



CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

MARILENA DE SOUSA JACOB

**QUALIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS APLICADAS AO
PROCESSO DE EXTRAÇÃO MINERAL POR DRAGAGEM NO RIO
POTI, TERESINA-PI**

TERESINA

2022

MARILENA DE SOUSA JACOB

**QUALIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS APLICADAS AO
PROCESSO DE EXTRAÇÃO MINERAL POR DRAGAGEM NO RIO
POTI, TERESINA-PI**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de
Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto
Federal do Piauí – Campus Teresina Central,
como requisito parcial para obtenção do grau de
Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof. Dr^a Bruna de Freitas
Iwata

Coorientadora: Jacqueline Ribeiro Alcantara

TERESINA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Jacob, Marilena de Sousa

J15q Qualificação das condições ambientais aplicadas ao processo de extração mineral por dragagem no rio Poti, Teresina, PI / Marilena de Sousa Jacob. - 2022.
53 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2022.

Orientadora : Profa Dra. Bruna de Freitas Iwata.

1. Mineração. 2. Meio ambiente . 3. Impostos. I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

MARILENA DE SOUSA JACOB

**QUALIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS APLICADAS AO PROCESSO
DE EXTRAÇÃO MINERAL POR DRAGAGEM NO RIO POTI, TERESINA-PI**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 09/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a Bruna de Freitas Iwata
(Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Ageu da Silva Monteiro Freire
(convidado)
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Prof. Me. Marcos Paulo Gomes Gonçalves
(convidado)
Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMAM

RESUMO

A mineração é considerada uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento de uma sociedade, no entanto a sua realização sem os devidos cuidados podem gerar grandes prejuízos ao meio ambiente. Este trabalho apresenta os decorrentes impactos provenientes desta atividade de dragagem realizadas ao longo da malha urbana do Rio Poti – PI. A pesquisa foi desenvolvida por meio de pesquisas bibliográficas e documentais através de dados secundários coletados junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM). A partir desses resultados podemos concluir que a atividade em questão é causadora de impactos negativos diretos de grande importância ao meio ambiente onde a inter-relação do processo de exploração mineral e a qualidade ambiental acabam não existindo.

Palavras-chave: Mineração; Meio Ambiente, Impactos

ABSTRACT

Mining is considered one of the most important activities for the development of a society, however its performance without proper care can cause great damage to the environment. This work presents the resulting impacts from this dredging activity carried out along the urban network of Rio Poti – PI. The research was developed through bibliographical and documentary research through secondary data collected from the Municipal Environment Secretariat (SEMAM). Based on these results, we can conclude that the activity in question causes direct negative impacts of great importance to the environment, where the interrelationship between the mineral exploration process and environmental quality ends up not existing.

Keywords: Mining; Environment; Impacts

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Lavra por escavação	10
Figura 2: Lavra por desmonte hidráulico	10
Figura 4: Draga de Sucção e recalque versus Draga Mista	16
Figura 5: Representação de um sistema de dragagem em rio	16
Figura 6: Representação de um sistema para melhorar a gestão da empresa	20
Figura 7: Localização do município de Teresina – PI	24
Figura 8: Trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Poti em Teresina/PI	24
Figura 9 – Localização das dragas por zonas, região urbana de Teresina, PI	27
Figura 10 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona sul de Teresina-PI	28
Figura 11 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona leste de Teresina-PI	29
Figura 12 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona norte de Teresina-PI	30
Figura 13 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona sudeste de Teresina-PI	30
Figura 14 – Estrutura física do maquinário do empreendimento para desenvolver a atividade	32
Figura 15: Draga utilizada na atividade de extração de areia	33
Figura 16: Draga utilizada na atividade de extração de areia	33
Figura 17 – Quantidade de balsas no empreendimento	34
Figura 18 – Empreendimentos que ocupam a área de APP	35
Figura 19: Uso irregular da área de APP	36
Figura 20: Uso irregular da área de APP	36
Figura 21 – Situação do armazenamento dos resíduos do empreendimento	37
Figura 22: Área de armazenamento dos resíduos	38
Figura 23: Resíduos dispostos de maneira irregular	38

Figura 24: Área de armazenamento dos resíduos	39
Figura 25 – Empreendimentos que possuem estudos em execução	40

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
APP	Área de Preservação Permanente
ONU	Organizações das Nações Unidas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
MME	Ministério de Minas e Energia
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
SEMAR	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
PVC	Policloreto de Polivinila
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 Mineração	12
2.2 Métodos de Lavra	13
2.2.1 Extração por escavação	13
2.2.2 Extração por desmonte hidráulico	,14
2.2.3 Extração através da dragagem em leito submerso	15
2.3 Aspectos legais relacionados à atividade minerária	16
2.4 Extração mineral por dragagem	17
2.5 Dragagem de Areia	19
2.6 Impactos Ambientais da Dragagem	21
2.7 Inovação e mecanismos de minimização de impactos ambientais	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Tipo de pesquisa	25
3.2 Caracterização da área de estudo	26
3.3 Procedimentos Metodológicos	29
3.3.1 Mapeamento das dragas na malha urbana do Rio Poti	29
3.3.2 Caracterização das dragas	29
3.3.3 Descrição dos arranjos e estratégias	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A mineração é compreendida como uma das atividades econômicas mais importantes no desenvolvimento da sociedade. Realizada com os devidos cuidados ambientais, acaba influenciando o bem-estar das gerações presentes e futuras, se firmando como uma atividade impulsionadora do desenvolvimento social e econômico (SIMINERAL, 2018). A mineração proporciona uma extensa movimentação da economia brasileira, onde o Brasil é um dos países de maior potencial quanto aos recursos naturais, o seu desenvolvimento contribui para melhoria de vida de grande parte da população (LEITE *et al.*, 2017).

Com isso, destaca-se a mineração como de suma importância para o desenvolvimento das sociedades, porém causa prejuízos ao meio ambiente, sendo necessário ser exercida dentro da legalidade e com os devidos cuidados, evitando a perda do equilíbrio ecológico (SILVA; ANDRADE, 2017).

Diante disso, por muito tempo vem-se tentando identificar e implantar medidas mitigadoras eficazes que sejam capazes de reduzir ao máximo os impactos negativos gerados ao ambiente. Em Teresina, essa atividade se concentra ao longo do leito do rio Poti e Parnaíba, o que vem sendo um dos instrumentos de degradação por longos anos. E é por isso que a dragagem necessita de ações específicas de gestão ambiental para a mitigação dos impactos que são gerados.

A atividade de dragagem como foco de investigação tem sua essencial importância devido à vantagem modal aquaviário de transporte em comparação com outros modais da cadeia logística de transporte de mercadorias, tais como: reduzido custo relativo a transporte, capacidade para grandes quantidades e grandes distâncias, além de menor de manutenção.

O sistema logístico aquaviário é estratégico em diversos países. E, no Brasil, aproximadamente 95% do comércio exterior é transportado por navios, o que demonstra a importância dessa atividade para a economia nacional (OLIVEIRA; CORREIA, 2019).

Neste horizonte, foi criada pelo governo a Lei da Dragagem nº 11.107, em dezembro de 2007, visando a celeridade do processo de contratação de empresas de dragagem e assim aumentar a concorrência com a entrada de empresas estrangeiras para atuar no país (MIRAGAYA, 2014).

Apesar de movimentar a economia, a extração mineral também é responsável por grandes impactos ambientais podendo gerar alterações que podem chegar a ser irreversíveis ao meio em que está inserida. No Piauí a extração mineral também está presente como uma atividade que possui um valor econômico, sendo encontrada nas áreas fluviais da capital e no leito dos Rios Poti e Parnaíba (LIMA, 2018).

A região Entre Rios apresenta um número considerável de empreendimentos que possuem foco na atividade extração mineral por dragagem com exploração de materiais como a areia fina e a areia grossa. A extração mineral por dragagem é a operação de lavra mediante a sucção de minério submerso, é indispensável na extração de sedimentos arenosos em rios, reservatórios, lagoas e cavas submersas.

É importante conhecer os aspectos ambientais envolvidos nessa atividade para ter um possível controle e prevenção dos riscos que possam ser gerados comprometendo o meio ambiente, identificando os possíveis impactos que possam ser causados no seu desenvolvimento e quais estratégias podem ser utilizadas para minimizar esses impactos (CETESB, 2016).

Diante dos impactos que podem ser identificados pelo desenvolvimento da atividade tem-se: o desmatamento da Área de Preservação Permanente (APP) com a degradação da vegetação nativa causando a perda da biodiversidade e alterando o ecossistema local para a implantação de maquinários, o alargamento da margem do corpo hídrico causado pela excessiva extração de areia, o aumento de processos erosivos e assoreamento, a possível contaminação da água e do solo pelos resíduos que são gerados pelo desenvolvimento da atividade e o manejo inadequado dos mesmos.

A relevância desse trabalho justifica-se a partir da importância das minerações para suprir as necessidades humanas, onde surgem questionamentos relativos à eficiência do controle da qualidade ambiental das atividades de dragagem na malha urbana do Rio Poti, o interesse por esse tema vem por decorrência de diversos impactos ambientais provenientes dessa atividade na busca de reconhecer e fomentar ações estratégicas que possam minimizar os impactos que são gerados. Nesse contexto, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão: Existem estratégias ambientais que possam minimizar os impactos que são gerados no processo de extração mineral por dragagem realizada no rio Poti em Teresina?

Desta forma, considerando a importância de manter um meio ambiente ecologicamente equilibrado, a pesquisa pode colaborar de maneira sucinta com

informações que podem influenciar no desenvolvimento da atividade, voltando o olhar dos empreendedores para a utilização de medidas de proteção ao meio ambiente no desenvolver da mesma, consistindo no objetivo do estudo investigar estratégias que possam ajudar no controle dos impactos ambientais gerados no processo de extração mineral por dragagem no Rio Poti de Teresina-PI.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mineração

A mineração é uma das atividades econômicas mais importantes, sendo essencial no desenvolvimento da sociedade dentro dos seus setores produtivos. De forma geral, a mineração pode ser considerada uma atividade extrativa de recursos minerais fornecendo insumos na forma de matéria prima para a indústria.

Segundo a Agência Nacional de Mineração, a mineração é um campo que detém evidência na economia nacional, com importante participação econômica no Produto Interno Bruto (PIB). Os bens minerais geram emprego e são importantes nas exportações brasileiras, caracterizadas por elevada comercialização de *commodities*. (Agência Nacional de Mineração – ANM, 2018).

É evidente a importância da mineração desde um primeiro momento dentro da evolução humana até se introduzir no desenvolvimento socioeconômico do país, estimulando os setores produtivos. Segundo Silva (2011), a mineração é uma atividade de grande relevância não só à construção civil, como também para a agricultura e para a indústria, visto que apresenta uma ampla oferta de empregos, até mesmo em áreas de “vazios” geográficos e/ou econômicos, detentores de complexas opções de desenvolvimento, e a história da humanidade está intimamente ligada à extração mineral.

A atividade mineradora, de acordo com Carvalho *et alli* (2009), pode ser definida como a extração, preparação e beneficiamento de minerais descobertos em estado natural (sólido, líquido e gasoso), compreendendo a exploração das minas subterrâneas e de superfície. Pedreiras e poços, também são atividades complementares para preparo e beneficiamento de minérios em geral, tornando-os vendáveis, sem alterar sua categoria primária (CARVALHO *et alli*, 2009).

A mineração por si só é impactante ao meio em que está inserida, sabe-se que é uma atividade que ajuda no desenvolvimento local, mas que é de grande importância que seja operada com responsabilidade ambiental e social, sempre tendo a preocupação de praticá-la baseada no desenvolvimento sustentável. E dentro da mineração podemos encontrar diferentes métodos de lavra que são as técnicas de extração do minério.

2.2 Métodos de Lavra

De acordo com Art. 36 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, entende-se por lavra, “o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas” (BRASIL, 1967, p.9).

Outra definição de lavra apresentada por Vidal *et al* (2014), refere-se a atividade de extração realizada obedecendo a uma normatização específica pautada em métodos voltados às particularidades geológicas do material e ao final, a fase de recuperação da área degradada.

Conforme se verificou no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (2021), os seguintes métodos de lavra de extração de areia mais utilizados:

- por escavação;
- por desmonte hidráulico;
- dragagem hidráulica em leitos submersos.

