: 08 fev. 2022.

RIBEIRO, C. L. **Direito minerário escrito e aplicado**. São Paulo, ano 3, n. 18, ago. Disponível em: <http://www.datavenia.inf.br/frame.artig.html>. Acesso em: 10 set., 2018.

REBOITA, M. S. Rodrigues, M.Armando, R. P.; Freitas, C.Martins, D.Miller, G. Causas da sazonalidade das chuvas no nordeste. *Revista Brasileira de Climatologia, S. I.*, v. 19, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v19i0.42091>.

RODRIGUES, Evanildo de Lima. **Natureza ordinária: o dever de garantir nível elevado de proteção ecológica**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019.

SANTOS, O.C. , O. 2014. A geografia física e as bacias hidrográficas na Amazônia. Belém: **Revista GeoAmazônia**, 1(2): 17-27.

SANTOS, D. F. dos. **A disponibilidade hídrica e a evapotranspiração no Brasil**. **agrosmart** Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/disponibilidade-hidrica-evapotranspiracao/#:~:text=Entenda%20a%20disponibilidade%20h%C3%ADdrica%20e%20a%20evapotranspira%C3%A7%C3%A3o%20no%20Brasil&text=A%20disponibilidade%20h%C3%ADdrica%20adequada%20%C3%A9,dist%C3%BArbios%20fisiol%C3%B3gicos%20negativos%20na%20planta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 22 de abr. 2024.

SANTOS, R. B.; Souza, A. P. de; Silva, A. C.; Almeida, F. T. **Planejamento da pulverização e em função das variáveis meteorológicas na região do oeste da Amazônia Maranhense**, . *Global Science and Technology*, Rio Verde, v.6, n.1, p.72-88, 2013. DOI: 10.14688/1984-3801.v06n01a07.

SILVA, I. A., Campagna, A. R. Lipp - Nissinen, K. H. (2018). **Recuperação de áreas degradadas por mineração: uma revisão de métodos recomendados para garimpos.** Pesquisas em Geociências, 45(3), 0691.

SILVA, M. da. **O Uso de Leguminosas Para a Recuperação de Áreas Degradadas Por Extração de Areia Irregular.** Rio de Janeiro, n.29, p.152-163, 2010.

SILVA JÚNIOR, W. R. et al. 2020. **Samambaias e Licófitas de remanescentes da Amazônia Maranhense, Brasil.** São Paulo: Biota Neotropica, 20(3).

SOUSA LR, RODRIGUES, A. A. F. **Limites dos municípios ao norte do estado de São Bento na Baixada Maranhense.** Maranhão 2019.

TOY, T. J.; DANIELS, W. L. Reclamation of Disturbed Lands. In: MAYER, R. A. **Encyclopedia of environmental analysis and remediation.** New York: John Wiley, 2020. p.4078-4101.

VALVERDE, FERNANDO MENDES. **Agregados para construção civil.** In: Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário Mineral Brasileiro de 2017. Brasília: 2006, p 37-42.

VALVERDE, FERNANDO MENDES. **Mineradores de areia tentam reinventar mercado** – entrevista concedida a Altair Santos, no Portal Itambé, 25/04/2014. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/mineradores-de-areia-tentam-reinventar-mercado/2020>.

VIEIRA, Valter S.; MENEZES, Ricardo G. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais.** CPRM. Belo Horizonte, p. 289. 2020.