INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA
TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JHEIRY BARBOSA DOS SANTOS
VALDEMIR DE SOUZA PACHECO

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO: ESTUDO DE CASO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO ARAGUAIA EM CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA

CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA
2020

JHEIRY BARBOSA DOS SANTOS
VALDEMIR DE SOUZA PACHECO

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO: ESTUDO DE CASO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO ARAGUAIA EM CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA - Campus Conceição do Araguaia. Como requisito para obtenção de Grau em Tecnologia em Gestão Ambiental.

Orientador:
Me. Alessandro dos Santos Vieira

Coorientadora:
Drª. Simone Pereira de Oliveira

CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA
2020

S237a Santos, Jheiry Barbosa dos

Análise preliminar de risco: Estudo de caso dos impactos ambientais da implantação do projeto Araguaia em Conceição do Araguaia/ Jheiry Barbosa dos Santos, Valdemir de Souza Pacheco. — Conceição do Araguaia, PA, 2020.

55 f.: il.

Orientador (a): Prof. Msc. Alessandro dos Santos Vieira

Coorientador (a): Profª. Drª. Simone Pereira de Oliveira

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Conceição do Araguaia, PA, 2020.

1. Análise Preliminar de Risco. 2. Mineração. 3. Projeto Araguaia. 4. Estudo de caso. I. Pacheco, Valdemir de Souza. II. Título.

CDD: 363.7

Adirailton Araujo da Silva– SIAPE 2117105

JHEIRY BARBOSA DOS SANTOS
VALDEMIR DE SOUZA PACHECO

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO: ESTUDO DE CASO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO ARAGUAIA EM CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA - Campus Conceição do Araguaia. Como requisito para obtenção de Grau em Tecnologia em Gestão Ambiental.

Data da defesa: 04/09/2020
Conceito: ____

_____
Orientador: Me. Alessandro dos Santos Vieira
Instituto Federal do Pará Campus - Conceição do Araguaia

_____
Drª. Simone Pereira de Oliveira
Instituto Federal do Pará Campus - Conceição do Araguaia

_____
Prof. Me. Erlan Silva de Sousa
Instituto Federal do Pará Campus - Conceição do Araguaia

DEDICATÓRIA

A todos que de alguma forma contribuíram para esta grande conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter colocado muitas pessoas ao nosso lado, que contribuíram para que esse sonho pudesse ser realizado, e além disso, por ter nos concedido sabedoria determinação e coragem.

Aos nossos familiares, pela dedicação e apoio, mesmo que, em alguns momentos, não entendiam o porquê das lágrimas, mas continuavam nos incentivando para nossa realização profissional.

Aos colegas, nossos amigos, pelo companheirismo durante esses três anos de estudo.

Ao nosso orientador, professor Me. Alessandro dos Santos Vieira, pelos conhecimentos compartilhados, a dedicação como o nosso projeto e a compreensão com as nossas limitações.

A nossa coorientadora, professora Drª. Simone Pereira de Oliveira, pela paciência que teve sempre que precisávamos de atendimento, até mesmos nos horários de descanso.

Finalmente, ao Instituto Federal do Pará, *campus* Conceição do Araguaia, que através da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, nos confiou uma bolsa de iniciação cientifica para a realização desse projeto.

RESUMO

O objetivo desse trabalho é analisar os riscos ambientais provenientes da implantação do Projeto Araguaia através da ferramenta de Análise Preliminar de Risco, e com isso, inferir o grau para cada risco encontrado, e propor algumas medidas de mitigação ou compensação. Foi abordada uma metodologia qualitativa com caráter descritivo e exploratório, de natureza aplicada. Com isso, foi realizado um levantamento dos riscos observando o conteúdo do Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente, produzido para o Projeto Araguaia. Os dados foram organizados na tabela proposta pela ferramenta de análise. Obedecendo a caracterização da graduação, quanto a frequência, severidade, obteve-se um valor representativo do potencial de risco. Sendo assim, foram identificados dezoito riscos provenientes desse processo, dois apresentaram maior efeito adverso, com potencial de grau sério e crítico, conforme a classificação da ferramenta. 50%, dos riscos foram moderados, e aproximadamente 39% foram desprezíveis ou menores. Para tais, as medidas propostas principais foram a recuperação da área do entorno da matriz de beneficiamento, o plantio de cerca viva, a segregação dos resíduos, a reutilização das águas cinzas e a educação ambiental. Portanto, observou-se a viabilidade da implantação do empreendimento, no entanto, considera-se a adoção das medidas de compensação ambiental, além das medidas mitigadoras prevista para o projeto.

Palavra – chave: Análise Preliminar de Risco. Mineração. Projeto Araguaia.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the environmental risks arising from the implementation of the Araguaia Project through the Preliminary Risk Analysis tool, and thereby infer the degree for each risk found, and propose some mitigation or compensation. A qualitative methodology was approached with descriptive and exploratory, applied nature. With this, a survey was conducted of the risks observing the Impact Report content on Environment, produced for the Araguaia Project. Data were organized in the table proposed by the analysis tool. Obeying characterization graduation, as the frequency, severity, we obtained a representative value of the risk potential. For such, the main measures proposed were the recovery of surrounding the processing matrix area, planting hedges, waste segregation, reuse of greywater and environmental education. Therefore, there was the feasibility of implementation of the project, however, believes it is the adoption of environmental compensation measures, in addition to the planned mitigation measures for the project.

Keyword: Preliminary Risk Analysis. Mining. Araguaia Project.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização Geográfica de Conceição do Araguaia..... 13

Quadro 1 - Caracterização da Graduação..... 17

Figura 2 - Localização da Instalação do Empreendimento..... 33

Quadro 2 - Grau de Risco..... 35

Quadro 3 - Categoria e Frequência do Risco..... 35

Quadro 4 - Matriz de Classificação..... 36

Figura 3 - Área de Localização do Empreendimento..... 37

Quadro 5 - APR – Riscos da Implantação do Projeto Araguaia..... 37

Gráfico 1 - Ocorrência da Categoria de Frequência..... 43

Gráfico 2 - Ocorrência da Categoria de Severidade..... 44

Gráfico 3 - Ocorrência da Categoria de Risco..... 44

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA – Área Diretamente Afetada
AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
APR – Análise Preliminar de Risco
CF -Constituição Federal
COEMA /PA – Concelho Estadual de Meio Ambiente do Pará
CONAMA – Concelho Nacional de Meio Ambiente
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para padronização)
LI – Licença de Instalação
LO – Licença de Operação
LP – Licença Prévia
NBR – Normas Brasileiras
PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RIMA – Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente
RKEF – *Rotary Kiln Electric Furnace* (Calcinador Rotativo e Forno Elétrico)
SEMA/PA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Pará

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	11
2	**CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA**	13
2.1	**Localização da Área de Estudo**	13
2.2	**Geologia**	14
2.3	**Hidrografia**	14
2.4	**Clima**	14
2.5	**Solo**	15
3	**REFERENCIAL TEÓRICO**	16
3.1	**Caracterização da Ferramenta**	16
3.2	**Classes Tipológica de Risco**	18
3.2.1	Identificação dos Riscos para o Meio Natural	20
3.3	**Legislação Ambiental e Licenciamento Para Mineração**	20
3.3.1	Legislação Ambiental do Estado do Pará para Mineração	22
3.3.2	Legislação Pertinente ao Estudo de Impacto Ambiental	24
3.4	**Classificação para Processo de Mineração**	25
3.5	**Histórico de Impactos Ambientais na Mineração**	27
3.5.1	Mitigação dos Impactos Ambientais	28
3.6	**Prognósticos para o Projeto Araguaia**	30
4	**MATERIAIS E MÉTODOS**	32
4.1	**Revisão Bibliográfica**	33
4.2	**Aplicação da Análise Preliminar de Risco (APR)**	34
5	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	37
5.1	**Identificação dos Riscos, Causas e Efeitos**	38
5.2	**Graduação dos Riscos pela APR**	42
5.3	**Medidas de Mitigação para os Riscos e Danos**	45
6	**CONCLUSÃO**	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

O ser humano desde a antiguidade adquiriu a capacidade de adaptar-se com as constantes variáveis da vida. Exemplo disso, foram as grandes mudanças decorrentes da transformação do planeta, em que o indivíduo se adaptou de acordo com cada etapa desse processo. Diante disso, percebemos a interação e a harmonização do homem com o meio ambiente.

Tempos depois, na era da civilização, o êxodo do homem do campo para a cidade, despertou inúmeras ideias e oportunidades para a qualidade de vida. A criação das primeiras máquinas, por exemplo, foram um marco na história da humanidade. No entanto, essas indústrias, no avanço desenfreado da tecnologia, provocaram as primeiras degradações ambientais em larga escala.

Mesmo assim, o anseio pela qualidade de vida e a capacidade de produção, fortalecida pela extração mineral, tornaram possível a habitação, a construção, o saneamento básico, o transporte, a agricultura, a comunicação e a medicina. Porém, as explorações causam danos ambientais, e seus impactos são notáveis na vegetação, solo, relevo e recursos hídricos (MATOS, 2010, p.18). Exemplo disso, é que a extração e beneficiamento mineral é uma atividade classificada como potencialmente poluidora, conforme a resolução do CONAMA 237 (BRASÍLIA, 1997).

Em contrapartida, a Análise Preliminar de Risco (APR) é uma técnica quantitativa realizada antemão à execução dos trabalhos que, com a participação ativa da administração, trabalhadores e peritos, partindo da experiência acumulada por estes no trato com atividades similares, constitui meios e medidas a serem cumpridas, inclusive, usando o aprendizado resultante de evento indesejado anteriormente ocorrido, na esfera abordada (BARBOSA FILHO, 2011, p. 314).

Para entender a ferramenta, devemos adotar o conceito de risco, como sendo a probabilidade da ocorrência de um evento adverso que possam afetar negativamente a capacidade de uma organização (RUPPENTHAL, 2013, p. 26). Contemplando o conceito ao contexto, o termo risco ambiental é, entre outros conceitos, entendido como uma característica da vida social, e seu significado e natureza, depende da experiência, do desenvolvimento socioeconômico e de que maneira a sociedade enfrenta os perigos (ANEAS DE CASTRO, 2000).

Dessa forma, eles podem ser classificados em tecnológicos e naturais. Os tecnológicos dividido em agudo e crônico, enquanto os naturais em atmosférico,

hidrológicos, geográficos, biológicos e siderais. Ressaltando que na atividade industrial, o risco tecnológico estará sempre presente (SÁNCHEZ, 2008). Por essa razão, os empreendimentos podem ser analisados através de APR, visando a identificação e a avaliação dos riscos, afim de propor recomendações aplicadas as instalações industriais e atividades, quando oferecem ou possam oferecer um determinado grau de risco (BROWN, 1998, p. 01).

Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo geral, analisar os riscos de impactos ambientais inerente da instalação do Projeto Araguaia em Conceição do Araguaia no Estado do Pará. E de forma simultânea, os objetivos específicos, são: realizar estudos bibliográficos sobre os riscos ambientais na implantação do Projeto Araguaia; elaborar uma tabela de APR contemplando os processos de implantação; inferir o nível de risco derivado da implantação, segundo a APR e; propor medidas de mitigação para os impactos ambientais analisados.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

2.1 Localização da Área de Estudo

O município de Conceição do Araguaia está localizado na região sudeste do Estado do Pará (figura 1), com latitude de 8°15’29” Sul e longitude de 49°16’11” Oeste. Possui uma área de 582 947 hectares, ou seja, 5 829,47 Km², e está a 171 metros de altitude, com relação ao nível do mar. Para a capital do Estado, Belém, o município está, em linha reta, a 762 quilômetros de distância, e a 850 quilometro da capital do país, Brasília (CIDADES BRASIL, 2019).

Figura 1 - Localização Geográfica de Conceição do Araguaia

Fonte: Lorenzeto (2006)

A população, segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), é de 45.557 mil habitantes, com estimativa de 47.864 mil habitantes, para o ano de 2019 (IBGE, 2019). Fundada pelo Frei Gil de Vila Nova em 14 de abril de 1888, atualmente tem 123 anos.