2.2.1 Extração por escavação

A extração por escavação é um artifício simples em que o procedimento se inicia com a remoção da camada do solo assentado sobre a jazida, e que é explorada com assistência de pás ou escavadeiras. Conforme SILVA (2011) esse método se estabelece com,

Os pátios são instalados nas margens do rio próximo as frentes de lavra. Como ocorre uma reposição constante do material, o final das atividades, somente vai ocorrer se a reposição da areia for muito lenta, não justificando a continuidade da lavra. (SILVA, 2011).

Figura 1: Lavra por escavação

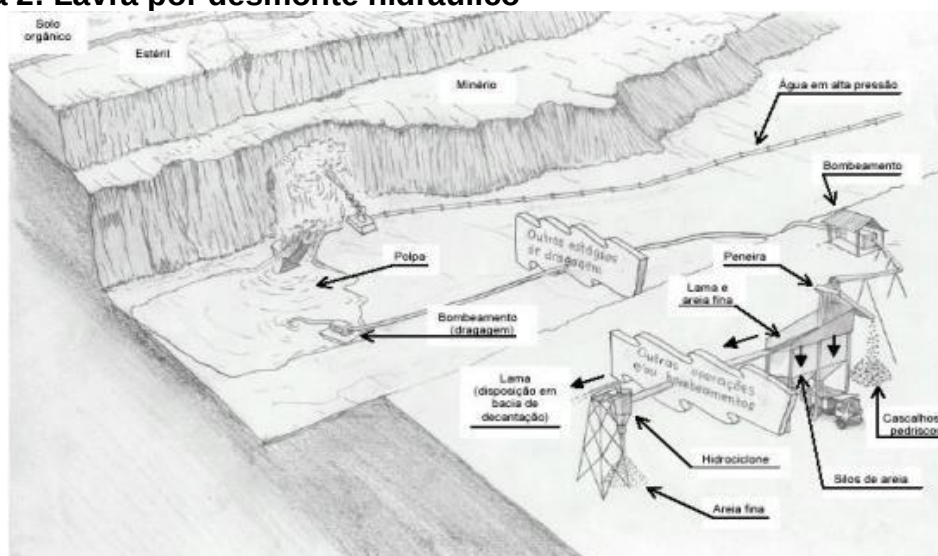


Fonte: Bauermeister (2007) *apud* SILVA (2011, p.20)

2.2.2 Extração por desmonte hidráulico

O procedimento de desmonte hidráulico incide em um jato de água em alta pressão que solicita o desmonte do material. O jato em questão é transportado através de mangueiras que advém diretamente na base do talude da frente de lavra, originando um desmoronamento controlado e a circulação por gravidade, formando uma polpa de concentração, que é bombeada até os estágios operacionais seguintes, de separação do minério dos outros materiais. A figura 2 mostra o procedimento supracitado:

Figura 2: Lavra por desmonte hidráulico



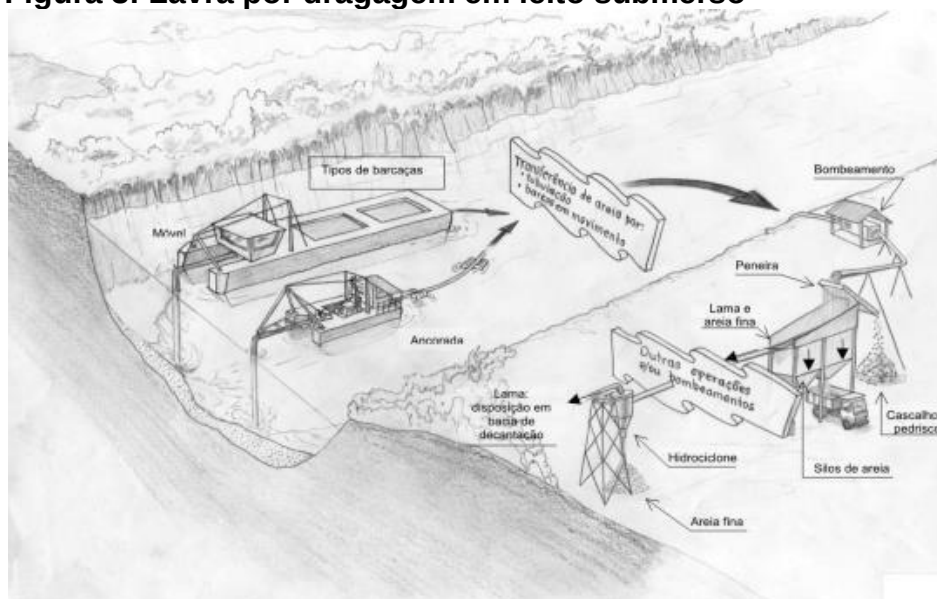
Fonte: IPT (2002) *apud* SILVA (2011, p.16)

Todavia, o método apresentado na Figura 2 consiste na utilização para a lavra de depósitos de areia localizados nas planícies fluviais ou nas encostas de morros contendo camadas constituídas a partir da alteração de rochas cristalinas. No caso das encostas, a lavra costuma desenvolver-se pelas encostas intemperizadas podendo aprofundar-se em cava, que são mantidas secas com exceção dos locais estabelecidos para a transferência de polpa (OTANI, 2007).

2.2.3 Extração através da dragagem em leito submerso

É o método onde o material é retirado sob o leito de água, na dragagem de areia, o material encontra-se em camadas de sedimentos arenosos no fundo dos rios, lagoas, represas, cavas submersas.

Figura 3: Lavra por dragagem em leito submerso



Fonte: IPT (2005) *apud* SILVA (2011, p.18)

Nas minerações que operam em cava submersa, os rejeitos podem ser transferidos para bacias de decantação que em geral correspondem às cavas já lavradas, ou ainda, para porções mais afastadas e já lavradas da própria cava em operação. Decorrido certo tempo, há o clareamento da água, que eventualmente podem ser reaproveitada em circuito fechado para alguma operação do processo, ou simplesmente reorientada para o rio ou para a cava da mineração (SILVA, 2011).

2.3 Aspectos legais relacionados à atividade minerária

A atividade minerária é um ramo no qual existe a junção de muitas ciências e uma delas é a jurídica. A mesma tem uma grande importância para a questão da exploração minerária, onde envolve questões como uso e ocupação do espaço e também com a função de estabelecer limites para que consigam utilizar os recursos naturais de maneira racional. No Brasil há órgãos que são encarregados em definir diretrizes, regulamentações e que atuam na fiscalização ambiental para extração dos recursos minerais.

A Constituição Cidadã de 1988 condiciona a atividade mineradora, através do respectivo Código e Leis específicas, como também atos normativos do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Ministério de Minas e Energia (MME) e Ministério do Meio Ambiente (CONAMA) (BARROS, 2017).

A mineração brasileira é gerida pelo Código de Mineração, decreto-lei nº 227/1967 alterado pela lei nº 9314/96, e regulamentado pelo Decreto nº 62.934/68 situando regras, conceituando as jazidas e as minas, bem como estabelecendo requisitos e condições para a aquisição de autorizações, concessões, licenças e permissões, aponta os direitos e deveres dos portadores de títulos minerários, determina os casos de anulação, caducidade dos direitos minerários e regula outros aspectos da indústria mineral; sendo fiscalizada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), executando normas do Código e fiscalizando relacionadas (DNPM, 2021).

No processo de licenciamento, pode-se distinguir a existências de três licenças no sentido de regular o funcionamento das empresas na execução de suas atividades respeitando e preservando o meio ambiente, como demonstrado no quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Tipologia de Licenciamento ambiental

Tipos de Licenças	Características gerais
Licença Prévia (LP)	Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.
Licença de Instalação (LI)	Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e

	projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.
Licença de Operação (LO)	Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação

Fonte: Adaptado da Resolução n.237 (BRASIL, 1997, p. 3).

A Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990 (BRASIL, 1990) aborda a indigência de serem situados critérios específicos para o Licenciamento Ambiental de extração mineral da Classe II, apontando o melhor controle dessa atividade. A exploração de bens minerais da Classe II necessitará ser antecedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber, nos termos da legislação vigente e desta Resolução (Art 1º).

No estado do Piauí, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR-PI), foi criada pela Lei nº 4.797 de 24/10/1995, é o órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos e uso sustentável do meio ambiente. A Gestão dos Recursos Ambientais do Piauí, objetivando seu uso sustentável, é realizada através de ações de licenciamento, fiscalização, monitoramento e controle do uso desses recursos (SEMAR, 2021).

No âmbito municipal, Decreto nº 6.006, de 16/06/2004 dispõe sobre a concessão de Licença específica para a exploração e o aproveitamento de substâncias minerais no município de Teresina - Piauí.

2.4 Extração mineral por dragagem

O conceito de dragagem pode ser encontrado na literatura com várias definições similares, em geral está sempre relacionado à remoção de material sólido natural ou não, dos estuários, baías e litorais costeiros (CUTRIM, 2019 *apud* CUTRIM, ROBLES, 2019).

Desse modo, verifica-se que, a dragagem é uma técnica que consiste na desobstrução, desassoreamento ou escavação de material do fundo dos rios, lagoas e canais. O termo dragagem é utilizado de maneira geral para qualquer tipo de mineração ou atividade onde o material seja retirado em um leito d'água (NOGUEIRA, 2016).

A operação de dragagem visa remoção de material do fundo da superfície submersa, com sua deposição em outra área, aterros ou áreas de despejo. O interesse pode ser o aprofundamento da área dragada, ou a aquisição de material a ser utilizado em outra área com a finalidade de aterro. A maior parte das atividades de dragagem tem por finalidade manter a navegabilidade de canais de acesso a portos (DINIZ, 2013, p.20).

A extração por dragagem pode apresentar uma grande versatilidade, para a realização dessa técnica é utilizado um tipo especial de embarcação chamado draga, para Simão Júnior (2011), a draga é um tipo especial de barco, que foi projetado no intuito de que ela desempenhe diversas atribuições que fazem menção a quaisquer cursos d'água, sendo estes pouco profundos, com a finalidade de se obter como resultado a limpeza da água. A função mais comum desse tipo de embarcação é a de aprofundamento de portos e de vias navegáveis extraíndo os sedimentos depositados nesses locais, porém ela não é aplicada apenas nesse âmbito.

Percebe-se que com o passar dos anos a dragagem adquiriu uma maior importância no meio social podendo ser utilizada para diferentes finalidades, impulsionando a economia nacional, ao mesmo tempo em que colabora para a redução do valor das mercadorias, possibilitando a importação e exportação em maior quantidade e menos viagens, por meio do uso de navios de maior porte, diminuindo custos de frete e seguro da carga, e consequente ganho de mercado internacional e competitividade mundial (BRASIL, 2013).

No entanto, o termo dragagem se caracteriza como uma ampla atividade envolvendo movimentação de materiais submersos, algumas literaturas classificam a dragagem em quatro tipos fundamentais que são utilizadas de acordo com a sua finalidade, conforme o quadro 2 abaixo:

Quadro 2: Tipos Fundamentais de dragagem

Tipologia	Características gerais
Dragagem de aprofundamento ou de implantação	Essa dragagem envolve a criação, ampliação ou aprofundamento de bacias portuárias, bacias de evolução, canais de navegação, canais de acesso ou lagos, normalmente é implantada em um leito aquático que nunca foi dragado anteriormente, é caracterizada pela grande quantidade de material dragado, pela baixa presença de contaminantes, também ajudando na implantação de áreas aterradas que contribuem para áreas que foram atingidas por erosão. Caracterizado pelo aumento da profundidade dos berços de atracação, canal de acesso e bacia de evolução. Além do aprofundamento, pode ser realizado também para o alargamento do canal.

Dragagem de manutenção	É executada em locais que anteriormente já foram dragados, caracteriza-se pela remoção do material de assoreamento que é originado de maneira natural, para manter as dimensões dos canais de navegação e porto. Como é uma dragagem que ocorre em áreas de navegação aprofundadas artificialmente acaba se tornando menos prejudicial ao meio ambiente.
Dragagem de remediação ou ambiental	Tem como objetivo a limpeza de áreas contaminadas, visando a retirada dos sedimentos contaminados, a remoção desse material é feito de maneira cuidadosa aliada ao tratamento e realocação do mesmo, com o intuito de melhorar as condições ambientais e a qualidade de vida humana.
Dragagem de mineração	Também considerada como tipo especial de dragagem é caracterizada pela remoção de material do fundo hídrico com objetivo de aproveitamento econômico. Os principais materiais explorados por este tipo de dragagem são argilas, materiais para construções civis e minerais preciosos como ouro, diamantes e outras pedras preciosas (CUTRIM; ROBLES, 2019). Essa dragagem é utilizada com o propósito de extrair materiais que possuam valor econômico como argila, areia e cascalho, que são materiais utilizados na construção civil

Fonte: CUTRIM; ROBLES (2019) p.274.