Os setores produtivos, representado pela Agricultura, Industria e Serviços, movimentaram uma economia de R$ 31.323.443, R$ 39.551.476 e R$ 144.373.975, respectivamente, o que gerou um Produto Interno Bruto (PIB) de R$ 230.119.130, para o ano de 2018 (CIDADES BRASIL, 2019).

2.2 Geologia

A estrutura geológica do Município está representada, em sua totalidade, pelas rochas Pré-Cambrianas do Grupo Tocantins, de natureza metassedimentar (filitos, xistos, quartzitos, gnaisse, etc), associadas com rochas ultrabásicas (serpentinitos) e com menor contribuição de rochas vulcânicas de composição ácida à intermediária (riolitos, riodacitos) (IDESP, 2011).

Segundo o estudo feito para o Projeto Araguaia Níquel (WALM, 2014), a geologia do município tem em suas características rochas com alto teor em ferro e magnésio, originadas do resfriamento de magma vulcânico, além de rochas com origem da deposição de sedimentos erodidos e posteriormente metamorfizados.

2.3 Hidrografia

Segundo o IDESP (2011), o município de Conceição do Araguaia tem sua hidrografia representada pelo Rio Araguaia, que tem seu limite natural com o estado do Tocantins, e pelos seus tributários da margem esquerda dentro do município, Salobro e o Ribeirão Pereira, que faz limite oeste com o município de Redenção. Ao Norte tem em seu limite o curso do baixo e médio Rio Maria, fazendo fronteira com município que leva o mesmo nome, e o Rio Gameleira, que também é limite natural de Conceição do Araguaia com Santa Maria das Barreiras ao sul.

Conforme apresenta no documento do Ministério de Minas e Energia (MME, 2001), “o rio Araguaia atravessa a parte noroeste da área. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os rios Piranhas, Bananal, das Barreiras, Providência, Juari e das Cunhãs. Pela margem esquerda destaca-se o Ribeirão Tabocão”.

2.4 Clima

O município e caracterizado por ter clima na “categoria de equatorial super-úmido, tipo Am da classificação Köppen, no limite de transição para o Aw; possui temperatura média anual de 27,3ºC, apresentando a média máxima em torno de 32,0ºC e mínima de 22,7ºC” (LOPES, GLÓRIA e RIBEIRO, 2018). Segundo Barreira *et al* (2013) “as temperaturas variam de 17,7ºC a 35,2ºC. A média anual é de 27,5ºC. O período seco está compreendido entre os meses de maio a novembro, e o período chuvoso entre os meses de novembro a abril”.

A precipitação anual do município, variam entre duas estações bem definidas, inverno seco de maio a setembro e verão chuvoso de novembro a março, com maior precipitação no mês de dezembro, podendo supera a 400 mm, em contraste menor precipitação no mês de julho igual a 0 mm (SILVA e PIRES, 2017).

2.5 Solo

Os solos do Município são representados pelo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura argilosa; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média; Concrecionários Lateríticos indiscriminados distróficos; Podzólico Vermelho-Amarelo, textura argilosa; Terra Roxa estruturada eutrófica, textura argilosa; solos Litólicos distróficos e eutróficos, e afloramento rochosos em associações (IDESP, 2011).

Segundo o mapa de solos levantado pela Embrapa (2016), o município possui solos com características de latossolo vermelho em maior proporção, em seguida por latossolo vermelho-amarelo com segunda maior área, seguida por gleissolo háplico em algumas regiões dentro do município, e outros tipos de solos, como plutossolo argilúvico e latossolo amarelo, em pequenas proporções de áreas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Será apresentado nesse capítulo, uma breve revisão da bibliografia específica aos temas principais, pertinentes a essa pesquisa. Sendo o objetivo principal, conduzir o leitor a uma reflexão acerca das vantagens e importância da aplicação de uma ferramenta de análise de risco, em especial, a Análise Preliminar de Risco.

3.1 Caracterização da Ferramenta

Com o objetivo de identificar os perigos presentes em instalações, capazes de causar, sob determinada condição, a ocorrência de um evento indesejável, que comprometa a segurança militar, o departamento de defesa dos Estados Unidos, desenvolveu uma técnica chamada *Preliminary Hazard Analysis.* O Foco da Análise Preliminar de Perigo é detectar situações em que haja possibilidade de ocorrência de falha na instalação estudada (SILVA, 2004, p. 794).

> Análise preliminar de riscos (também conhecida como análise preliminar de perigo (*Preliminary Hazard Analysis* - PHA): é uma técnica que foi desenvolvida especificamente para aplicação nas etapas de planejamento do projetos, visando a identificação precoce de situações indesejadas, o que possibilita adequação do projeto antes que recursos de grande monta tenham sido comprometidos; trata-se, portanto, de uma técnica de potencial emprego em estudos de impacto ambiental, pois não exige o detalhamento da instalação industrial a ser analisada. Preparam-se planilhas nas quais, para cada perigo identificado, são levantadas suas possíveis causas, efeitos potenciais e medidas básicas de controle aplicáveis (preventivas ou corretivas). Além da identificação, os perigos são levantados com relação à frequência de ocorrência e grau de severidade de suas consequências (SÁNCHEZ, 2008, P. 326).

Para Ruppenthal (2013) o objetivo da Análise Preliminar de Risco (APR) é antecipar, com o intuito de determinar os possíveis riscos presentes na fase de operação, já na fase de criação ou desenvolvimento de um novo sistema. Ressalta que, essa ferramenta é do tipo qualitativa e é relevante na investigação de sistemas em que a experiência em riscos na sua operação é carente ou deficiente.

Esse método de análise é abordado por vários autores. Apesar de existir outros, a APR é encarada como um dos modelos mais práticos comparada a outras ferramentas, em especial para quem não tem profundo conhecimento do assunto abordado, o que a torna deferente da HAZOP (*Hazard and Operability Study*) da FMEA (*Fail Mode & Effect Analysis*) e da *What-if* (E se), que são técnicas que apresenta uma ou outra característica negativa, podendo demandar de muito tempo,

não ser objetiva e depender do envolvimento de equipes multidisciplinar (BROWN, 1998, p. 6).

Sendo assim, a APR tem a capacidade de fornecer informações adequadas e inteligíveis ao leitor, seja esse um pesquisador do assunto ou não. Além disso, ela reúne informações e apresenta-as de forma prática e objetivas. Segundo Barbosa Filho (2011, p. 315) a APR pode ser entendida conforme o esquema abaixo, na qual pode ser representada em tabela.

Em comparação com a tabela proposta por Sánchez (2008, p. 327), além dos itens citados, acrescenta-se os itens: Modo de detecção - onde conste o tipo de detecção do sinistro, seja com equipamento ou através da percepção humana - e Código - que é uma identificação interna ou número sequencial.

Ele acrescenta ainda, que no item **risco**, deve ser apresentado os eventos que podem ter consequências ambientais ou para a saúde ou segurança humana. Já no item **causa** deve constar as falhas intrínsecas de equipamento e erros humanos de manutenção ou operação. Os **efeitos**, por sua vez, são os comportamentos de um produto liberado ou consequência imediata de evento.

Já a **graduação** é dividida em três categorias, a de frequência, a de severidade e a de risco. De acordo com Barbosa Filho (2011, p. 315), “quanto a graduação dos riscos, estes podem ser classificados quanto ao potencial danoso ao sistema produtivo e aos recursos humanos”, conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização da Graduação

Severidade	Frequência	Risco
I - Desprezível	A - Extremamente Remota	1 - Desprezível
II - Marginal	B - Remota	2 - Menor
III - Crítica	C - Improvável	3 - Moderado
IV - Catastrófica	D - Provável	4 - Sério
	E - Frequente	5 - Crítico

Fonte: Barbosa Filho, 2011, p. 317.

Na perspectiva de Sánchez (2008, p. 327), o item das **medidas preventivas ou protetivas** é expresso na tabela como **observações**, e nesse, deve ser apresentado as informações complementares ou recomendações de ações preventivas. Sendo

assim, a proposta principal da APR que é de identificar, avaliar, graduar e propor devidas recomendações aos riscos, produzirá seus resultados.

3.2 Classes Tipológica de Risco

A compressão dos conceitos e das classificações do risco, deve ser levada em consideração para esse estudo. Visto que, usualmente o conceito de risco é entendido como uma probabilidade. No entanto, existe outras concepções na literatura que complementam o consentimento popular sobre o tema. A princípio, o termo risco vem do italiano antigo *risicare*, que significa ousar. Nesse sentido, o risco ganha a ideia de opção e não de destino (BERNSTEIN, 1997).

Segundo a ABNT NBR ISO 31000 (2018) o conceito de risco é definido como o efeito da incerteza nos objetivos, onde efeito representa um desvio do esperado enquanto que os objetivos podem possuir diferentes aspectos e categorias. Também, compreende que a qualificação do risco é expressa em termos de fonte de risco, eventos potenciais, consequências e probabilidades.

Conforme o INPI (2018), o risco é o resultado da combinação entre a fonte potencial de um evento acontecer que é concretizada por uma vulnerabilidade, de forma que propícia a ocorrência do risco, que provocará um efeito no fluxo de trabalho. Em outras palavras complementa dizendo que é um evento potencial que venha a ter consequências no cumprimento dos objetivos.

Além das diversas interpretações quanto ao conceito de risco, eles são classificados conforme o evento. No entanto, todos os conceitos tem um elemento em comum, que é a distinção entre realidade e probabilidade (SILVA, 2004, p. 793). Dessa maneira, “devemos enfatizar quatro que aparecem em destaque na literatura sobre o tema: os riscos naturais, os riscos tecnológicos, os riscos sociais e os riscos ambientais” (DAGNINO e JUNIOR, 2007, p. 50).

Proposto por Egler (1996), o conceito de risco ambiental deve ser considerado como o resultado do risco social, tecnológico e natural, que é compreendido como as três categorias básicas para esse conjunto. De forma semelhante, Brilhante e Caldas (1999), na mesma perspectiva de classificação, entende o risco ambiental como aquele que ocorre no meio ambiente, seja interno, como em uma indústria, ou externo.

Com uma linha diferente de classificação, Lourenço (2007) entende o risco tecnológico e risco social como uma subcategoria do risco onde a génese é antrópica (o autor inclui também o risco biofísico). Definindo os riscos antrópicos como “aqueles

em que o fenómeno causador do dano tem origem em acções humanas”. Para ele, cada pessoa tem sua opinião formada sobres os variados e diferentes tipos de risco.

De acordo com Egler (1996), os riscos naturais são eventos dinâmicos, dos sistemas naturais, levando em conta sua instabilidade/estabilidade, manifestada em sua vulnerabilidade a ações críticas de pequena e de grande escala, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos. Já para Brilhante e Caldas (1999) os riscos naturais são aqueles provenientes de distúrbios da natureza, ou seja, sem qualquer interferência da ação humana.

Assim como, interpretado por Lourenço (2007), o risco natural é “aquele em que o fenómeno que produz os danos tem a sua origem na natureza”, e adiciona-se a esse conjunto, os riscos geofísico, climáticos, hidrológicos, geomorfológicos e o rico biológico. Ademais, em definição para o risco tecnológico, esse é compreendido como:

> os que resultam do desrespeito pelas normas de segurança e pelos princípios que regem a produção, o transporte e o armazenamento de certos produtos, ou que envolvem o seu manuseamento ou o uso de determinada tecnologia, dentro do necessário respeito e equilíbrio que deverá existir entre a comunidade e o ambiente, são os considerados em primeiro lugar (LOURENÇO, 2007).

Com mesma visão, Brilhante e Caldas (1999), sintetiza, e conceitua os riscos tecnológicos como aqueles que são identificados em decorrência da atividade humana. Esse conceito está de acordo com o de Egler (1996) que entende os riscos tecnológicos como eventos causado pela ação antrópica, e suas marcas são danosas à vida, seja em um espaço mínimo de tempo ou em longo prazo, devido as intenções de produtividade humana em grande escala.

E todo esse sistema de produção humana, na busca do desenvolvimento e melhoria de vida, evidência o risco social. Que é oriundo da carência social pela corrida da aceleração do desenvolvimento econômico, e que sempre tem gerado degradação às condições de vida. E seus efeitos são vistos tanto na habitação, refletindo nos serviços básicos, como serviços de tratamento de água, coleta de resíduos sólidos e coleta de lixo, como nas condições de empregos, capacitação técnica e no desenvolvimento humano, pensando em longo prazo (Egler, 1996).

Contemplando essa definição, Lourenço (2007) conceitua os riscos sociais associando-os à incapacidade humana de conviver em paz com o próximo, dentro dos princípios de liberdade, igualdade e fraternidade, então, se revela os seus efeitos com

as violências, guerras, sabotagens, terrorismos, entre outros fatos (nesse grupo está o risco econômico e o biofísico (que é uma relação entre o homem e outros seres vivos)).

3.2.1 Identificação dos Riscos para o Meio Natural

Considera-se o risco de impacto ambiental como o principal norteador dessa pesquisa. À medida que, no tópico precedente, o risco ambiental previsto para o processo de instalação da matriz de processamento mineral do Projeto Araguaia, pôde ser sub identificado como do tipo tecnológico, e para continuar com a definição, o conceito de impacto ambiental necessita ser compreendido.

Segundo a Resolução 001 do CONAMA:

> considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, que afete: 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 (BRASÍLIA, 1986).

Enfatizando o conceito, a ABNT NBR ISO 14001 (2015), define o impacto ambiental com a "modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização". Sintetizado por Sousa (2020), o impacto ambiental é a alteração no meio ambiente por determinada ação ou atividade. Deste modo, os meios físico e biótico, compreende os meios naturais do meio ambiente.

Para isso, no meio físico inclui, o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d’água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, e as correntes atmosféricas. Já o meio biológico e os ecossistemas naturais consideram-se - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente (BRASÍLIA, 1986).

3.3 Legislação Ambiental e Licenciamento para Mineração

Naturalmente entendemos que a vida é inviolável, e sua concessão é indiscutível e deve ser recíproca. Então, subtende-se que, as necessidades biológicas provocadas

por ela, é um direito irrevogável. Mas seus limites e conceitos são discutíveis e passiveis de várias interpretações.

No entanto, para que esse direito fosse resguardado permanentemente, foram necessárias a criação de leis, nas quais tornaram viável a harmonização do homem com a natureza. Com esse objetivo, a Constituição Federal de 1988 (CF/88), no seu artigo 225, prever o direito e obrigatoriedade de manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado, na qual garantam a qualidade de vida da atual e futura geração (BRASÍLIA, 1988).

Logo, a efetividade dessa lei, se cumpri através do dever do estado em definir, e fazer-se cumprir, políticas públicas que padronizam o modo de interação do homem, civil ou jurídico, com o ambiente em que está inserido. Desta maneira, a qualidade do ar, água e solo, por exemplo, permanecerá com seus parâmetros naturais e estará protegida para a atual e futura geração (BRASÍLIA, 1988).

Outro aspecto a ser abordado, na qual complementa esses deveres e constitui os agentes promotores dessa lei, está no artigo 23, inciso VI e VII, dessa mesma CF/88, onde, atribui à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, em conjunto, o dever de proteger o meio ambiente, combater à poluição em todas as suas formas e proteger as floresta, a fauna e a flora.

Nessa situação, as ferramentas usadas pelo estado, para inibir as práticas abusivas com o meio ambiente, são diversas. Logo, atividade classificadas pela resolução do CONAMA 237/1997 (BRASÍLIA, 1997) como potencialmente poluidoras, tais como indústrias químicas, obras de construção civis, atividades agropecuárias, uso de recursos naturais, extração mineral, entre outras, necessitam de licenciamento ambiental para execuções de suas atividades.

Conforme está definido nessa mesma resolução, o licenciamento é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de atividades consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, que utilizam os recursos ambientais. E esse procedimento é separado em três licenças, a prévia, a de instalação e a de operação, conforme o momento da atividade.

Assim sendo, esse licenciamento, é uma das ferramentas do estado com o objetivo de prevenir impactos ambientais, e garantir o equilíbrio do homem com o meio ambiente. De forma que, associando a estas exigências legais e desejo de torna o mundo um ambiente sustentável, se faz necessária a permissão dos órgãos

ambientais dos estados, para as atividades de extração e beneficiamento mineral, segundo está definido na resolução do CONAMA 237/1997 (BRASÍLIA, 1997).

Sabendo que, órgãos competentes, são dotados de corpo técnico especializado para a análise detalhada das consequências ambientais dessas atividades na determinada região, com o objetivo em reduzir os impactos. Porém, a licença ambiental, não isenta no cumprimento do disposto no artigo 225 da CF/88, anteriormente falado, que é o dever daquele que explorar recursos minerais a obrigação de recuperar o meio ambiente degradado.

Consequentemente, a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) tem um viés preventivo e faz parte do processo de licenciamento. Então, essa avaliação pode ser realizada através da Avaliação Preliminar de Risco (APR), conforme exigência contida em cada termo de referência nos departamentos de licenciamento ambiental. Portanto, será abordado esse assunto nos tópicos posteriores.

3.3.1 Legislação Ambiental do Estado do Pará para Mineração

Os estados brasileiros, politicamente divididos, formam um conjunto de instituições com competência de definir políticas públicas adequadas a realidade local. Consequentemente, são dotados de poder legislativo, com o objetivo de garantir os direitos e deveres da população presente. De forma que, todas as leis publicadas no Diário Oficial do Estado, devem estar em concordância com as leis publicadas no Diário Oficial da União.

Em caráter federal, partindo da Lei 6.938/81 (BRASÍLIA, 1981), que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, a cronologia das leis específicas para o licenciamento ambiental, se sucede com a resolução do CONAMA 001/86 (BRASÍLIA 1986), tratando do EIA e RIMA, em seguida, pela CF/88 (BRASÍLIA 1988), onde se observa os reconhecimentos das competências, o direito ambiental e a necessidade de realizar o estudo de impacto, sendo seguido pelo decreto 99.274/90 9BRASÍLIA, 1990), onde se estabelece as fases das licenças, em sequência está a resolução 237/97 do CONAMA (BRASÍLIA, 1997), que indica as atividades que precisam de licenciamento, e por fim, a lei complementar 140 do mesmo CONAMA (BRASÍLIA 2011).

Então, em resumo, as competências dos estados federativos do Brasil, estão reconhecidas na CF/88, no artigo 23, onde são atribuídas a União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, e entre essas atribuições, as concernentes ao meio

ambiente. Porém, as imputações individuais para cada uma das esferas administrativas, não estão mencionadas ou definidas, e nem os fatores que provocam os distúrbios ambientais (BRASÍLIA, 1988).

Por tanto, foram definidas, na resolução do CONAMA 237/97, as atividades com potencial de provoca impacto, que são passíveis de licenciamento ambiental, e consequentemente, a atribuição da competência em emitir o licenciamento para essas atividades, destinando-a aos Estados, ressalvas, as atividades que o impacto direto ultrapasse a divisão estadual ou nacional, atividades que envolva energia nuclear, licenciamento de bases militares e em alguns outros casos específicos (BRASÍLIA, 1997).

No entanto, nessa resolução, não estão definidas as atividades que os Estados podem direcionar, a competência em licenciar, aos municípios. Então, na Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, contempla essas especificações. Descritas no artigo 9º; os municípios podem promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos em que o impacto ambiental é de âmbito local, observando alguns critérios e conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente (COEMA) (BRASÍLIA, 2011).

Sendo assim, dentro de suas atribuições legais, o COEMA/PA estabelecer as atividades de impacto ambiental local, objetivando o licenciamento ambiental municipal, a ser realizado pelos Municípios no âmbito do Estado do Pará. Sendo que, o impacto local, é aquele que acontece dentro dos limites do Município, abrangendo as atividades ou empreendimentos de acordo com o porte, o potencial poluidor/ degradador e a natureza da atividade (COEMA/PA, 2015, p. 31).

Mediante ao que foi atribuído aos municípios, as atividades de mineração, selecionada para esse estudo, estão divididas na resolução de nº 120 do COEMA/PA, no anexo único, em dois grupos. No primeiro, apresenta-se os minerais metálicos, e o segundo, os não metálicos. Os minerais metálicos, em especial, são os classificados como lavra garimpeira minerais garimpáveis, extração e beneficiamento de gema e pesquisa mineral, sem lavra experimental (COEMA/PA, 2015).

Conforme o exposto, os municípios só podem licenciar empreendimento minerário de pequeno porte, e a prerrogativa de emitir licença para os outros casos, fica ao órgão ambiental estadual. Visto que, em consideração a grandeza do Projeto Araguaia, de posse da empresa *Horizonte Minerals*, as Licenças Prévia e de Instalação foram solicitadas na SEMA do estado do Pará.

3.3.2 Legislação Pertinente ao Estudo de Impacto Ambiental

A Avaliação de Impactos Ambientais é uma metodologia, acima de tudo, preventiva. Prova disso, é que ela faz parte do processo de concessão do Licenciamento Ambiental. Segundo o IBAMA (2016) essa avaliação é necessária para preparar e aproveitar informações ambientais; expandir a segurança técnica; dispor os parâmetros voltados à elaboração de estudos ambientais; e definir, antecipadamente, as principais requisições ambientais a serem consideradas.

Em primeiro lugar, na Política Nacional de Meio Ambiente (BRASÍLIA, 1981), descreve que o controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, é um dos princípios para garantir a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Destacando que, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) deve decidir, quando necessário, a elaboração de Estudos de Impactos Ambientais (EIA), as obras ou atividades de significativa degradação ambiental.

Segundo Cecconello (2009) “o EIA é um importante instrumento de proteção ao meio ambiente, por ter como base o princípio da prevenção”. Ele compõe uma das fases de obtenção do Licenciamento Ambiental para a implantação e operação de atividade potencialmente poluidora. E está regulamentado na resolução do CONAMA 237, assim como, as diretrizes e o dever em realizar esse procedimento, àquela atividade que utiliza os recursos ambientais e cause degradação ambiental (BRASÍLIA, 1997).

Dessa maneira, para obter o Licenciamento, ambas dependerão, tanto do prévio EIA, como o respectivo RIMA. Além disso, no Art. 9º da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASÍLIA, 1981), contempla uma maior importância para o Licenciamento Ambiental e a Avaliação de Impactos Ambientais, colocando-os como instrumentos dessa política, sabendo que são indispensáveis na prevenção de agentes nocivos ao meio ambiente.

Conforme sendo, as atividades de extração mineração, independente das licenças emitidas por outros órgãos e para qual seja a finalidade, dever ser licenciadas ambientalmente, observado apenas, a esfera administrativa na qual esteja designada a emitir as licenças ambientais. Então, conhecendo a razão da elaboração desse estudo, define-se na resolução do CONAMA 001 (BRASÍLIA, 1986), a divisão de um EIA, basicamente, nas etapas a seguir:

a) Caracterização do Empreendimento;
b) Diagnostico Ambiental da Área de Influência;
c) Avaliação de Impactos Ambientais;
d) Medidas Mitigadoras;
e) Programas de Monitoramento de Impactos.

Conforme esses critérios, e o apresentado acima, a fase em que se realiza uma análise de risco, onde será elencado todos os riscos provenientes da atividade ou empreendimento, é na etapa de Avaliação de Impacto Ambiental, de forma que apresente em seu escopo:

> [...] os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais (BRASÍLIA, 1986).

Contudo, apesar do empreendimento proceder conforme prever a legislação, ele não estará isento de reparar o dano ambiental provocado pela atividade, seja ele inerente da atividade ou um acidente ocorrido. Em outras palavras, o ônus da prova cabe ao proponente da atividade. Isso é chamado de princípio da precaução, e foi instituído na conferência Rio/92, que abordou sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (MMA, 2013).

3.4 Classificação para Processo de Mineração

O princípio do processo de produção mineral, parte, é claro, da pesquisa mineral. Processo pelo qual se conhece a ocorrência mineral, de forma que possa se fazer as análises técnico-econômica. Em seguida, vem a instalação da mina, onde se implanta o projeto minerário. Depois, vem a fase de operação da mina, ou seja, é o momento de aproveitamento do minério. Por fim, vem a desativação e fechamento da mina, procedendo com a recomposição ou reabilitação da área (BRANDT, 2012).