2.5 Dragagem de Areia

Considerado produto básico na construção civil, a areia é extraída por meio de dragagem e ocorrem principalmente no leito dos rios, a areia é um sedimento clástico gerado por processos de fragmentação de rocha, é composta essencialmente por fragmentos de quartzo, podendo apresentar também minerais secundários como: feldspato, mica, magnetita, ilmenita, zircão, mônazita, cassiterita, dentre outros (BRASIL, 2009).

A areia tem uma vasta utilização, e representa uma matéria prima utilizada em larga escala na construção civil. No Brasil, 90% da areia é produzida de extração em leito de rios, segundo relatório do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2021).

O processo de dragagem da areia no leito do rio pode ser feito por dragas de sucção e dragas mistas. As dragas de sucção são de menor custo acionadas por motores a diesel ou elétricos montadas sob uma plataforma flutuante, já as dragas mistas possuem um valor mais elevado e possuem uma potência maior e não precisam do auxílio de mergulhadores conforme demonstrado na figura 4.

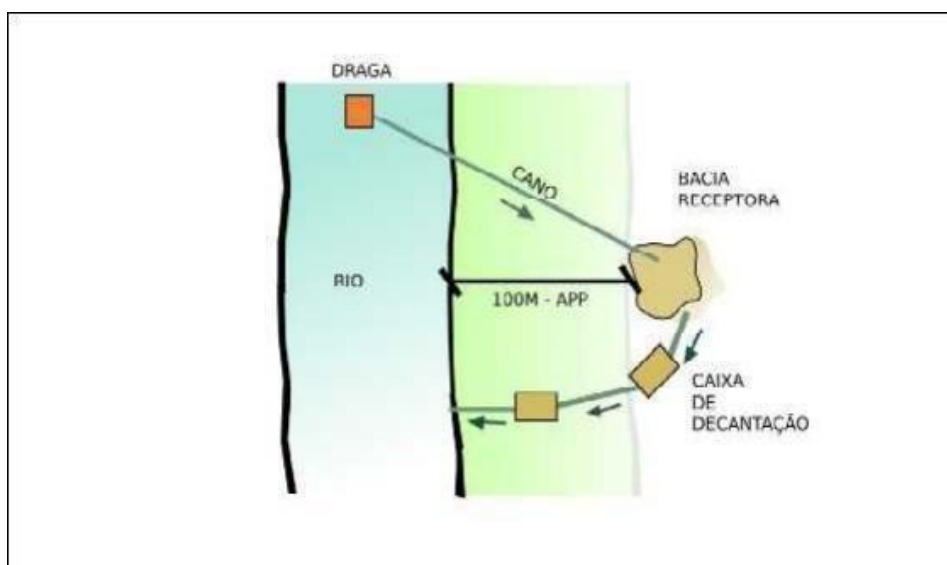
Figura 4: Dragagem de Sucção e recalque versus Dragagem Mista



Fonte: RIMA (2020, p.13); Allonda (2018, p.3).

A extração de areia normalmente é realizada através da sucção no leito do rio, consistir em bombeio para a área da bacia receptora. Segundo Dias (2006), no método de dragagem a extração de areia é feita por mangueiras unidas a “maraca”, que sugam a areia com a água do leito do rio. Todo material é conduzido por canos de PVC ou de metal, de 4” ou 6” de diâmetro, e jogado na área de estocagem, denominada “bacia receptora de areia”. Na figura 5 abaixo, veremos a demonstração:

Figura 5: Representação de um sistema de dragagem em rio



Fonte: Paiva (2015, p.23).

A bacia receptora deve ser localizada fora da área de APP com uma distância regular da margem do rio de 100 metros (de acordo com o requisito legal do Art. 4º do

Código Florestal), onde se considera “Área de Preservação Permanente as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, desde a borda da calha do leito regular e as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluído os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura”.

A água que vem juntamente com o material dragado pelo sistema de admissão uma parte acaba infiltrada na bacia, porém a maior parte dela retorna ao rio pelos canos de retorno. Essa água que retorna ao rio passa primeiramente pelo processo de decantação porque ainda encontra-se com uma grande quantidade de sedimentos. A areia que é extraída seca de maneira natural ao sol e por fim é comercializada.

A areia extraída a maioria das vezes é submetida a um simples beneficiamento no qual são separadas pela sua composição granulométrica, de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003), que trata da determinação da composição granulométrica dos agregados. No comércio a areia é classificada em três tipos de areia, mais comumente encontrados no mercado são:

- Areia grossa (grãos com diâmetro entre 2,0 mm – 4,8 mm)
- Areia média (grãos com diâmetro entre 0,42 mm – 2,0 mm)
- Areia fina (grãos com diâmetro entre 0,05 mm – 0,42 mm)

Contudo, o processo de extração de areia apesar de grande relevância econômica e social também é responsável pela geração de passivos ambientais que podem chegar a ser de difícil recuperação ambiental; concebendo-se tais passivos como conjunto dos compromissos adquiridos pelas organizações quanto aos atos que visam controlar, preservar e recuperar o meio ambiente (SILVA *et al.*, 2020).

2.6 Impactos Ambientais da Dragagem

A mineração por dragagem atua como um elemento indutor na economia, mas ainda assim é responsável pela geração de grandes passivos ambientais, os principais problemas oriundos da mineração podem ser o desmatamento da área de APP com a degradação da vegetação nativa para a implantação de caixas e acessos, alteração dos cursos do rio e o alargamento da margem do corpo hídrico, o aumento de processos erosivos e assoreamento, a possível contaminação da água e do solo,

a fuga da fauna em consequência do barulho no local, além da falta de responsabilidade social na ocupação da área e a má disposição dos resíduos que são gerados (NOGUEIRA, 2016).

O Impacto Ambiental acarretado pelas atividades humanas é capaz de causar alterações no meio ambiente que podem ser negativas ou positivas, permanentes ou temporárias. Segundo o conceito clássico e legal definido pela Resolução CONAMA nº 01/86, em seu Art. 1º,

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (i) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (ii) as atividades sociais e econômicas; (iii) a biota; (iv) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (v) a qualidade dos recursos ambientais.

Segundo Melo (2010, p.43), ao fazer referência sobre a extração de areia e seus impactos prováveis no meio ambiente, acrescenta que, quaisquer eventos e de extração de areia pode ocasionar em impactos ambientais. Estes podem ser positivos, harmonizando benefícios sociais, ou negativos, desenvolvendo diferentes prejuízos.

Observa-se, pois, que a atividade de extração mineral promove impactos negativos e positivos, de um lado vislumbra-se a geração de empregos diretos, bem como de empregos indiretos onde repercutem na região no entorno da área minerada e de outro se caracterizando como uma atividade fortemente poluente onde exercida de forma descentralizada pode causar danos irreversíveis na natureza (SILVA, 2011).

O avanço da atividade de mineração de areia deve ser avaliado baseado em um ponto de vista amplo, traçando planos que incluam os aspectos sociais, econômicos e ambientais, esperando, desta maneira, a realização do desenvolvimento sustentável. Diante dessas assertivas, é importante refletir sobre posicionamento de Sales (2018, p.39), quando pontua que,

Os impactos ambientais na mineração, quando não realizada dentro de um sistema de gestão ambiental adequado, causam degradação ambiental devido a impactos irreversíveis e/ou de difícil recuperação que afetam tanto o meio biofísico quanto o meio social, e que causam mudanças ecossistêmicas significativas.

Entre os danos causados supramencionados pela extração mineral por meio de dragagem observa-se o desmatamento da cobertura vegetal nativa provocando a perda da biodiversidade, alterando drasticamente o ecossistema local, destacando-se

ainda os processos erosivos que são causados em consequência da retirada da vegetação em torno das margens do rio e assim também provocando o assoreamento.

Um dos principais agravos dessa atividade está na devolução imprópria da água com sedimentos ao rio, com certa turbidez, devido à presença de areias, afetando a condição ambiental no local de devolução. Por outro lado, segundo Almeida (2003, p.65) concebe-se que, na operação de extração de areia,

[...] a água é o instrumento principal para a obtenção da areia. No processo de lavagem e peneiramento das areias são liberadas, como rejeitos, as frações finas, muitas vezes lançadas diretamente em corpos de água ou em cavas abandonadas e bacias de decantação a eles associadas, provocando a poluição das águas. O maior efeito impactante ocorre na elevação dos valores de turbidez, causando diminuição da luminosidade e prejudicando a biota do rio. Este impacto ocorre também, na dragagem de areia de leito de rio, com o agravante de não estar circunscrito a área de uma lagoa, afetando também as comunidades bentônicas, formas de vida habitantes do leito dos rios, em trechos variáveis, dependendo da sua vazão e das características dos sólidos em suspensão.

A turbidez e a contaminação da água podem ser ocasionadas pelas frações finas que são lançadas diretamente nos corpos hídricos essa contaminação pode ser agravada também por meio de lubrificantes e óleos provenientes dos maquinários utilizados no desenvolvimento da atividade, acontecendo também alterações da calha original dos cursos d'água em virtude do uso de equipamentos, além da interferência na velocidade e direção do curso d'água, tendo em vista a eliminação de bancos de sedimentos presentes nos leitos dos rios.

É evidente que a extração de areia por dragagem é causadora de inúmeros impactos negativos que ocorrem desde os estágios iniciais e aumentam progressivamente com o desenvolvimento, também sendo responsável por impactos positivos nos quais acontecem mais a nível social, porém é uma atividade que altera intensamente a área minerada, gerando transformações tanto físicas e bióticas reduzindo a biodiversidade nos lugares onde se instalam.

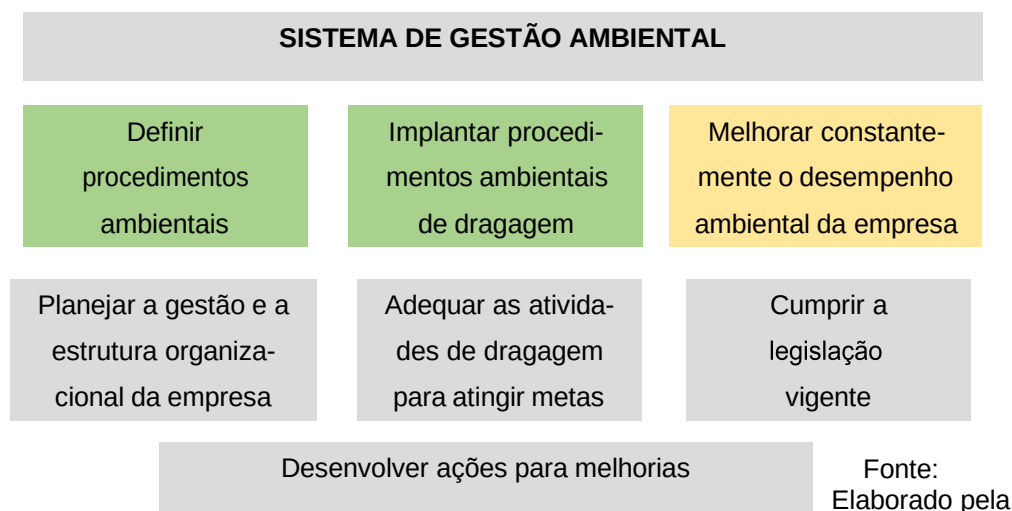
Sendo assim, justificam-se as atenções para a realização de licenciamentos ambientais nas áreas onde ocorre a extração mineral de areia, visando avaliar suas limitações, vulnerabilidade e sustentabilidade, de forma que os impactos negativos sejam minimizados em busca do desenvolvimento sustentável (COSTA; CHAVES; OLIVEIRA, 2005).