É notório que nem tudo que se extrai em um processo de mineração, tem valor econômico agregado. Logo, precisa-se dividir e conceituar os três tipos de produtos comum nesse processo. Conforme a Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais (BRANDT, 2012), os produtos extraídos de uma atividade de mineração, são definidos em três. São eles:

a) Minério, são rochas extraídas ou elemento mineral, que possua valor econômico para ser comercializado no mercado, através do processo de beneficiamento, que pode ser de modo simples através do processo de britagem, peneiramento a seco ou lavagem do minério.
b) Estéril, são especificamente primeiras camadas de rochas encontradas no solo, que não possui nenhum interesse econômico, as quais precisam ser removidas, e armazenadas em pilhas ou estocadas em áreas já lavradas, para então chegar até o minério desejado a ser extraído.
c) Rejeito**,** são as sobras do beneficiamento da extração mineral sem valor econômico, descartados em forma de polpa, ora outra em partes sólidas, que na maioria das vezes são depositados em barragens. Para tal destinação de depósito dos rejeitos, a legislação de licenciamento ambiental preverá método para melhor enquadramento de descarte dos rejeitos.

Além da descrição dos tipos de produtos encontrados e gerados nos processos de beneficiamento mineral, também se faz necessário destacar os tipos de beneficiamentos minerais, conforme a mesma revista (BRANDT, 2012). Destacando que esses processos são capazes de transformar as características originais dos minérios, transformando-os em novas formas, como propões o beneficiamento, que na maioria dos casos, causam impactos ambientais. E também são três. São eles:

a) Beneficiamento Inexistente: Processo pelo qual o minério é extraído de forma *in natura,* sedo retirado as rochas de formas em placas ou pedras, para venda ornamental, ou levada a serem beneficiadas em outro ambiente diferente de origem para o beneficiamento
b) Beneficiamento a Seco: Embora existam vários tipos de beneficiamento a seco, uns dos mais comuns que se destacam são o processo de britagem e peneiramento, esses processos podem ocorrer no local de origem do empreendimento, podendo assim produzir partículas capazes de gerar impactos ao meio ambiente, mas livres de danos aos recursos hídricos.
c) Beneficiamento Úmido: Tal processo ocorre com os minérios umedecidos ou totalmente submergidos em água, sendo geradores de poluição hídrica devido a adição de produtos químicos, nos processos de flotação, hidro metalurgia em caso de grandes empreendimentos e de amalgamação (garimpos), geradores de efluentes contaminantes do solo e dos lençóis freáticos.

A compreensão da classificação desses processos de mineração, é relevante para esclarecer quanto ao potencial danoso dos impactos ambientais provocados por esse ramo de atividade. E para o caso em estudo, a planta metalúrgica que será implantada, processará o recurso mineral a contemplando o beneficiamento a seco, ou seja, sem a necessidade de se fazer barragem de rejeitos (HORIZONTE MINERALS, 2020).

3.5 Histórico de Impactos Ambientais na Mineração

Para a implantação e instalação de um projeto minerário são necessárias a aprovação e a liberação ambiental, sendo necessário a concessão das licenças estabelecidas por lei, sendo elas: licença previa (LP), licença de implantação (LI) e licença de operação (LO). A LI é a fase em que o licenciado, através do poder público, ganha o direito de implantar o projeto de acordo com as especificações técnicas já estabelecida no projeto de execução aprovado (BRASÍLIA, 1990).

A mineração é uma das atividades econômicas industriais que tem uma respectiva importância das arrecadações de bens gerado no país. Com a retirada da matéria prima do subsolo, são produzidos produtos como estruturas metálicas, computadores, estradas, dentre outros produtos. No entanto essa atividade e responsável pelas marcas de impactos ambientais, com a retirada do solo no processo de escavação, nas primeiras etapas das atividades, nas pesquisas para avaliar o solo em busca do potencial minerário (SOUZA, 2020).

De acordo com Penna (2009) os impactos ambientais oriundos dos processos minerários surge desde os primeiros passos de suas pesquisas, como os procedimentos de sondagens rotativas do solo para amostragem do minério, são consumidos grandes volumes de água, não só nos primeiro momentos das pesquisas mais também em toda vida útil da mina que será explorada, no beneficiamento, processo de britagem, flotação, lixiviação. Há procedimento que compromete os lençóis freáticos levando o rebaixamento dos níveis hídricos prejudicando possíveis comunidades ao seu redor.

Ainda de acordo com o mesmo autor, é evidente uma série de impactos que pode ocorrer, tais como: o aumento da turbidez, a variação da qualidade da água, a penetração dos raios solares no interior do corpo hídrico e alteração do pH da água, tornando-a mais ácida. Outros fatores, são a redução do oxigênio dissolvido dos ecossistemas aquáticos, assoreamentos de rios, poluição do ar, proveniente de

material particulado, perda de grandes áreas de ecossistemas nativos ou de usos humanos.

Na perspectiva de Farias (2002), os principais problemas oriundos da mineração podem ser englobados em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, e subsidência do terreno. Os impactos ambientais nos corpos hídricos os deixam mais vulneráveis, causando comprometimento da capitação e do abastecimento, como também a perda da qualidade das águas a jusante (BITAR, 1997).

Impacto Ambiental é o resultado de uma alteração do meio ambiente provocada pela ação humana, podendo ser benéfica ou adversa, no conceito das alterações negativas elas podem causar: supressão de certos elementos do meio ambiente, supressão do ecossistema como a vegetação, destruição completa de habitats, destruição de componentes físicos da paisagem, supressão de elementos referencias físicas a memória humana (SANCHEZ, 2008).

3.5.1 Mitigação dos Impactos Ambientais

Ações propostas com finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos ambientais adversos são chamadas de medidas mitigadoras. De acordo com Sánchez (2008, p.339) no caso de empreendimento de mineração, um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) deve obrigatoriamente ser apresentado juntamente com o estudo de impactos ambiental, de acordo com a lei 97.632 de abril de 1989 (BRASÍLIA, 1989).

É considerado nessa lei, que os processos resultantes dos danos ambientais, que reduzem ou elimine alguma das características naturais, como por exemplo a qualidade ou a capacidade produtiva, são chamadas de degradações. Mas também é previsto que a recuperação do ambiente degradado de acordo com o plano preestabelecido, deverá objetivar o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, tendo em vista a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (BRASÍLIA, 1989).

Se considerar a recuperação ou reparação de danos ambientais, Cardin e Barbosa (2008) entende que “na maior parte dos casos será possível a aplicação da reparação *in natura* e da compensação ecológica, devendo a primeira ser a opção principal. Apenas quando for impossível tal recuperação é que se deve optar por medidas compensatórias”. E de forma análoga, Senô (2010) concorda que “a forma

prioritária para a reparação do dano ambiental é a restauração natural. Porém quando tal for impossível ou excessivamente onerosa, admite-se a compensação”.

Os impactos causados pela mineração são variados de acordo com os aspectos gerados, capazes de mudar a qualidade do ar, provocado pela liberação de gases oriundos de equipamentos movidos pela combustão, causando ruídos e o lançamento de material particulado na atmosfera. A retirada superficial do solo e a cobertura vegetal são impactos que deixam o solo exposto as chuvas e raio solares, propensos a erosão (MESAVILLA, 2017).

Conforme a mesma autora, tais impactos ocasionados pelo processo minerário devem-se adotar medidas mitigadoras e compensatórias, tais como:

a) Realizar periodicamente umidificação nas estradas de acesso ao empreendimento e também de acesso a lavra, tendo em vista a minimizar a ação dos particulados no ar.
b) Fazer manutenção nos veículos e em equipamentos a serem utilizados na atividade, para prevenção de emissão abusivas de gases e ruídos na área de trabalho.
c) Fazer um planejamento quanto a suspenção da vegetação, e executar de maneira que possa conduzir a fauna a áreas vizinhas não habitadas.
d) Desenvolver a recuperação de áreas degradadas em lotes, conforme vai se encerrando as atividades de extração em uma certa área da frente de larva.

Além desses modos de mitigação, existe meios de compensar os impactos provocados pela mineração. A legislação, através do CONAMA nº 2 (BRASÍLIA, 1996), prever, para o caso de empreendimento grande, a implantação de uma unidade de conservação de domínio público e uso indireto, sendo preferencialmente uma Estação Ecológica.

> Nesse sentido, a compensação ambiental passou a ser entendida como o instrumento a ser utilizado diante da impossibilidade de se adotarem medidas mitigadoras capazes de eliminar ou reduzir, suficientemente, os impactos ambientais negativos, tendo sempre como referencial os impactos identificados e quantificados na Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) (LOPES E GOMES, 2017).

Um exemplo de atitude de compensação, aplicado especificamente a construção civil, são os sistemas do telhado verde, usados para aproveitar a água da chuva. “Os telhados verdes são inovadores, conectam o urbano com o natural e também trazem

mais conforto visual para a estrutura” (PEDROSO, 2020). O autor explica que a coleta da água é feita com calhas e condutores, onde é filtrada por camadas de substrato, areia e brita, para ser enviada a um reservatório.

3.6 Prognósticos para o Projeto Araguaia

A mineração no Brasil é considerada fundamental para o desenvolvimento social e econômico. Isso se constituiu no final do século XVII, quando descobriram minas de ouro na região de Minas Gerais. Não só o ouro, mas também o ferro, a bauxita, o cobre, o cromo, o estanho, o níquel, o manganês, o zinco, o potássio e o nióbio fazem do país um dos maiores exportadores de recursos e derivados de minério. E esses recursos estão espalhados em solos brasileiros.

No estado do Pará encontra-se duas das maiores jazidas da região norte do país. Uma do ferro mais puro do mundo e a outra da bauxita. Além dessas minas, o estado concentra outros minérios de grande valor comercial. O cobre, o níquel, o caulim, o manganês, o silício e o ouro, são exemplos dos minerais encontrados e que estão na região do Carajás (SIMINERAL, 2019).

Com isso, o minério de ferro níquel, está distribuído, o equivalente a 97% do que existe no país, em dois estados da federação brasileira. No Pará, com 38,9% (2.739.157 toneladas), e no Goiás, com 40,52%. (3.113.252 toneladas) (DNPM, 2008). Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (DNPM, 2017), em 2016 o estado do Pará produziu 1.710.450 toneladas de níquel, ficando atrás, apenas, do Goiás, com 5.900.006 toneladas.

Entretanto, na região do Carajás no Estado do Pará, foram identificadas jazidas de ferro níquel laterítico com viabilidade econômica e que ainda não foram exploradas e devem aumentar a produção de níquel no Estado nos próximos anos, levando-se em consideração que a etapa de implantação do projeto já está em andamento.

> A empresa britânica *Horizonte Minerals*, localizada na estrada que liga Conceição do Araguaia a Redenção no Pará, pretende investir US$ 520 milhões, a partir de 2016, no projeto níquel do Araguaia. A mina tem potencial de 102 milhões de toneladas e estimativa de vida útil de 25 anos. A extração do minério deve começar em 2019, cerca de dois anos e meio após o fim dos estudos (DNPM, 2016).

A *Horizonte Minerals*, é uma empresa que atua no mercado com potencial na extração e beneficiamento de minérios. Com os adventos das descobertas dos recursos minerários aqui no Brasil, a empresa tem sido otimista quanto a esses

recursos serem explorados no solo brasileiro. Já iniciou os investimentos para a extração do minério, no sudeste paraense. E já recebeu a outorga de licencia previa e licença de instalação e aguarda o licenciamento para operação do projeto em pauta, previsto para 2021(HORIZONTE MINERALS, 2020).

De acordo com o estudo de viabilidade do projeto da empresa divulgado em 2018 estima se, que a vida inicial prevista da mina da extração do ferro níquel será de 28 anos, com uma produção de 52 mil toneladas. Com esse projeto, a *Horizonte Minerals* pretende torna-se a maior mina de extração de níquel no Brasil (HORIZONTE MINERALS, 2020). Ultrapassando a mina em Barro Alto (GO), atual maior produção, explorado pela Anglo American.

Diante disso, o impacto econômico esperado na região, quanto a esse projeto, demonstra uma economia robusta para esses 28 anos de mineração, produzindo 14.500 toneladas de níquel por ano, calculados pelo preço de US$ 14.000 / t Ni. Desse valor, após as despesas com os impostos, espera-se um fluxo de caixa de US$ 2,6 bilhões (HORIZONTE MINERALS, 2020). Ressaltando o impacto direto e positivo na qualidade de vida da população local durante a vida útil da mina.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa é de natureza aplicada com objetivos descritivos e exploratórios. Segundo a perspectiva de Souza, Santos e Dias (2013) ela é aplicada porque tem fundamental interesse na aplicação práticas dos conhecimentos, sendo menos preocupada com o desenvolvimento de teorias de valor universal. É descritiva porque objetiva descrever as características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis. E é exploratória porque tem como finalidade esclarecer conceitos e ideias, comumente envolvendo levantamento bibliográfico, estudo de caso e entrevistas, com vista a proporcionar uma visão geral.

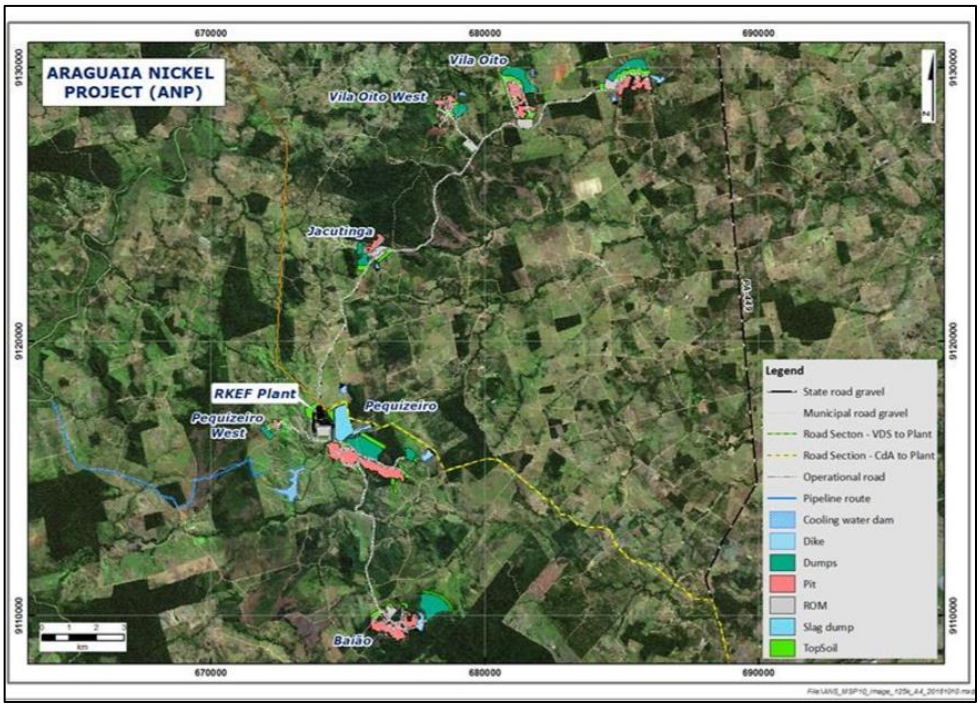
Essa pesquisa traz também, uma abordagem qualitativa, de forma que “busca uma compreensão particular daquilo que estuda: o foco da sua atenção é centralizado no específico, no peculiar, no individual, almejando sempre a compreensão e não a explicação dos fenômenos” (RAMPAZZO, 2005). Quanto ao método, essa se baseia no hipotético dedutivo, conforme propõem Popper, quando se tem um problema, formula-se conjecturas ou hipóteses, para poder deduzir consequências que deverão ser testadas ou falseadas (MORESI, 2003).

Além disso, o procedimento foi baseado no conceito de estudo de caso proposto por Gressler (2004), onde esse estudo dedica-se intensivamente no passado, presente e de interações ambientais, de uma unidade, seja ela, um grupo, um indivíduo, uma instituição ou uma comunidade, selecionada por sua especificidade. Ainda compreendo, esse estudo baseia-se em uma variedade de informações, e procura englobar os diferentes pontos de vista presente em uma situação.

Em se tratando do estudo de caso, foi aborda uma temática de riscos de impactos ambientais na atividade de mineração do ferro níquel. O empreendimento será instalado pela responsabilidade da empresa *Horizonte Minerals*, que está localizada no município de Conceição do Araguaia no Pará. E a extração será na região da Jacutinga, a 40 km noroeste do centro urbano, nas coordenadas: LAT 07° 54’ 7.48” S/ LON 49° 26’ 0.26” W (Horizonte PLC, 2018).

No entanto, a matriz de beneficiamento, que é a planta RKEF, estará aproximo das coordenadas LAT 7°59'02.3"S/ LON 49°25'16.7"W, em uma região denominada de Pequizeiro, a aproximadamente 35 km, em linha reta, do centro urbano, como apresenta a figura 2.

Figura 2 - Localização da Instalação do Empreendimento.



Fonte: *Horizonte Minerals* Plc (2018)

4.1 Revisão Bibliográfica

Para a concretização da pesquisa, foi realizada uma revisão na bibliografia especifica sobre o tema. Começando com caracterização da ferramenta, na qual, foram escolhidos dois autores que abordam o tema de uma forma clara e objetiva, e são específicos da área ambiental, visto que a ferramenta pode ser aplicada em várias atividades.

O primeiro autor é Luís Enrique Sánchez (com o livro: Avaliação de Impacto Ambientais: Conceitos e Métodos), que é um autor referência no que tange os estudos de avaliação de impactos ambientais e o segundo autor é Antônio Nunes Barbosa Filho (com o livro: Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental), que propõem uma abordagem ambiental aliada a segurança do trabalho.

Logo em seguida, foi conceituado o termo risco, encontrado em publicações da literatura, incluindo o dicionário *online* de português (DICIO). E posteriormente, com a finalidade definir as suas principais tipologias, procurou-se nós periódicos, artigos, monografias e documentos jurídicos, os conceitos que classificavam o risco. A escolha dos autores tomou por base a área da geografia, visto que a abordagem quanto ao assunto por esses autores, contempla esse estudo.

Para as abordagens legais, constados em documentos jurídicos, foram apresentadas uma sequência lógica das leis federais e estaduais que se relacionam com a área ambiental. Sendo mais especifico, as leis voltadas para licenciamento ambiental de mineração, com o foco nas Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), e o Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Procurou-se apresentar também, alguns impactos ocorridos dentro do ramo da exploração de materiais metálicos, assim como, os principais meios de mitigação desses impactos ambientais. E também, foram apresentados os prognósticos para o ferro níquel em Carajás, no Estado do Pará, ambos os assuntos, encontrados em periódicos, artigos e documentos do meio eletrônico.

Em outro momento, com a finalidade de aborda os impactos ambientais do processo de instalação da matriz de processamento do minério, foi realizado um levantamento dos riscos tecnológicos, afim de identificá-los, dentro do documento de concessão para instalação, que é o Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA) realizado para o Projeto Araguaia, através da empresa WALM. E esse documento está disponível no site da Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) do estado do Pará.

Por conseguinte, tomou-se por base os riscos ambientais com potencial de provocar alteração nos meios físico e biótico na área de influência. Considerando também, que alguns deles foram levantados pela empresa e posteriormente apresentados a comunidade como os possíveis impactos provocados pelo empreendimento. Quanto aos demais, foram identificados com base em outros autores, levando em consideração os mesmos processos de implantação em outros empreendimentos.

Para se identificar as causas dos riscos, observou-se no documento RIMA as etapas do processo de implantação, disponível no capitulo de impactos e medidas de mitigação. Sendo que, na ferramenta, a causa deve ser o motivo do risco. E quanto aos efeitos, esses foram identificados conforme a interpretação dos autores citados. Partindo desse ponto, todos os riscos foram dispostos em tabela, para a uma melhor compreensão nas análises.

4.2 Aplicação da Análise Preliminar de Risco (APR)

Em uma segunda análise do RIMA, e com os riscos, as causas e os efeitos dos impactos ambientais listados em tabela, a metodologia de graduação da ferramenta

permitiu analisar os potenciais de riscos de impactos ambientais, conforme a sua frequência e severidade, adotando classificação própria. A saber: quanto ao grau ou severidade do risco, esses foram avaliados como se apresenta a quadro 2:

Quadro 2 - Grau de Risco

Grau	Severidade	Características
I	Desprezível	Não causa degradação impeditiva de funcionamento ao sistema produtivo (processo ou instalação) ou ameaça os recursos humanos.
II	Marginal/Limítrofe	Degradação moderada com danos menores, sem causar leões. Compensável ou controlável.
III	Crítica	Degradação crítica. Dano substancial, com lesões, impondo ações imediatas.
IV	Catastrófica	Causador de séria degradação ou perda do sistema produtivo, bem como lesões graves ou mortes.

Fonte: Barbosa Filho (2011, p. 315)

Onde, para cada potencial de risco existente no processo de implantação da matriz de processamento, uma das características apresentadas no quadro, se associava ao risco, conforme variava entre desprezível, quando a ameaça é bem baixa, até catastrófico, quando o quadro de risco é muito grave. Sedo assim, em sequência a essa classificação, foram caracterizados de acordo com a categoria e frequência do potencial de risco, conforme apresenta a quadro 3:

Quadro 3 - Categoria e Frequência do Risco

Categoria	Frequência anual	Descrição
A – Extremamente Remota	$F < 10^{-4}$	Conceitualmente possível, mas de ocorrência extremamente improvável durante toda a vida útil do sistema produtivo.
B – Remota	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Ocorrência não esperada durante a vida útil do sistema produtivo.
C – Pouco Provável	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorre durante toda a vida útil do sistema.
D - Provável	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Esperado ocorre até uma vez durante a vida útil do sistema produtivo.
E - Frequente	$F > 10^{-1}$	Ocorrência esperada por várias vezes durante a vida útil do sistema produtivo.

Fonte: Barbosa Filho (2011, p. 316)

Conforme a categoria aumenta a frequência de ocorrência, o risco tende a ser graduado entre extremamente remoto até frequente. No primeiro caso, é improvável acontecer, e no segundo a ocorrência é periódica. De posse dessas avaliações, os

dados foram submetidos a matriz de classificação dos riscos. De acordo com o quadro 4:

Quadro 4 - Matriz de Classificação

		Frequência				
		A	B	C	D	E
Severidade	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

Fonte: Barbosa Filho (2011, p. 316)

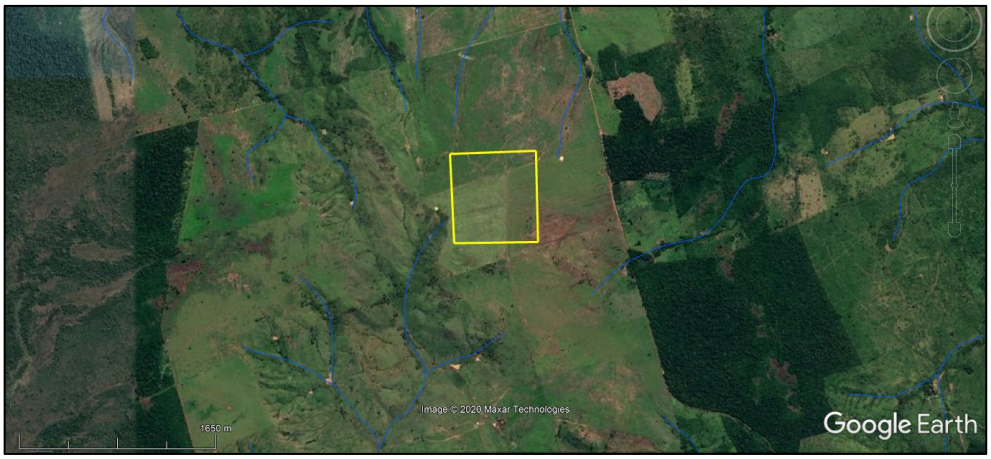
Nessa etapa, a frequência é cruzada com a severidade, para se obter um valor numérico, que indica o grau de risco derivado da análise. Esse número varia de 1, que representa um risco desprezível, até 5, que corresponde a um nível crítico. Por essa razão, foi possível estabelecer uma prioridade na gestão do risco, ou seja, nas medidas propostas de mitigação. Ao mesmo tempo, a tabulação estava sendo realizada de forma virtual através do aplicativo Excel. Então, foram apresentados todos os resultados dos riscos ambientais classificados anteriormente.