2.7 Inovação e mecanismos de minimização de impactos ambientais

A mineração é uma atividade que normalmente é exercida em áreas um pouco mais distante dos olhos de órgãos responsáveis e de grande parte da população, muitos desses empreendimentos não possuem a preocupação com a questão ambiental, mas é de grande importância que essa postura seja reformulada. Diante de tantos impactos ocasionados é imprescindível que haja disseminação de informações, aplicação de novas tecnologias e sempre estar buscando inovações para tornar as operações menos nocivas ao meio ambiente, portanto é importante melhorar e incrementar a exploração incluindo:

- Fortalecimento dos órgãos de controle da atividade, para que haja essa articulação e comunicação entre os mesmos, para que aconteça essa troca de informação entre os órgãos públicos reguladores;
- A criação de um possível convênio com instituições que desenvolva treinamentos, capacitações para as pessoas que estão integradas nesse meio, focar no investimento de educação ambiental na empresa e na comunidade para que as pessoas tenham conhecimento da área antes de começar a explorá-la com a noção do quanto a natureza é rica porém sensível;
- Programas que melhorem as habilidades e produtividade no setor minerário, onde consigam ampliar a difusão do conceito de sustentabilidade;
- Investimento em fiscalizações para induzir na regulamentação dessas áreas para que consigam se manter sempre dentro das normativas, conforme veremos na figura 6, abaixo:

Figura 6: Representação de um sistema para melhorar a gestão da empresa



autora (2022).

Desse modo, evidencia-se que, um eficiente gerenciamento ambiental como forma de preservar o meio em que vivemos, aliando o desenvolvimento da empresa com atitudes efetivamente sustentáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa é caracterizada como uma abordagem hipotético-dedutivo observacional, a metodologia da pesquisa foi procedimentalmente desenvolvida por meio de pesquisas bibliográficas e documentais através de dados secundários coletados junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM), a partir de uma operação desenvolvida em dragas existentes ao longo do leito do Rio Poti em Teresina, capital do Piauí.

Os resultados desta pesquisa que foram obtidos com base nos resultados da Operação “Vida Rios” que foi executada pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMAM entre os dias 26 de abril de 2021 a 10 de maio de 2021 com o objetivo de fiscalizar e monitorar a regularidade das atividades de extração mineral de areia por dragagem realizada às margens do Rio Poti em Teresina-PI.

Essa operação ocorreu com o intuito de identificar os pontos de poluição, operações clandestinas que poderiam estar contribuindo de forma acelerada no aumento dos danos ambientais já que possuem vários empreendimentos que exercem as atividades sem Licenciamento.

Baseado nisso, o presente estudo fez a análise dos dados que foram recolhidos por meio da operação, no qual foi identificado a existência ao longo do leito do Rio Poti de 23 (vinte e três) dragas sendo somente 14 (quatorze) localizadas dentro da malha urbana do rio.

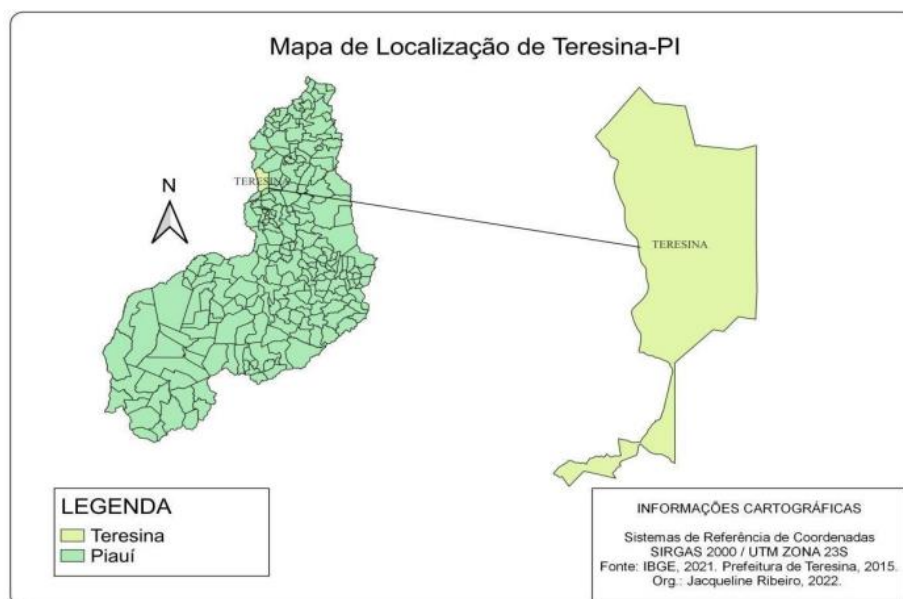
A operação “Vida Rios” buscou diagnosticar o panorama atual desses empreendimentos a partir de vistorias em cada unidade de todas as zonas listadas, onde cada uma foi analisada em diferentes aspectos, entre eles o licenciamento ambiental que é uma exigência legal para o seu funcionamento, sendo um dos fatores que ajudam a contribuir no controle ambiental.

3.2 Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na zona urbana de Teresina, Piauí. O município de Teresina capital do Piauí está localizado no Meio-Norte brasileiro, na mesorregião centro-norte do Estado (Figura 7), compreendendo uma área de 1.391,293 km² com a população estimada em 871.126 pessoas, à margem direita do médio curso do Rio Parnaíba e a 366 quilômetros do litoral, a densidade demográfica é de 626,13 hab/km² no território do município (IBGE, 2021).

A parte central da cidade está situada entre o Rio Parnaíba e o Rio Poti pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. Diante do exposto a área de estudo se caracteriza por ser o trecho da bacia hidrográfica da malha urbana do Rio Poti que ocupa 59 km do município desaguando no Parnaíba na zona Norte da cidade. O Rio Poti é um rio que banha os estados do Ceará e Piauí com uma extensão total de 538 km da nascente à foz, sua bacia abrange uma área total de 52.370 km², dos quais 38.797 km² estão no Piauí e 13.573 no Ceará, e banhando através de seu curso vinte e quatro municípios de ambos os estados (FEITOSA *et al.*, 2021). Conforme veremos na figura 7, abaixo:

Figura 7: Localização do município de Teresina – PI



Fonte: IBGE (2021); PMT (2015).

Teresina possui um clima tropical semiúmido e a qualidade do ar é considerada boa, exceto no período mais seco (CEPRO, 2021). Os solos da região compreendem-se em Neossolos e Gleissolo, de textura média, pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, fase pedregosa, com floresta caducifólia e/ou floresta subcaducifólia/cerrado (SANTOS *et al.*, 2018). Na área urbana prevalece o tipo Latossolo Amarelo caracterizado por cor, textura e estrutura relativamente uniformes, profundos e muito profundos, bem drenados e com textura principalmente argilosa e muito argilosa. (TERESINA, 2017).

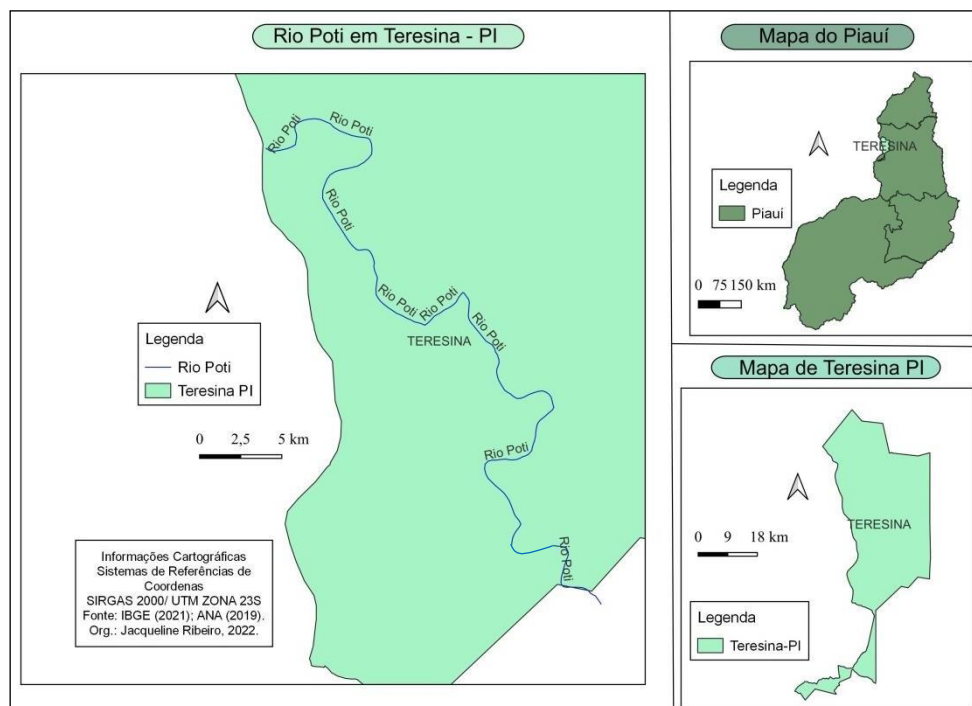
O município está localizado na grande bacia do Parnaíba, que corresponde a mais de 90% da área piauiense, possuindo uma posição privilegiada, sendo banhada por dois grandes rios perenes: o rio Parnaíba, com 90 km de margens e o rio Poti, com 59 km de margens dentro do município, a região é também beneficiada pela disponibilidade abundante de águas subterrâneas (SANTOS, 2017).

A região do município de Teresina possui áreas de Cerrado e de Caatinga, biomas estes com diversidade vegetal característica. O município é composto por áreas com vegetação do tipo campo cerrado, floresta decidual secundária mista e babaçuais abrangendo uma área de 1.679,8 km, além de remanescentes de Mata Atlântica. O Cerrado, segundo maior bioma da América do Sul, além de sua relevância ambiental, o Cerrado possui grande importância social devido às comunidades que ainda sobrevivem dos seus recursos naturais (MORAES, 2015).

O estudo foi desenvolvido nos pontos de exploração mineral por dragagem situados no leito do rio Poti. Foram analisadas somente as dragas situadas no curso

urbano do Rio Poti.

Figura 8: Trecho da Bacia Hidrográfica do Rio Poti em Teresina/PI



Fonte: IBGE (2021); ANA (2019).

Em Teresina, a atividade de mineração de areia acontece desde a década de 70, segundo Viana (2007, p. 87) “a indústria da construção civil apresentou destaque, passando a representar a principal atividade consumidora do produto da dragagem, a areia. [...] Para atender ao aumento da demanda pelo mineral, diversas dragas se instalaram no leito do rio Poti.” O aumento da indústria da construção alavancou a atividade de extração de areia na cidade.

Esse engrandecimento da urbanização e a concretização de uma maior concentração populacional em Teresina propiciaram uma maior demanda por massará, seixos e areias para a construção civil em Teresina. Mas o que ganhou destaque dentro dessa atividade de extração é o Pólo Cerâmico de Teresina que é um dos mais importantes da região Nordeste, constituindo-se em centro exportador de produtos cerâmicos para diversos estados do Brasil.

3.3 Procedimentos Metodológicos

3.3.1 Mapeamento das dragas na malha urbana do Rio Poti

Primeiramente foi realizada, durante os meses de setembro e outubro do ano de 2021, uma análise documental de dados públicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, especificamente do departamento/coordenação de mineração, responsável pela fiscalização das atividades de dragagem de areia em Teresina, para poder quantificá-las, localizá-las geograficamente e caracterizá-las ambientalmente. Por meio da documentação gerada a partir da operação nomeada “Vida Rios” onde se encontra a identificação geral das dragas localizadas na malha urbana do Rio Poti.

3.3.2 Caracterização das dragas

Para essa caracterização foram levantados os seguintes dados: localização e zona, situação legal da área de extração em relação ao licenciamento, distância da bacia receptora para margem regular do rio (de acordo com o requisito legal do Art. 4º Código Florestal), verificação de ocupação em APP, situação da vegetação existente na bacia receptora (existente e preservada, existente e soterrada, inexistente).