A partir de então, as discussões foram feitas conforme a apreciação da bibliografia pertinente, para que, posteriormente, medidas de mitigação dos impactos analisados pudessem ser feitas. Levando em consideração que, essas medidas foram propostas, observando os processos de implantação de empreendimento de outras minerações, assim como, de outras atividades de produção com a mesma proporção de tamanho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção do empreendimento se dará em uma área com bioma de transição, do cerrado para o amazônico. Seu território é composto em parte pelo bioma amazônico e a outra parcela pelo bioma cerrado (IBGE, 2019). A figura 3 apresenta, destacado pelo quadrado amarelo, a área onde será construído a matriz de processamento do minério.

Figura 3 - Área de Localização do Empreendimento.



Fonte: Google Earth

Destaca-se que o local é uma área usada para pastagem, com características de campo sujo. Observa-se também, aos arredores da área, a drenagem superficial das águas que são as linhas de cor azul, conforme os dados disponibilizados pela SEMA/PA. Compreendido então essas características, no quadro 5 apresenta o levantamento dos riscos ambientais, sub tipificados como tecnológicos, e com potencial de provocar impactos ambientais. E desses 18 riscos derivados da implantação do empreendimento, 11 foram identificados no RIMA (WALM, 2014).

Quadro 5 – APR: Riscos da Implantação do Projeto Araguaia

N°	RISCO	CAUSA	EFEITO	GRADUAÇÃO			MEDIDAS PREVENTIVAS OU PROTETIVAS
				F	S	R	
01	Alterar a paisagem local	Preparação da área para a implantação da planta RKEF	Perda da referência espacial, e mudança do aspecto físico do solo	D	I	2	Elaborar e executar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) como compensação ambiental
02	Perder a biodiversidade		Desequilíbrio biológico	E	II	4	
03	Expor o solo		Indução de processos erosivos, impermeabilização	D	I	2	Realizar à contenção e estabilização da erosão.
04	Alterar o microclima		Readaptação da fauna e flora	D	I	2	Recuperar a área diretamente afetada, devolvendo a função biológica da região.

Nº	Risco	Causa	Efeito	Graduação			MEDIDAS PREVENTIVAS OU PROTETIVAS
				F	S	R	
05	Alterar a qualidade do ar	Emissão de partículas totais pela construção civil	Inibição na fotossíntese e na evapotranspiração das plantas	E	I	3	Elaborar e executar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) como compensação ambiental
06	Formar Smog	Funcionamento de motores a combustão, movimentação de veículos, maquinas e equipamentos	Condições improprias para a respiração da fauna	B	I	1	Aplica-se para os veículos o monitoramento de condições de manutenção para evitar emissões abusiva de gases no ar e o uso de biodiesel; e para o ruído aplica-se o programa de monitoramento de níveis de ruídos e o plantio de cerca viva
07	Acidificar a água da chuva		Mudanças na qualidade da água superficial e subterrânea	C	I	1	
08	Aumentar a fuligens na região		Mudanças dos aspectos naturais das plantas	E	I	3	
09	Alterar o nível de ruído		Emigração da fauna	E	I	3	
10	Perder áreas de fertilidade do solo	Implantação de pilhas de estéril e planta metalúrgica, etc.	Redução da vegetação nativa ou da produção agrícola	D	II	3	Recuperar a área, que atualmente e de pastagem, como compensação ambiental
11	Mudar as formas de relevo	Abertura de estradas, retirada da vegetação e instalação do canteiro de obras	Vulnerabilidade do solo quanto a chuva e vento	E	I	3	Elaborar e executar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) como compensação ambiental
12	Alterar a qualidade da água na microbacia	Resíduos da construção civil, dos refeitórios, dos sanitários e de manutenção de maquinas e equipamentos	Desequilíbrio na fauna e flora aquática. Perda dos padrões naturais das águas	E	III	5	Segregação; instalação de sistema de drenagens e monitoramento das condições das águas.
13	Alterar a qualidade do solo		Alteração da dinâmica do solo	E	I	3	Segregação; reciclagem e compostagem quando possível
14	Alterar o regime hídrico superficial	Captação, canalização, barramento e travessias	Redução da água a jusante nos córregos e rios da região	E	I	3	Elabora sistemas de captação da água da chuva, e reaproveitamento das águas cinzas para usos não potáveis
15	Degradar os fragmentos de vegetação nativa	Abertura de estradas, fluxo de trabalhadores e extração clandestina	Comprometimento da biodiversidade local	D	I	2	Elaborar e executar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) como compensação ambiental
16	Afugentar a fauna	Aumento de trabalhadores e tráfego intenso de caminhões e maquinários	Desequilíbrio biológico e imigração	E	I	3	Recuperar a área, que atualmente e de pastagem, como compensação ambiental
17	Perder habitats aquáticos	Construção de acesso e movimentação de solo	Inibir a reprodução de espécies aquáticas	D	II	3	Fazer sistema de drenagem de águas pluviais
18	Destinação incorreta de resíduos domiciliares	Produção de resíduos domésticos pelos trabalhadores	Poluição dos corpos hídricos e das áreas naturais, com vegetação	C	I	1	Educação Ambiental e disposição de um cesto de lixo por 5 m² nas áreas de refeitório, pátio e alojamentos

5.1 Identificação dos Riscos, Causas e Efeitos

Em um primeiro momento, foram identificados na APR (quadro 5), os impactos ambientais diretos, provocados pela construção da matriz de processamento mineral, e que são comuns às implantações de empreendimentos, ou seja, os que são provenientes da construção civil. Então, observa-se uma primeira causa que é a preparação da área diretamente afetada (ADA), através da terraplanagem, para a

instalação da planta nomeada de RKEF. Logo, identifica-se quatro riscos de impactos ambientais nesse processo.

O primeiro é apresentado no RIMA (WALM, 2014), como uma alteração da paisagem local, derivado da retirada da pouca vegetação existente, típica de campo sujo. Esse, resultará na perda da referência espacial. Isso significa a “identidade” da área, percebida pela população, que em outras palavras, é o senso de reconhecimento que as pessoas tem quando estão na região. E além desse efeito, existe a possibilidade da mudança do aspecto físico do solo, por exemplo, a alteração do relevo.

O segundo é identificado como perda da biodiversidade. E nesse risco, o efeito é o desequilíbrio biológico, porque “existem muitas espécies de animais que vivem no solo. É possível dizer que a terra apresenta grande diversidade de seres vivos. Alguns desses animais vivem realmente escondidos no solo” (SANTOS, 2020). Consequentemente, esse risco provocará um efeito em cadeia devido a esse fato, porque outros processos naturais necessitam da vida nesse solo.

O terceiro é o risco de expor o solo. Esse foi identificado devido a terraplanagem da área que será usada para a construção da planta, e também o espaço que não estará ocupado. Por conseguinte, a terra fica exposta, desprotegida e mais suscetível à degradação do solo, que pode ser a erosão, a salinização, a compactação e/ou a contaminação química (ECYCLE, 2020). A erosão é um efeito que é provável para esse risco, e ela é ocasionada pela a chuva, o vento e outros, na medida em que as partículas que compõem o solo são deslocadas de seu local de origem (FRANCISCO, 2020).

O quarto risco para esse aspecto, e a probabilidade de mudar o microclima. Acontece que a presença da vegetação deixa a temperatura mais amena e com maior humidade no ar pela sua capacidade de evapotranspiração e retenção da água no solo, reduzindo a incidência de radiação infravermelha em relação ao solo exposto, concreto ou asfalto (TEIXERA e LUCAS, 2014). O desmatamento ou a falta de vegetação são capazes de desequilibrar totalmente o clima, bem como a queima de combustíveis dos motores de carros, ônibus e outros veículos, tende a aumentam a emissão de gases e consequentemente a temperatura (NATUREZA, 2013).

Ainda em relação as atividades de construção civil, foi considerado o risco de alteração da qualidade do ar local devido as emissões de partículas totais em suspenção, observadas pela movimentação de terra e entulhos da construção civil

(WALM, 2014). Considerando que poluente é “qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando inconveniente ao bem-estar público, danos aos materiais, à fauna e à flora” (CETESB, 2020).

Posteriormente foi identificado a causa de outros quatro riscos, que acontece devido as maquinas que estarão trabalhando na obra, seja eles por causa das emissões, dos ruídos ou das vibrações. O primeiro risco para esse aspecto, foi a probabilidade de se formar smog. Esse fenômeno é “proveniente da queima incompleta dos combustíveis fósseis (à base de petróleo). Os gases lançados pelos carburadores dos carros não se acumulam somente ao nível do solo, eles tendem a subir e formar uma densa neblina” (SOUZA, 2020). Logo, esse risco poderá ser potencializado quando somado aos veículos que circulam na região.

Em um outro caso, as mesmas emissões poderão acidificar as águas da chuva, visto que esse evento se forma através da combustão de derivados de petróleo, formando os óxidos de nitrogênio. Também existe outros gases como o dióxido de enxofre e nitrogênio, que se forem lançados na atmosfera, e em contato com gotas de água suspensas no ar, reagem formando ácidos que, ao precipitar, dão origem à chuva ácida (SOUSA, 2020).

Ao mesmo tempo, considerando o fluxo dos veículos a serviço da empresa, pelas estradas de acesso às obras, observa-se o aumento de fuligem na região. Esse material é derivado da fumaça negra dos motores a diesel, que é consequência da queima incompleta dos combustíveis fósseis, e esse elemento é extremamente tóxico e poluente, além de contribuir para o aquecimento global, e por serem partículas pesadas, possivelmente vai descer para o solo (ECYCLE, 2020).

Em consequência de todas essas maquinas, carros e atividades da construção civil, em operação, tendem a se elevar o nível de ruído na ADA (WALM, 2014). O excesso de ruído pode interferir no equilíbrio do ambiente natural de forma indireta, repercutindo efeitos no meio biótico, nos grupos de animais que se afastam de ambiente ruidosos, em todo ciclo de interação entre a fauna e flora, de forma que reduz o reflorestamento natural, perda de biodiversidade vegetal e animal se pensar em longo prazo, desequilíbrio de populações, etc. (VIANA, 2017).

À medida que as atividades vão se desenvolvendo, observa-se o uso e ocupação do solo, para diversas finalidades, entre essas, para a planta metalúrgica e para as pilhas de estéril. Por essa razão, enfatiza-se o risco de perder áreas com potencial

agrícola, ou seja, áreas férteis para a produção familiar ou simplesmente para manter a função biológica da região (WALM, 2014). Concomitante a esses fatos, reduzem-se a expansão da vegetação nativa que acontece de forma natural.

E também para contemplar a implantação do projeto, são realizadas abertura de estradas, retirada da vegetação e instalação do canteiro de obras, o que para isso, dependerá da movimentação e exposição do solo, o que acarretará “modificações na superfície do terreno decorrentes da remoção da camada superficial, com consequentes alterações físicas em sua estrutura, tornando-o vulnerável ao impacto abrasivo dos ventos e chuvas” (WALM, 2014).

Um outro aspecto de grande relevância para esse projeto, é a geração de resíduos das mais diversas fontes, durante o período de obras. E esses resíduos oferecem um potencial risco de contaminar as águas superficiais e subterrânea (WALM, 2014). Em um cenário de chuva, todas as partículas presentes no solo serão arrastadas para a calha dos córregos, e isso incluem por exemplo, as graxas e óleos das maquinas e outras matérias orgânicas. A poluição das águas pode aparecer de vários modos, incluindo a poluição térmica, biológica, física e química. (BORTOLUZZI, 2011). Sendo assim, o risco de eutrofização será alto.