Além dos critérios acima, foram verificados também: a eficiência do sistema de decantação (instalado e eficiente, instalado e obstruído, inexistente), eficiência do sistema de admissão e retorno (instalado e eficiente, instalado e obstruído, inexistente), se existe estudos em execução no empreendimento (PRAD OU PGRS), situação do maquinário em operação, quantidade de dragas por empreendimento e o armazenamento de produtos perigosos (ABNT, NBR 12.235), conforme o quadro abaixo:

Quadro 3: Detalhamento dos parâmetros avaliados nas atividades de dragagem no percurso urbano de Teresina

Parâmetro	Descrição
Localização e zona	Sudeste, leste, sul e norte
Situação legal da área de extração em relação ao licenciamento	Sem Licença, processo em andamento, desativadas ou Licença vigente

Distância da bacia receptora para margem regular do rio	De acordo com o requisito legal do Art. 4º Código Florestal
Verificação de ocupação em APP	Existência ou não
Situação da vegetação existente na bacia receptora	Existente e preservada, existente e soterrada, inexistente
Eficiência do sistema de decantação	Instalado e eficiente, instalado e obstruído, inexistente
Eficiência do sistema de admissão e retorno	Instalado e eficiente, instalado e obstruído, inexistente
Existência de estudos em execução no empreendimento	PRAD OU PGRS
Situação do maquinário em operação	Adequados, incompletos ou desativados
Quantidade de dragas por empreendimento	Uma balsa, mais de uma ou desativada
Armazenamento de produtos perigosos	ABNT, NBR 12.235

Fonte: Elaborado pela pesquisadora, 2022.

3.3.3 Descrição dos arranjos e estratégias

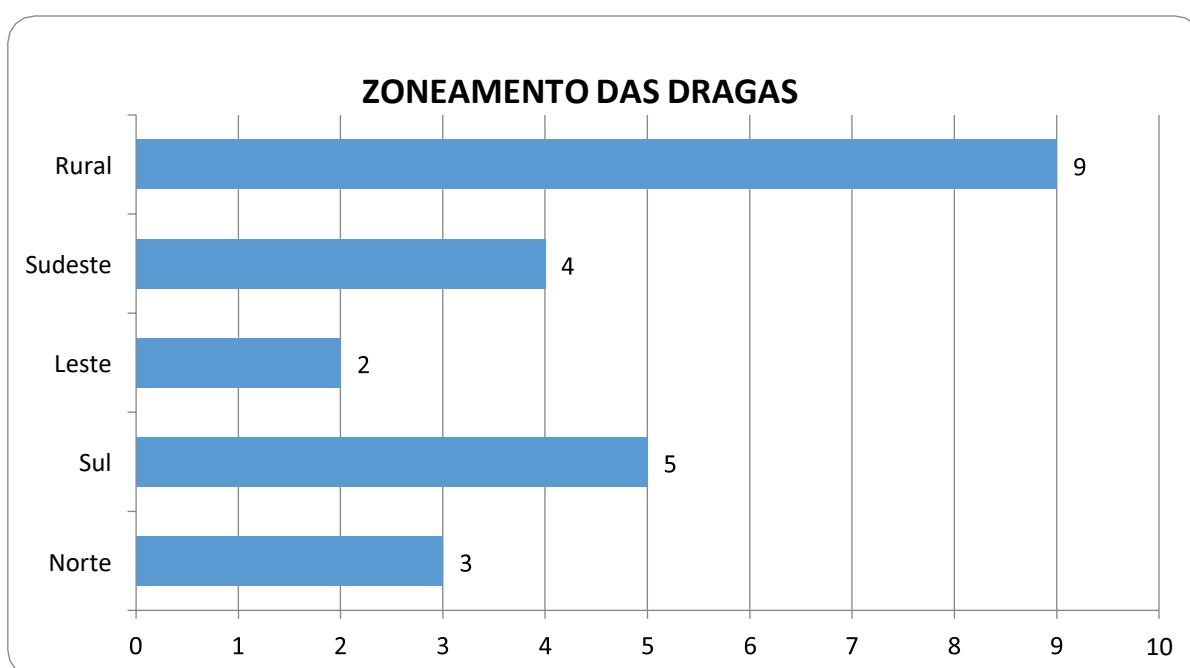
Com isso, foram realizadas as análises de todos os dados levantados anteriormente com a finalidade de observar se o controle de tais questões contribui como medidas minimizadoras dos impactos que são gerados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no levantamento de dados decorrentes da operação Vida Rios tem-se na figura 9 a distribuição quantitativa das dragas em zonas, considerando inicialmente todas as atividades de exploração.

Na figura 9, foi possível observar que grande parte das dragas no leito do rio Poti estão localizadas na zona rural de Teresina com 39%, porém não é o objeto de estudo desta pesquisa, então percebe-se que as dragas estão distribuídas como: 22% das dragas na zona sul, 17% na zona sudeste, 13% na zona norte e 9% na zona leste de Teresina.

Figura 9 – Localização das dragas por zonas, região urbana de Teresina, PI



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Como foi possível notar na figura acima, na região sul de Teresina é onde se encontra uma grande quantidade de dragas em relação as outras regiões da capital, segundo FILHO; MOITA, (1997) “na zona sul da cidade, é onde existe a maior concentração de dragas, devido proximidade do núcleo urbano, facilitando o transporte rápido dos minerais.”

A zona sul é uma área que possuía uma grande extensão, mas com poucos obstáculos naturais, onde com o passar do tempo à expansão da malha urbana e a presença da população foi tomando de conta desse espaço e a região foi sendo beneficiada. A presença de uma maior quantidade de dragas nessa região dá-se também pela proximidade logística de empresas e indústrias que utilizam dos serviços

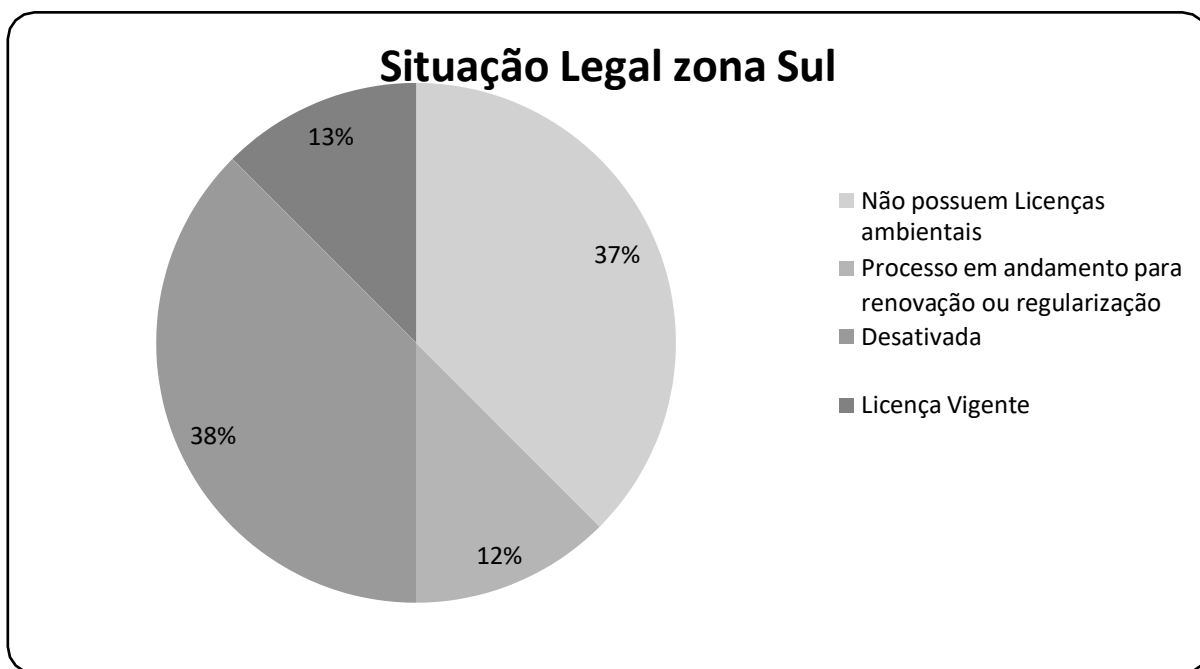
oferecidos pela extração, a areia. Segundo Viana (2013, p.160) discorrendo sobre a atividade de mineral na zona sul de Teresina,

[...] Na franja urbana sul de Teresina, a atividade mineral de extração e lavagem de massará/seixos também é intensa, sendo desenvolvida por grandes empresas que adquiriram muitos terrenos afastados do centro da cidade, mas com importantes reservas desse recurso mineral. Essas empresas se utilizam de um grande número de caminhões para comercializar a elevada produção mineral, que é realizada com máquinas modernas.[...].

Em outro estudo semelhante, foi constatado que, na Capital, a atividade de mineração de areia no rio Poti vem se realizando desde meados dos anos 1970, representando uma atividade causadora de impactos ambientais, concentrando-se principalmente nas regiões norte, leste e sul das margens do Poti (LIMA; CUNHA, 2014). Referente ao enquadramento legal foi verificado nos empreendimentos localizados na malha urbana do rio Poti o cumprimento do Licenciamento ambiental em cada unidade, conforme seguem nas figuras 10, 11,12 e 13.

Na zona sul de Teresina é possível observar na figura 10 que 38% das dragas localizadas nessa zona estão desativadas, 37% não possui Licenças Ambientais, 13% possuem Licenças vigentes e 12% possuem processos em andamento para renovação das Licenças ou regularização do empreendimento no órgão competente.

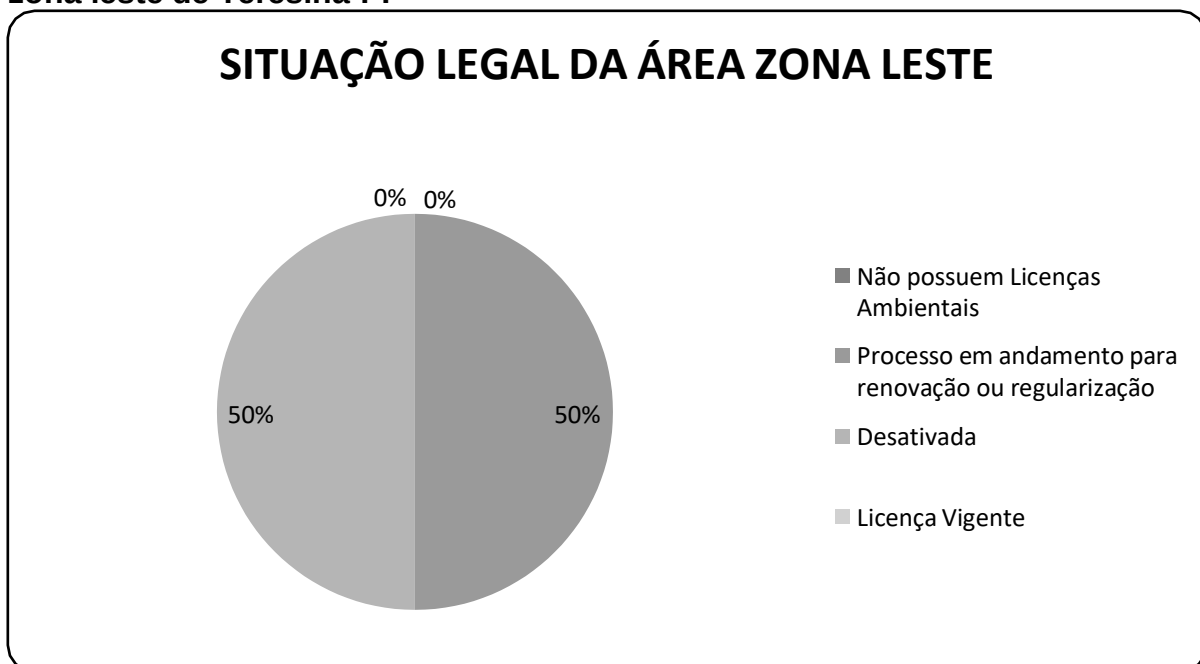
Figura 10 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona sul de Teresina-PI



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Na zona leste de Teresina, nota-se que 50% possuem processos em andamento para renovação da Licença ou regularização do empreendimento no órgão competente e 50% das dragas nessa região encontram-se desativadas.

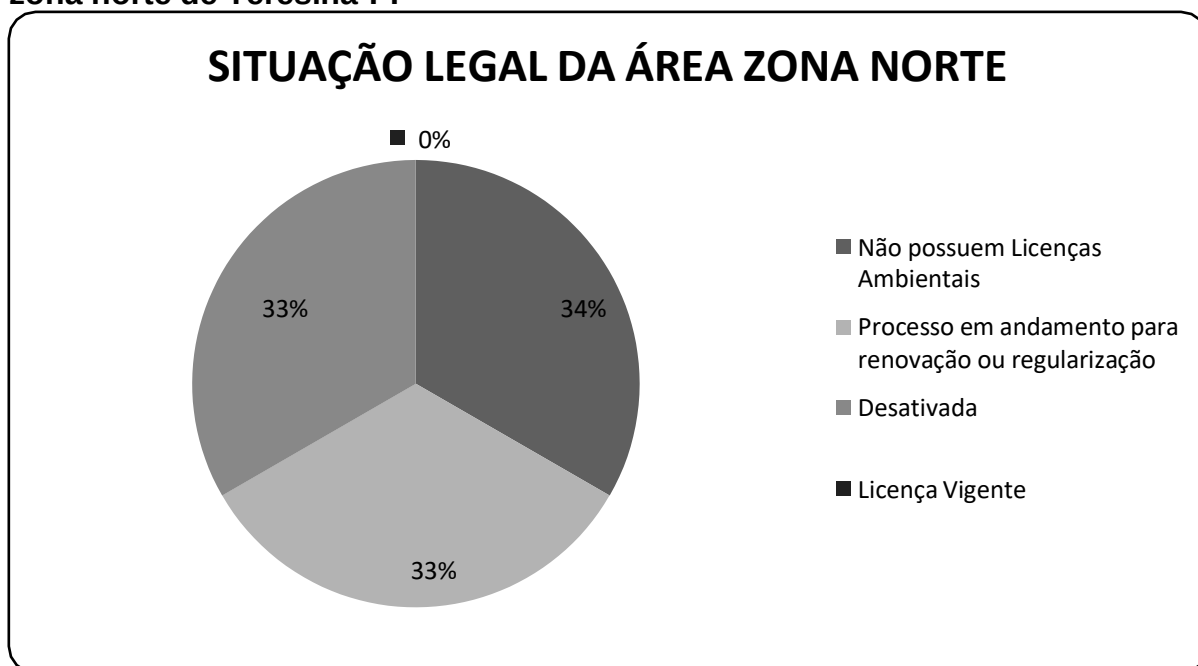
Figura 11 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona leste de Teresina-PI



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Na figura abaixo, referente à zona norte de Teresina nota-se que 34% das dragas não possuem Licença Ambiental, 33% estão desativadas, 33% possuem processo em andamento para renovação da Licença ou regularização do empreendimento no órgão competente, inexistindo empreendimentos com Licença Ambiental em vigor.

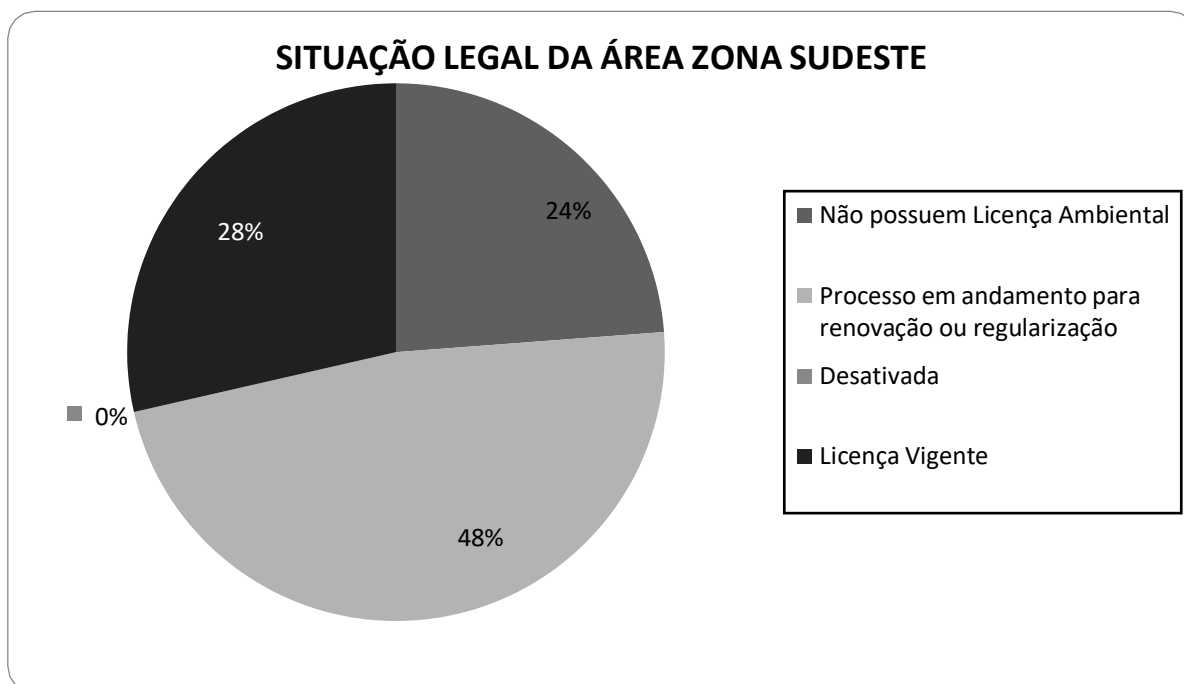
Figura 12 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona norte de Teresina-PI



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Na zona sudeste do município de Teresina foi possível notar que 48% das dragas possuem processo em andamento para renovação de Licença ou regularização do empreendimento no órgão competente, enquanto que 28% possuem Licença vigente, 24% não possuem licenciamento ambiental e ao mesmo tempo evidenciou-se a inexistência de dragas desativadas na supracitada área da capital, conforme demonstrado na figura a seguir.

Figura 13 – Situação Legal das atividades de dragagem de areia localizadas na zona sudeste de Teresina-PI



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Diante dos resultados, constatou-se que a grande maioria das dragas se caracteriza pela apresentação de uma postura ciente da sua responsabilidade por estarem em andamento com seu processo de renovação ou regularização para sua efetiva adequação legal à atividade desenvolvida, em seguida estão os empreendimentos desativados.

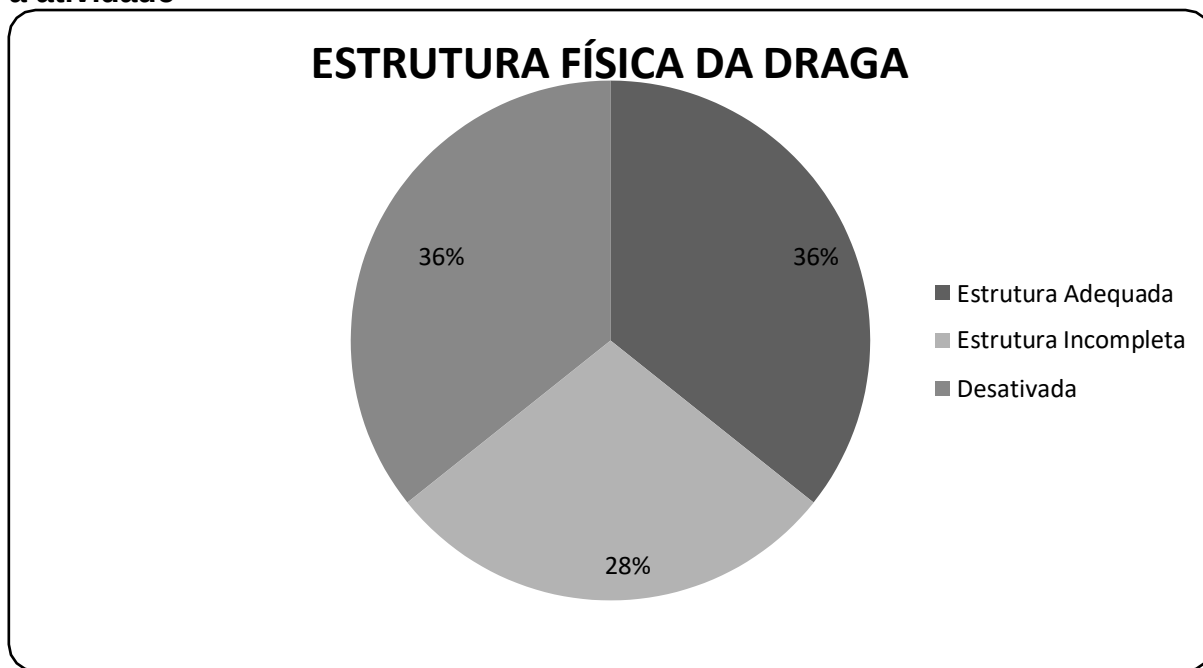
Dentro do Licenciamento Ambiental podem ter condicionantes específicas para o desenvolvimento da atividade e até para a renovação desse Licenciamento onde um deles é manter sua estrutura física e operacional de acordo com os parâmetros técnicos exigidos, assegurar a manutenção da estrutura do maquinário diariamente é de extrema importância para minimizar os possíveis impactos que possam ser gerados.

A Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990 (BRASIL, 1990) trata da necessidade de serem estabelecidos critérios específicos para o Licenciamento Ambiental de extração mineral da Classe II, visando o melhor controle dessa atividade. A exploração de bens minerais da Classe II deverá ser precedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber, nos termos da legislação vigente e desta Resolução (Art 1º).

Referente à estrutura dessas dragas estudadas, foi possível observar de acordo com a figura 14 que 36% das dragas estavam com suas estruturas adequadas para o desenvolvimento da atividade, 28% estavam com a estrutura com falhas ou

incompletas o que acaba aumentando ainda mais o surgimento de danos e impactos ambientais e 36% encontram-se desativadas.

Figura 14 – Estrutura física do maquinário do empreendimento para desenvolver a atividade



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Dentro de toda essa estrutura física desses empreendimentos para conseguir realizar a atividade de dragagem é necessário que possua um equipamento da balsa, equipamento esse mais conhecido por draga o que consequentemente intitula a atividade de dragagem. Entende-se por draga o equipamento especializado acoplado à embarcação ou à plataforma fixa, móvel ou flutuante, utilizado para execução de obras ou serviços de dragagem (CUTRIM; ROBLES, 2019).

Diante da análise, notou-se que alguns empreendimentos possuíam mais de uma balsa para a execução da atividade, mas a maioria executa a atividade somente com uma balsa, pois sabe-se que consequentemente existe um custo a mais para o empreendimento, em manutenção, óleo para o motor, mais trabalhadores no desenvolver da atividade.

Figura 15: Dragagem utilizada na atividade de extração de areia



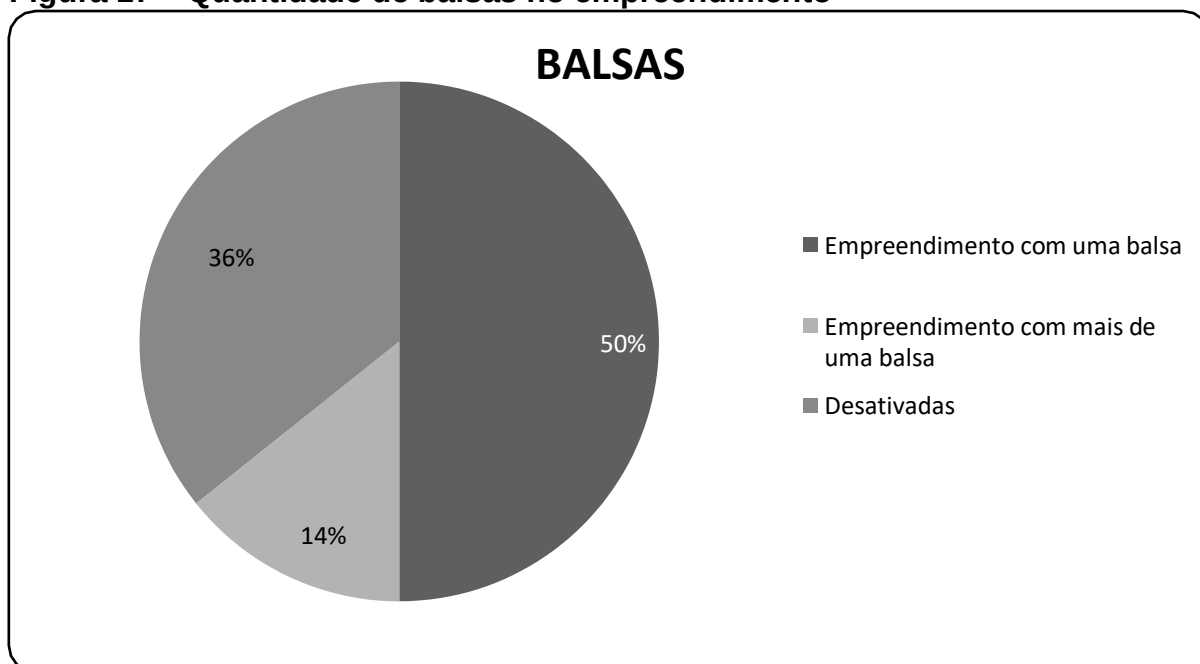
Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

Figura 16: Dragagem utilizada na atividade de extração de areia



Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

Na figura 17, pode-se observar no contexto na malha urbana do Rio Poti que 50% dos empreendimentos possuem somente uma balsa, 14% possuem mais de uma balsa e 36% estão desativadas.