Não somente esse risco apresenta-se para a causa citada, como também, alterar a qualidade de solo. Diante desses aspectos, a qualidade do solo na ADA, será alterada, devido as suas características vulneráveis e sua constante exposição (WALM, 2014). Visto que, “a contaminação do solo ocorre através de agentes químicos, lixos e resíduos industriais” (RABELO, 2016). Logo, os resíduos, podem alterar a dinâmica natural desse solo.

Ainda com relação as águas, observa-se a necessidade de captação, canalização, barramento e travessias, para o desenvolver do projeto. Com isso, existe a probabilidade de alterar o regime hídrico superficial, ou seja, quanto a disponibilidade das águas na região (WALM, 2014). Esse risco, provocará a redução da água a jusante do leito d’água onde será feito essa captação. Entre tanto, esse efeito, será pouco expressivo em épocas de chuva, por consequência do maior volume de águas.

Pode-se concorda com Lapas e Sutil, quando afirma que “a vegetação nativa de uma região favorece a preservação do solo, protege as nascentes e serve de abrigo e refúgio para a fauna local” (LAPAS e SUTIL, 2014). E nessas áreas onde a vegetação original é encontrada, mesmo com as pequenas alterações, ainda preserva

suas características principais que, se forem desmatadas, pode comprometer a biodiversidade (FARIA, 2020). Sobre tudo, observa-se o risco de degradar os fragmentos de vegetação nativa devido a abertura de estradas, potencializado pelo fluxo de trabalhadores e a extração clandestina (WALM, 2014).

Conforme dito, grupos de animais se afastam de ambiente ruidosos. E os próximos aspectos também são motivos para os animais se afugentarem. Um aumento expressivo de trabalhadores e o tráfego intenso de caminhões e maquinários na região, foi destacado no RIMA (WALM, 2014). Por essa razão, observa-se o risco de alguns grupos de animais mais silvestres, se afastarem dessas áreas (enquanto que outros, se aproximam em busca de alimentos). Consequentemente, migrarão para outro local, e necessitarão se adaptar ao novo ambiente.

Esse risco aguça a discussão quanto aos animais considerados invasores. Alguns animais não se estabelecem no ambiente invadido e podem até extinguir-se, o que por outro lado, outros conseguem modificar as características da comunidade, normalmente associada pela exclusão de espécies nativas, seja através da predação ou competição (ESPÍNDULA e JÚLIO, 2007). Ao mesmo tempo provocará o desequilíbrio no ambiente em que esse animal migrador desempenhava suas funções biológicas.

E por meio da construção de acesso e movimentação de solo, observa-se o risco de perde habitats aquáticos, causado pelo assoreamento dos córregos, por exemplo (WALM, 2014). Esse assoreamento poderá resultar na diminuição da velocidade da vazão dos córregos, desvio das águas, ou a perda da vegetação subaquática e das condições de habitat para peixes e outros animais, dificultando até mesmo a reprodução das espécies (PENA, 2020).

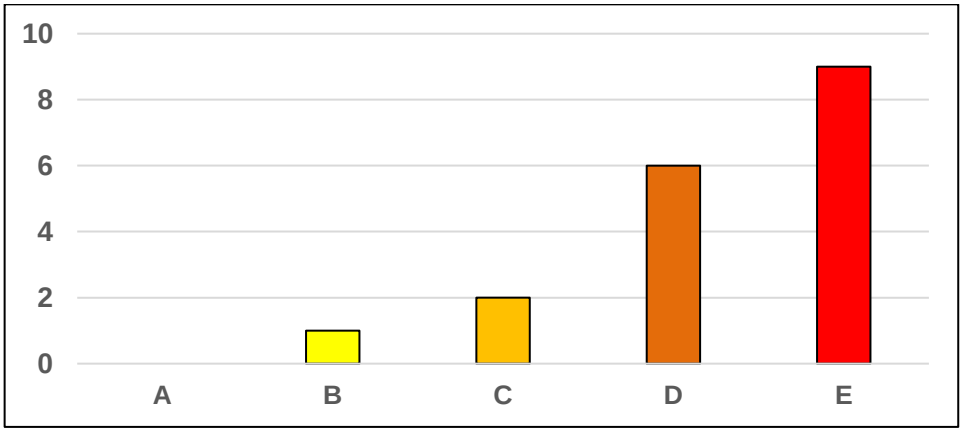
E por fim, observa-se um aumento exponencial de pessoas na área, durante a fase de implantação, cerca de 1.000 postos de trabalho são esperados. E desses contratados, uma parcela estará residindo no local (HORIZONTE, 2018, p.16). Por essa razão, identifica-se a geração de resíduos de classe II/A, produzidos nos canteiros de obras, com risco de serem descartados em locais incorretos, ou seja, fora dos locais de coleta disponibilizados no canteiro de obras.

5.2 Graduação dos Riscos pela APR

Todos os riscos identificados, apresentaram uma recorrência quanto a sua graduação. Então, esses valores foram somados e colocados em gráficos, com o

intuito de uma melhor análise para a gestão de risco. Os gráficos 1, 2 e 3, apresentam, respectivamente, a graduação quanto a Frequência, Severidade e Risco. E esses valores representam a soma dos 18 riscos identificados nessa análise. Por isso, o gráfico 1 apresenta o resultado quanto a possibilidade de ocorrência, ou seja, identifica em qual das categorias os riscos foram mais frequentes.

Gráfico 1 - Ocorrência da Categoria de Frequência

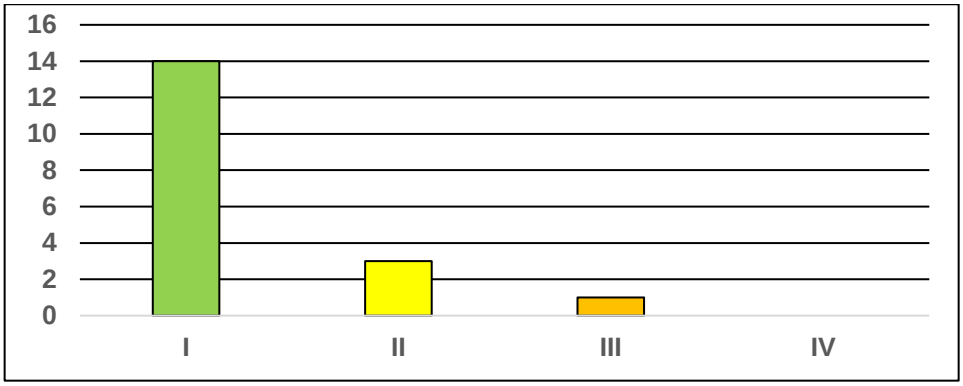


Fonte: Autoria Própria

Observa-se nesse gráfico, uma tendência para a ocorrência dos riscos identificados, que em sua maioria, apresentam uma classificação de frequência provável ou frequente. Entre os riscos com incidência na categoria frequente (E), observa-se que as causas são relacionadas as emissões atmosféricas, movimentação de solo, uso de água e a retirada de vegetação. Com isso, incidira alteração nas características dos meios físicos e bióticos.

Respectivamente, no primeiro meio, observa-se que a água superficial, o solo de forma geral e o ar, são os únicos afetados constantemente. Já no segundo meio, a fauna e a flora, são afetadas frequentemente. E coincidentemente, essa mesma categoria que foi mais recorrente, é a que tem maior grau. No entanto, no gráfico 2, apresenta o resultado da reincidência nas categorias de severidade, ou seja, identifica quantos riscos provocarão um impacto ambiental mais sério, com maior magnitude.

Gráfico 2 - Ocorrência da Categoria de Severidade

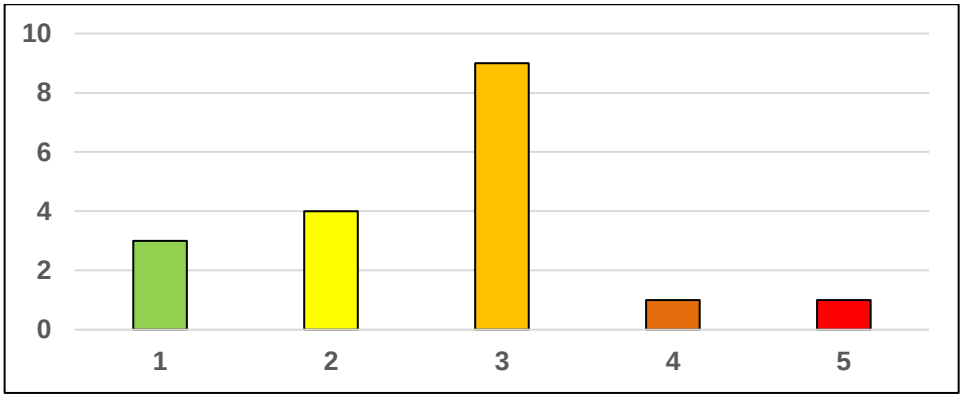


Fonte: Autoria Própria

Nesse caso, a recorrência foi na categoria de severidade desprezível (I), com 14 risco enquadrados nesse grupo, destacando que o impacto pode ser recuperado ou recompensado de forma simples. Por outro lado, houve a identificação de um risco, com potencial de alto grau, ou seja, classificado como crítico (III), o que, para o caso, requer atenção especial na gestão de risco.

Conforme o resultado obtido através da matriz de classificação de risco (quadro 4), o gráfico 3 apesenta também, a recorrência em cada categoria de risco, bem como, identifica quantos riscos necessitam de uma atenção maior.

Gráfico 3 - Ocorrência da Categoria de Risco



Fonte: Autoria Própria

Observa-se nesse gráfico, que a recorrência em destaque, é do nível moderado (3), onde, para os 18 riscos identificados, 9 estão nesse nível. Porém, destaca-se também a existência de um risco de grau crítico (5), em que o risco é significativo e não tolerável. Esse, em especial, apresenta-se com maior abrangência do dono, devido a reação em cadeia desse efeito. Agora em comparação ao RIMA, observando

apenas os riscos apresentados no documento, a relevâncias de todos os impactos, em termo de magnitude, é de grau médio (WALM, 2014).

Portanto, na gestão desses riscos, os que são enquadrados na categoria desprezível (1) ou menor (2), são considerados toleráveis, e apenas o cumprimento dos procedimentos planejados, são suficientes, observando sempre, a vida útil do sistema produtivo. E para os riscos moderados (3) e sério (4), devem ser gerenciados com medidas que reduzam seu potencial danoso e a probabilidade de ocorrência. Já o risco de grau crítico (5), devem-se considerar outras medidas além das existentes, de forma a reduzir a probabilidade de ocorrência e os impactos (BARBOSA FILHO, 2011).

5.3 Medidas de Mitigação para os Riscos e Danos

Observa-se que a abrangência dos impactos citados, é mediana. E como foi falado no tópico precedente, necessitam de medidas atenuadoras dos riscos e dos danos. Para isso, as medidas propostas nessa análise, leva em consideração, não somente a redução da probabilidade de ocorrência dos riscos, como também, medidas que serão capazes de compensar os danos relatados, independentemente da ocorrência do impacto.

Em primeiro lugar, considera-se a necessidade de elaborar e executar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) como medida compensatória. Esse programa tem a função de recuperar os ecossistemas que perderam suas funções biologias, dando lhes novas, que podem ser diferentes de suas condições originais (BRASÍLIA, 2014). Consequentemente, é adequado para aqueles riscos que não podem ser eliminados.

Aliado a esse programa, considera-se a necessidade de fazer o plantio de cercas vivas aos redores da área da matriz de beneficiamento, consequentemente, nos locais onde não serão utilizados. Segundo Wandelli e colaboradores (2006), o uso de cercas vivas traz o benefício de oferecerem sombra e alimentos aos animais e melhoram o solo com suas raízes e folhas que caem. Elas podem reduzir a poluição, porque funciona como um filtro natural, segurando a poeira e outras impurezas, e também reduzem o barulho e os ventos excessivos, desviando-os para outo lado (PORTAL EDUCAÇÃO, 2015).

Na implantação dessas plantas, o importante é considerar o objetivo de seu uso como cerca viva, pois existe muitas espécies disponíveis para diversas finalidades

(SANTANA, 2012). Sendo assim, essas medidas serviram para vários riscos identificados, tanto na redução da probabilidade, como também na compensação ambiental, sabendo que essa medida vai proporcionar outros benefícios em cadeia.