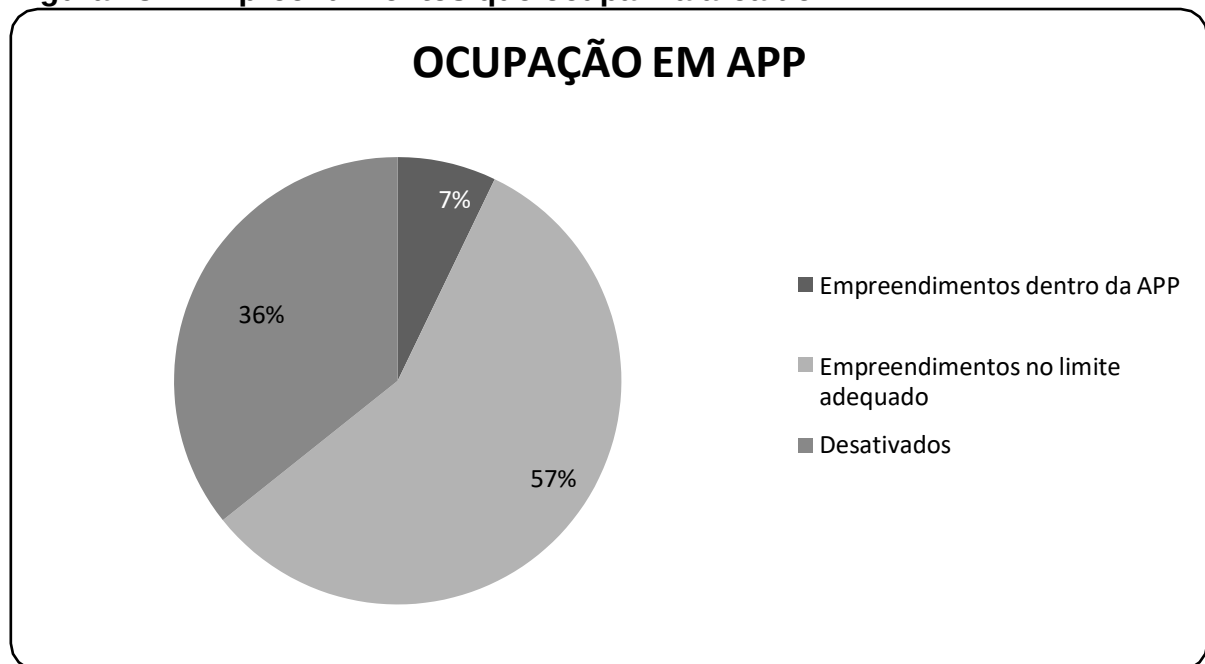
Figura 17 – Quantidade de balsas no empreendimento

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

No desenvolver dessa atividade e nas instalações de suas estruturas nota-se a grande dificuldade dos responsáveis em delimitar a área que está sendo ocupada, sabe-se que a área marginal do rio Poti a uma faixa de 100 metros se caracteriza como APP, onde o proprietário responsável pelo empreendimento possui a obrigação legal de manter essa área preservada.

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

Na figura 18 é possível observar que as grandes maiorias dos empreendimentos em atividade respeitam os limites impostos pela legislação onde 57% estão com suas estruturas dentro dos limites adequados de 100 metros da margem do rio, 7% estão com as estruturas dentro da APP e 36% desses empreendimentos encontram-se desativados.

Figura 18 – Empreendimentos que ocupam a área de APP

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

O uso irregular das APPs e o descumprimento da legislação ambiental não são exclusivos do contexto da área de pesquisa. Atualmente, no cenário de políticas públicas e instituições ambientais no Brasil, há uma falta de comprometimento por parte dos governos acerca do tema. Ainda que o país seja uma referência mundial no que tange a suas leis ambientais e ao seu importante conjunto de áreas protegidas (equivalentes a 30% do território), mesmo assim a estrutura de fiscalização e regularização ambiental do país foi desmontada e o pouco que sobrou está paralisado (BRASIL, 2020).

Figura 19: Uso irregular da área de APP



Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

Figura 20: Uso irregular da área de APP



Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

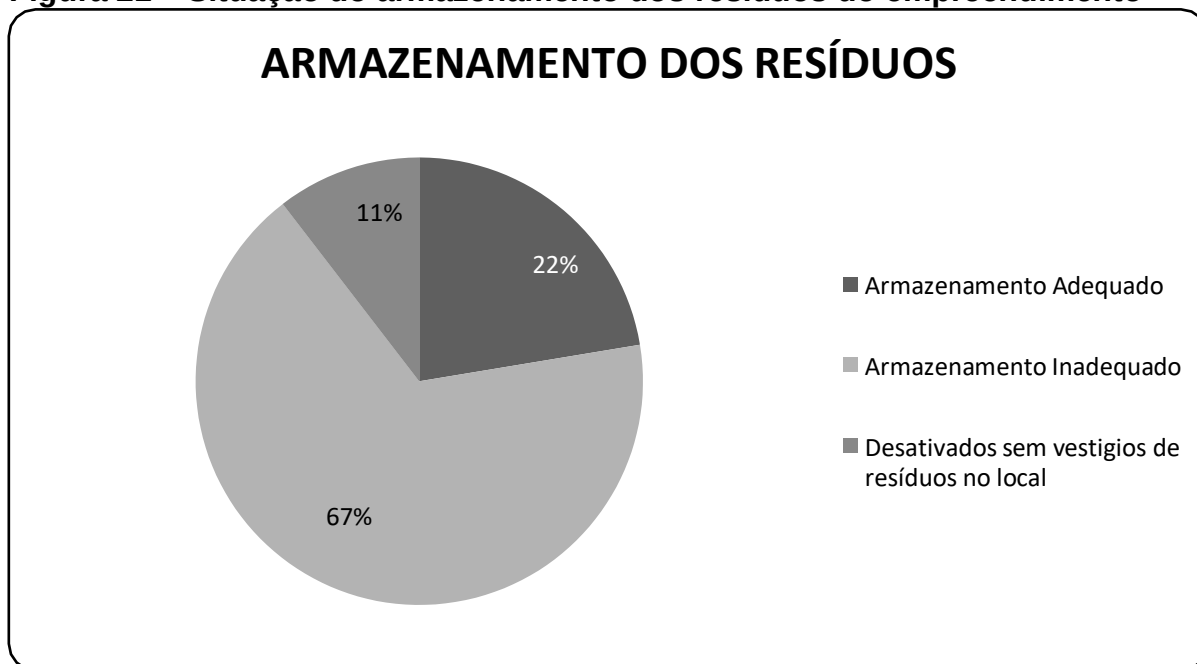
Além dos limites impostos diante da delimitação da ocupação em área de APP um grande causador de impactos dentro do desenvolvimento desta atividade é a má disposição dos resíduos no empreendimento, o empreendedor é responsável por todo o gerenciamento dos resíduos gerados no local desde a geração, armazenamento,

transporte e destinação adequada dos mesmos, principalmente dos resíduos classificados como perigosos onde o manejo e o armazenamento devem estar adequados de acordo com ABNT NBR 12.235.

O armazenamento inadequado desses resíduos acaba sendo um dos grandes causadores dos impactos ao meio ambiente, então é importante que os empreendimentos tenham a preocupação em executar o manejo e armazenamento dos resíduos gerados da maneira correta.

Com isso, observa-se como um dos maiores desafios para o Brasil para realizar o processo de dragagem corresponde à conciliação dos investimentos com as questões ambientais, haja vista a grande contaminação por meio dos resíduos, fazendo-se necessário a descontaminação do local dragado conforme as leis ambientais e suas exigências. Esse processo de descontaminação é burocrático, pois os resíduos removidos precisam ser descartados em local apropriado e requer mais investimento para isso, sendo muita das vezes inviável, pois seu valor é alto, as técnicas utilizadas para realização da descontaminação são bem complexas e exige um longo período de espera até ser completamente descontaminado (PORTOGENTE, 2016).

Figura 21 – Situação do armazenamento dos resíduos do empreendimento



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Diante disso, na figura acima é possível observar a situação do armazenamento dos resíduos dos empreendimentos, ressaltando que entre os empreendimentos desativados haviam aqueles que estavam incluídos entre aqueles que possuíam o armazenamento inadequado no local com 67%, somente 22% estavam com o armazenamento adequado e 11% estavam desativados, mas sem vestígios de resíduos no local.

Figura 22: Área de armazenamento dos resíduos



Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

Figura 23: Resíduos dispostos de maneira irregular



Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

Figura 24: Área de armazenamento dos resíduos



Fonte: Marilena de Sousa Jacob (2021).

Para ajudar nesses aspectos de minimização dos impactos gerados no local, há instrumentos instituídos por Lei que auxiliam na gestão desses empreendimentos, incitando metas, ações que possam contribuir nesse planejamento, como o desenvolvimento de estudos ou planos, que podem ser direcionados tanto para o gerenciamento dos resíduos gerados como para a recuperação das áreas degradadas dentro do empreendimento.

A disposição indevida de resíduos sólidos altera as propriedades do solo que causam a contaminação dos recursos hídricos e do solo. As atividades desenvolvidas nos alojamentos e nos canteiros de obras geram resíduos comerciais e industriais, devendo ser manipulados de acordo com critérios que conduzam à minimização de alterações na qualidade do meio ambiente e do risco à saúde pública, desde sua coleta até a disposição final (EIA MOPI, 2012).

Neste cenário, emerge a criação de novas técnicas de disposição e tratamento, permeada de profunda alteração na forma de aproveitamento do material dragado, que deixou de ser considerado um simples resíduo a ser eliminado, tornando-se um recurso natural importante e passível de aproveitamentos múltiplos (VILLWOCK *et al.*, 2021).

Diante dos dados demonstrados, ficou evidenciado que nos empreendimentos investigados somente 36% possuem estudos em execução e em sua maioria 64% não possuem estudos em execução.

Focado no texto constitucional, o art. 3º da Resolução 237-1997 do CONAMA também definiu como obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para o licenciamento ambiental de atividades causadoras de significativa degradação ambiental, tendo também exigido por consequência a elaboração do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). As conclusões do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) devem estar descritas no RIMA, sendo este documento uma espécie de relatório destinado a dar conhecimento à população em geral os resultados dos estudos ambientais realizados. Destarte, o RIMA, enquanto resultado do EIA, deve ser apresentado com uma linguagem clara e acessível ao público em geral (art. 11 da Resolução nº 01-1986 do CONAMA).

Como o EIA é um estudo que contém termos técnicos e linguagem científica, para sua compreensão pela população em geral deve “ser traduzido” sob a forma de relatório em uma linguagem objetiva e simples, de modo a se tornar compreensível ao público. A previsão do RIMA visa ao respeito ao princípio da informação ambiental (CARVALHO, 2014).

Figura 25 – Empreendimentos que possuem estudos em execução



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Em consonância com tais dados, verifica-se a mineração é de suma importância para o desenvolvimento das sociedades, porém causa prejuízos ao meio ambiente, sendo necessário ser exercida dentro da legalidade e com os devidos

cuidados, evitando a perda do equilíbrio ecológico (SILVA; ANDRADE, 2017; ARAUJO; FILHO, 2013).

Considerando os relevantes impactos dessa atividade no Brasil, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) que proporciona o conhecimento dos empreendimentos de mineração e a sua viabilidade ambiental, através do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Tais estudos são utilizados para licenciar empreendimentos que têm potencial para ocasionar significativa degradação ambiental, assim como os de mineração (BRASIL, 1986, ALMEIDA *et al.*, 2017).

Considerando as atividades e ações que tem-se verificado aplicado as atividades de dragagem na zona urbana de Teresina, percebeu-se que alguns empreendedores possuem uma preocupação no desenvolver da atividade visando a inter-relação do processo de exploração mineral e a qualidade ambiental, mas os aspectos positivos estão voltados principalmente aos impactos socioambientais decorrentes da atividade pois geram emprego e renda contribuindo, assim, para o desenvolvimento local da capital piauiense.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como finalidade expor um cenário da relação ambiental com desenvolvimento da atividade de extração por meio de dragagem. Aonde foi evidenciado os aspectos negativos pertinentes a exploração mineral no Rio Poti, onde esses aspectos estão normalmente ligados aos danos ao meio ambiente.

De acordo com os dados obtidos na elaboração deste presente estudo baseados na Operação “Vida Rios”, foi possível observar que a atividade de mineração é concentrada em maior quantidade em uma determinada zona da cidade de Teresina, a zona sul. Pôde-se identificar que as alterações ambientais de maior significância, aquelas com maior valoração da importância, estão relacionadas as atividades impactantes de supressão da vegetação, disposição inadequada dos resíduos gerados e ocupação irregular na área de APP.

Diante disso, pode-se concluir que a atividade em questão causa alguns impactos ambientais negativos diretos, e de grande importância ao meio ambiente. Logo, percebe-se que os dados expostos neste estudo podem ser utilizados como referencial para nortear o processo de licenciamento ambiental da atividade em questão, bem como subsidiar novas pesquisas relativas a atividade, para que assim a atuação direta do homem sobre o meio ambiente, não seja somente uma questão de aproveitamento econômico dos recursos naturais, sem que antes se atenha a detalhes importantes a respeito do meio, ao qual se está alterando.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Catálogos de Metadados da ANA**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Brasileiro – Principais Substâncias Metálicas 2018**. Ano Base 2017.

ALMEIDA, F.S.; GARRIDO, F.S.R.G.; ALMEIDA, A.A. Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, v.1, p.70-87, 2017.

ALMEIDA, A. S. Métodos de mineração. *In*: TANNON, L. C.; SINTONI, A. (Coord.). **Mineração e município**: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

ALLONDA, Ambiental. **Draga**: Conheça Diferentes Equipamentos, 2018. Disponível em: <https://allonda.com/blog/dragagem/draga-conheca-diferentes-equipamentos/> Acesso em: 18 mar.2022.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife, PE: Projeto Dom Helder Câmara, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

BARROS, Juliana Neves. **Legislação ambiental aplicada à mineração**. Cruz das Almas, BA: UFRB, 2017. 86p.; il.

BAUERMEISTER, K. H. **Relatório e plano de controle ambiental**. Taubaté, São Paulo, 2007.

BRASIL. **Constituição (1967)**, Capítulo III – DA LAVRA, Art.38. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm> Acesso em: 30 de jun. 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. 4p. Brasília.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia do. PRODUTO 22 AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL: Relatório Técnico 31 Perfil de areia para construção civil. Brasília: J. Mendo Consultoria, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil** / Maria Mônica Guedes de Moraes e Camila Costa de Amorim, autoras; Marco Aurélio Belmont e Pablo Ramosandrade Villanueva, Organizadores. – Brasília: MMA, 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília: 2012.

BRASIL. **LEI Nº 12.815, DE 5 DE JUNHO DE 2013**. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e atividades desempenhadas pelos operadores portuários; Brasília: 2013

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 010**, de 06 de dezembro de 1990, dispõe sobre os critérios específicos para o Licenciamento Ambiental de extração mineral da Classe II. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1990. Disponível em: Acesso em: 03 jul. 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. p. 30841-30843. Diário Oficial da União. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério Público Federal. Câmara de Coordenação e Revisão, 4. **Mineração ilegal de ouro na Amazônia** : marcos jurídicos e questões controversas – Brasília : MPF, 2020. 259 p. – (Série manuais de atuação ; v. 7).

BRASIL. **Resolução nº 420**, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, SEMA, 2009.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 010, de 06 de dezembro de 1990, dispõe sobre os critérios específicos para o Licenciamento Ambiental de extração mineral da Classe II. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 1990. Disponível em: Acesso em: 03 nov. 2022.

CARVALHO, François de Freitas; et al. **MINERAÇÃO SUSTENTÁVEL: OS DESAFIOS DE CONCILIAR A EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NÃO RENOVÁVEIS A UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL GERADORA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXIX., 2009, SALVADOR 10 p. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_sto_101_676_13116.pdf. Acesso em: 8 jun. 2022.

CARVALHO, Victor Nunes. A importância do estudo de impacto ambiental como instrumento para a promoção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. **Revista Jus Navigandi**., 2014.

CETESP – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mineração por dragagem**: procedimento, 2.ed.revisada, agosto /2016.

COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V.; OLIVEIRA, F.C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, **Anais INTERCON**, Rio de Janeiro, 2005.

CUTRIM, S.S.; ROBLES, L.T. (org.). Tópicos estratégicos portuários. São Luís: EDUFMA, 2019. v. 2. 475p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Extração de areia**. Taubaté. Disponível em: < www.dnpm.gov.br>. Acesso em 30/06/2021.

DIAS, M.P.S.P. **O processo produtivo da mineração de areia no rio Poti em Teresina- PIAUI**: Um olhar para a saúde, o trabalho e o meio ambiente. Dissertação do Mestrado em Saúde Pública. UFC, Fortaleza, 2006.

DINIZ, J. A situação dos portos no Brasil. **Revista Cada Minuto**, v.5, n.17, 2013.

DRAGAGEM SUL.. SIMÃO JÚNIOR, E. **Dragagem e Navegação. Tutóia -MA, 29.06.2011**. Disponível em: <http://dragagem.sul.blogspot.com/2011/06/tipos-de-dragagem.html>. Acesso em: 03 jun.2021.

EIA MOPI. MORRO DO PILAR MINERAIS S.A – Mopi. **Estudo do impacto ambiental**, v.VII Avaliação de Impactos Ambientais – 2012. Disponível: <http://morrodopilar.files.wordpress.com/2012/09/eia-volume-vii.pdf>. Acesso em: 15 mar.2022.

FEITOSA, Maria Suzete Sousa; SILVA NETO, Jonas Alves; NUNES, HikaroKayo de Brito. Notícias de jornal como procedimento metodológico para análise episódica (1985, 1995 e 2009) de enchentes do rio Poti em Teresina – Piauí.**Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.02,p.507-521, 2021.Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/247615>. Acesso em: 8 dez. 2021.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ – FUNDAÇÃO CEPRO. **Anuário Estatístico do Piauí**, 2021.

FILHO, F. L. C.; MOITA, J. H. **A. projeto avaliação de depósitos minerais para a construção civil PI/MA**. Vol. 1. Teresina. CPRM, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapas: bases e referências**, 2021. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS S. A. **Minerais industriais: - orientação para regularização e implantação de empreendimentos**. São Paulo, p.23-27, 2005.

LEITE, Amália Lima; FREITAS, Ivna Gomes; OLIVEIRA, Estephano Bessa; MARINO, Márcia Thelma R. D. Atividade mineradora e impactos ambientais em uma empresa cearense. **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Campinas – SP, Unicamp, v1, p.2255, 2017.

LIMA, Dinael David Ferreira; CUNHA, Paulo Borges da. Impactos ambientais indicados em estudos para empreendimentos de dragagem de areia licenciados nas margens do Rio Poti em Teresina-PI. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos

Ambientais, **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte/MG, 24- 27 nov. 2014.

LIMA, Juscelino Gomes. **Geografia**: Panoramas da geografia piauiense: reflexões teóricas, revelações empíricas [livro eletrônico] Ananindeua: Itacaiúnas, 2018. 139p.

MAGNO, M.N.M.; BRUM, N.L.A. Kaizen e a sugestão da sua aplicação na logística interna de uma mineradora em Paragominas (PA). *In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO)*, Minas Gerais, 2015.

MELO, T. F. S. **Diagnóstico Ambiental em Área de Exploração Mineral**: O Porto de Areia Estrela, em Ponta Grossa - PR. 2010. 97f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2010.

MIRAGAYA, F. **Dragagem de Portos**. Disponível em: <<http://www.revistaintermarket.com.br/matéria.php?id=2247>>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MORAES, Lorrán André et al. O babaçu na zona urbana de Teresina – PI: distribuição e viabilidade paisagística. **Revista Equador** (UFPI), v.4, n.4, p.112-132, jul./dez., 2015.

NOGUEIRA, Geovane Rangel Ferreira. **A extração de areia em cursos d'água e seus impactos**: proposição de uma matriz de interação. Trabalho Final de Curso (Curso de Engenharia Ambiental E Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

NUNES, H.B.; SILVA, J.F.A.; AQUINO, C.M.S. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos da Porção da Bacia Hidrográfica do Rio Poti em Teresina/Piauí: Contribuições para o Planejamento Ambiental. **Revista Equador** (UFPI), v.6, n.1, p.75-89, 2017.

OLIVEIRA, George Alam Freitas; CORREIA, Raul Santana. **A necessidade da dragagem no porto de Santos**. X FATECLOG - Logística 4.0 & A Sociedade Do Conhecimento FATEC GUARULHOS – GUARULHOS/SP – BRASIL, 2019.

OTANI, J. L. **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, 2007.

PAIVA, E.M. **A evolução do licenciamento das atividades de dragagem de areia no Rio Poti em Teresina-PI**. 2015. 109f. Trabalho de Conclusão (Formação de Oficiais) – Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2015.

PORTOGENTE. **Dragagem**. 2016. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/73040-dragagem> Acesso em: 8 mar. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA, **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Teresina, 2021.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. São Luis – Maranhão: Fundação Sousândrade de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal do Maranhão –FSADU, 2020.

RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL: Regularização Ambiental das Obras de Dragagem e Disposição de Rejeitos na Fazenda Floresta e Recuperação das Margens Setores da área denominada como Trecho 12 (Área do reservatório da UHE Risoleta Neves). Fundação Renova, 2020. Disponível em: https://www.fundacaorenova.org/files/20200415/agf_g1_ren_rima_28022020.pdf. Acesso em: 1 mar. 2022

SALES, C. **Licenciamento Ambiental da Atividade de Mineração em Unidades de Conservação:** Incidência, Suporte Jurídico-Administrativo e Aperfeiçoamentos. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA. Manaus, 2018.

SANTOS, Mariana Rodrigues Oliveira dos. **Técnicas de geoprocessamento na análise microclimática da cidade de Teresina – PI.** 2017. Trabalho de Conclusão do Curso (Tecnologia em Geoprocessamento) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2017. 68f.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. M.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed., rev. e ampl., 356p. – Brasília, DF. Embrapa, 2018.

SEMAR, Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: semar.gov.br. Acesso em: 03 jun.2021.

SEMPPLAN – Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação de Teresina. **Caracterização do Município de Teresina.** 2020.

SILVA, F. C.; SILVA, B. G.; ORNELLAS, A. L. M. B.; MENDONÇA, F. M.; RIBEIRO, L. M. P.. Economia circular e passivo ambiental da indústria têxtil: análise de empresas do setor da moda brasileiro. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v.11, n.4, p.259-275, 2020.

SILVA, Jose Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional.** 9.ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2011.

SILVA, Theophilo Augusto. **Métodos De Extração Da Areia.** Universidade De Federal Do Pará, Outubro/2011.

SILVA, M.L.; ANDRADE, M.C.K. Os impactos ambientais da atividade mineradora. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.11, n.6, 2017.

SIMINERAL – Sindicato das indústrias minerais do estado do Pará (2018). Disponível: <http://simineral.org.br/mineracao/mineracao-para>. Acesso em: 20 mar.2018.

TERESINA, Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAM. **Monitoramento do Clima**. Prefeitura Municipal de Teresina, 2017.

VIDAL, F.W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; FERNÁNDEZ CASTRO, N. **Tecnologia de rochas ornamentais**: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM, 2014.

VILLWOCK, Bernardo; NICOLODI, João Luiz; CALLIARI, Lauro Júlio. Potencialidade de utilização da ilha do Terrapleno de Leste para a disposição de sedimentos dragados no porto de Rio Grande, Brasil. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, **Pesquisas em Geociências**, v.48, n. 3: e106479, 2021.

VIANA, B. A da S. **Mineração de materiais para construção civil em áreas urbanas: impactos socioambientais dessa atividade em Teresina-Pi-Brasil**. Dissertação do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2007.

VIANA, B. A da S. **Caracterização estratigráfica, química e mineralógica do massará e conflitos socioambientais associados a sua exploração em Teresina, PI, Brasil**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2013.