Outra medida a ser adotada, que provocará um resultado significativo nos efeitos relacionados as emissões atmosféricas, são o uso de biodiesel nos veículos. Vale ressaltar que esse combustível tem várias vantagens, mas “a primeira vantagem é a de ordem ambiental, uma vez que os biocombustíveis ajudam a reduzir as emissões de CO2 (gás carbônico), contribuindo para minorar o efeito estufa do planeta” (BRANCO, 2009). Consequentemente, outros efeitos relacionados aos CO2.

Observa-se também, a relevância da adoção de um sistema de captação da água da chuva, e um outro para tratamento das águas cinzas, ambos, considerando a reutilização da água para os usos não potáveis. “A água da chuva, com tratamentos simples, é uma alternativa concreta para uso em descargas de sanitários, irrigação de jardins e para lavagem de carros, pisos e roupas” (Marques.*et al,* 2017). “A utilização de água de reuso é uma medida que pode ser tomada para diminuir a demanda por água dos mananciais superficiais, cuidando para que essa água seja utilizada para fins menos nobres como a limpeza do chão e a rega de plantas” (DOBGENSKI *et al*, 2017).

Pode-se considerar benefícios garantidos pela compostagem para os solos. Consiste em um procedimento que pode ser adotado para modificar diferentes tipos de resíduos orgânicos, transformando-os em adubo que, quando adicionado ao solo, melhora as suas características físicas, físico-químicas e biológicas. Ela é uma fonte de nutrientes (N, P, K etc.), e a adição de matéria orgânica do composto no solo, melhora sua estrutura física, proporcionando maior retenção de água e de nutrientes ou aumentando a porosidade, dependendo do solo (OLIVEIRA *et al*, 2005).

Para completar esses benefícios, propõem a realização de segregação dos resíduos proveniente da obra.

> A prática da segregação não é uma tarefa difícil podendo ser facilmente realizada até porque a geração dos resíduos na obra acontece separadamente, em fases distintas e os mesmos são coletados e armazenados nos pavimentos temporariamente, propiciando a adoção de procedimentos adequados para a limpeza da obra (LIMA e LIMA. 2016).

Vale ressaltar que a reutilização ou a reciclagem dos resíduos da construção civil, são mediadas da gestão de resíduos para essa atividade, e é prevista na

resolução 307 do CONAMA, considerando apenas a não geração e a redução como medidas anteriores a elas, e por último considera a destinação final (BRASÍLIA, 2002).

E para contemplar o solo, observa-se a necessidade de conter a evolução da erosão. Para isso, a primeira maneira de evitar é através do uso do solo, de acordo com sua capacidade, reduzindo a degradação. Depois, as práticas podem ser edáficas, vegetativas ou mecânicas, ou seja, plantio em curva de nível, sistemas agroflorestais, plantio direto, etc. Em especial, as vegetações cobrem o solo, evitando o impacto da chuva sobre ele, mas também pode ser feito com a construção de estruturas artificiais que reduzem a velocidade da enxurrada (BALDOTTO, 2017).

Parte das ações do empreendimento não possuem medidas para mitigar os danos, no entanto, os impactos relacionados ao assoreamento e represamento de corpos d’água, podem ser evitados através da instalação de sistema de drenagem das águas pluviais. Este devem ser colocados ao longo das estradas, no entorno dos depósitos de estéreo, além da construção de pontes nos cursos d’água que serão transpassados (WALM, 2014).

Por fim, considera-se a necessidade de realizar a educação ambiental com os colaboradores e a comunidade da região. Porque a educação ambiental “é uma importante ferramenta que mobiliza a comunidade para mudanças de hábitos” (VGRESIDUOS, 2017). Além de ser o processo por meio dos quais uma pessoa e o grupo constroem dogmas sociais, adquire conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASÍLIA, 1999).

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento econômico do Estado do Pará, em especial, do sudeste paraense, é de extrema relevância, e a tão almejada qualidade de vida só é possível se houver produção. Por essa razão, o Projeto Araguaia é uma expressiva contribuição para o desenvolvimento regional, agregando aos populares a qualidade de vida, visto que a atividade interfere no Índice de Desenvolvimento Humano.

No entanto, não somente os impactos positivos devem ser levados em consideração para fomentar uma ideia de excelência, mas também, o que será perdido pelo processo. Dessa forma, as análises desse estudo, propôs identificar apenas os prováveis impactos adversos, apenas da implantação desse empreendimento. Nesse sentido, observa-se alguns riscos que os efeitos poderão ser potencializados, a medida em que o processo de operação do empreendimento se desenvolve.

Observa-se também, que o solo, juntamente com as águas superficiais, serão os meios mais afetados durante essa implantação, porque apresentaram risco de grau 4 e 5, respectivamente. E esse resultado afirma uma das hipóteses preestabelecidas, onde indicava o solo como o meio mais degradado. No entanto, desconsidera a outra hipótese, que considerava a redução das nascentes, também com maior risco.

É notório que os riscos que foram identificados nesta análise, não representam a verdadeira realidade do caso em estudo, e podem existir outros riscos, visto que a identificação envolve a experiência acumulada. Porém, as medidas mitigadoras propostas, oferecem compensação ambiental para a existência de outros riscos envolvidos nesse processo, porque a ADA, já sofre degradação ambiental pela pastagem e agricultura.

Em outro caso, existe a possibilidade de as tecnologias atuais para esse ramo de atividade mudarem, ou seja, os riscos previstos nessa análise podem ser eliminados, se a empresa adotar as tecnologias mais sustentáveis que estiver em vigor. Desse modo, até os prováveis riscos provenientes do processo de operação do empreendimento, poderão ser mitigados.

Contudo, após a implantação da matriz de beneficiamento, no período de concessão do licenciamento para a operação, em que os projetos já estão consolidados, outros estudos podem ser feitos para identificar os riscos de impactos ambientais derivados da operação desse empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT ISO 14001. **Sistemas de gestão ambiental: Requisitos com orientações para uso.** 3ª ed, 2015. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4940965/mod_resource/content/1/NBRISO 14001.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2020.

ABNT NBR ISO 31000. **Gerenciamento de Risco**. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3duTnAj>. Acesso em: 22 de fev de 2020.

ANEAS DE CASTRO, S. D. "**Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía**". Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, n.60, 15 de mar. 2000. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>. Acesso em: 14 de mar de 2019.

BALDOTTO, M. A. Práticas Conservacionistas e Controle da Erosão. **Strider: Especial Solos**. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/37yyGRO>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 378 p.

BARREIRA, R. Q.; SANTOS, C. L.; SANTOS K. D. C.; SOUSA, N. **Sensibilização Ambiental dos Moradores a Partir do Diagnóstico da Arborização na Avenida Sete de Setembro no Município de Conceição do Araguaia-PA.** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 25 a 28 de nov 2013.

BERNSTEIN, P. L. **Desafio aos Deuses: a Fascinante História do Risco**. São Paulo, ed. Campus, 1997.

BITAR, O. Y. **Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. USP, Esc. Politécnica Dep. de Eng. de Minas. 1997. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/pt-br.php>. Acesso em: 28 de maio de 2020.

BORTOLUZZI, O. R. S. **A Poluição dos Subsolos e Águas Pelos Resíduos de Óleo de Cozinha**. UEG, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/2Nu8DlK>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

BRANCO, L. G. B. **Biocombustíveis Brasileiros e o Mercado Internacional: Desafios e Oportunidades**. Revista CEJ, Brasília, Ano XIII, n. 46, p. 39-48, jul./set. 2009. Disponível em: <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r23669.pdf>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

BRANDT Fundação Alexander. **Guia técnico para atuação do ministério público no licenciamento ambiental de atividades de mineração.** Revista MPMG, edição especial. Minas Gerais, 2012. 60 p. Disponível em: < https://bit.ly/3dqDWJm>. Acesso em: 04 de mar de 2020.

BRASÍLIA. Concelho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 27 de mar de 2019.

BRASÍLIA. Concelho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 2 de 18 de abril de 1996**. Disponível em: <https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/1996_Res_CONAMA_2.pdf> Acesso em: 14 de mar de 2020.

BRASÍLIA. Concelho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 237 de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html> Acesso em: 27 de mar de 2019.

BRASÍLIA. Concelho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 307 de 05 de julho de 2002**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf> Acesso em: 15 de jun de 2020.

BRASÍLIA. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Capítulo VI do Meio Ambiente: Artigo 225. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm> Acesso em: 27 de mar de 2019.

BRASÍLIA**. DECRETO Nº 97.632, DE 10 DE ABRIL DE 1989**. Brasília, 10 de abril de 1989; 168° da Independência e 101° da República. Disponível em: <https://bit.ly/3h7Gxdz>. Acesso em: 28 de maio de 2020.

BRASÍLIA. **Decreto nº99.274 6 de junho de 1990**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm>. Acosso em: 28 de maio de 2020.

BRASÍLIA. **Instrução Normativa nº 11**. ICMBIO. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/2NyhmTH>. Acesso em: 11 de jun 2020.

BRASÍLIA. **Lei Complementar nº 140 de 8 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em: 24 de jun de 2020.

BRASÍLIA. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

BRASÍLIA. Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em: 27 de mar de 2019.

BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999. 155 p. Disponível em: <https://bit.ly/2Yn8A1i>. Acesso em: 22 de jun de 2020.

BROWN, A. E. P. **Análise de Risco**. Boletim Técnico do GSI. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.lmc.ep.usp.br/grupos/gsi/wp-content/boletim/3-1.pdf>. Acesso em: 15 de mar de 2019.

CARDIN, V. S. G. BARBOSA, H. C. **Formas de Reparação do Dano Ambiental**. Revista de Ciências Jurídicas - UEM, v.6 n.2, jul./dez. 2008. Disponível em: <http://www.galdino.adv.br/artigos/download/page/6/id/200>. Acesso em: 16 de jun de 2020.

CECCONELLO, V. M. **O estudo de impacto ambiental**. Direito & Justiça, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 137-147, jul./dez. 2009. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fadir/article/download/8247/6235>. Acesso em: 10 de dez de 2019.

CETESB. **Qualidade do Ar: Poluentes**. Governo de São Paulo. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>. Acesso em: 3 de jun de 2020.

CIDADES BRASIL. **Município de Conceição do Araguaia**. 2019. Disponível em: <ttps://www.cidade-brasil.com.br/municipio-conceicao-do-araguaia.html>. Acesso em: 28 de set de 2019.

COEMA. **Resolução Coema Nº 120, de 28 de outubro 2015**. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2015/11/05/resolucao-coema-no-120-de-28-de-outubro-2015/>. Acesso em: 10 de dez de 2019.

DAGNINO, R. S.; JUNIOR, S. C. Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, p.50-88, jul. 2007.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 1 de abr de 2019.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, 2008. Disponível em: < http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em: 1 de abr de 2019.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral Brasileiro**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral>. Acesso em: 2 de abr de 2019.

DOBGENSKI, J.; KUM, O.; MACARENHAS, O. S.; PINTO, M. A. C.; FILHO, J. L. da P. **Tratamento de Água Cinza para Reuso não Potável**. Disponível em: <https://bit.ly/3e6xFmr>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

ECYCLE. **Degradação do Solo: Entenda Causa e Alternativas.** 2020. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/4152-degradacao-do-solo>. Acesso em: 4 de maio de 2020.

ECYCLE. **Fuligem: Conheça o Carbono Negro.** 2020. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/1296-fuligem>. Acesso em: 4 de maio de 2020.

EGLER, C. A. G. **Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira**. Revista Território. 1996. Disponível em: <http://www.laget.eco.br/pdf/01_4_egler.pdf>. Acesso em: 22 de abr. de 2020.

EMBRAPA. **Mapas de Solos e de Aptidão Agrícola das Áreas Alteradas do Estado do Pará**. Agosto de 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2U5IugD>. Acesso em: 08 de out de 2019.

ESPÍNOLA, L. A.; JÚLIO, F. H. **Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos Interciencia**. vol. 32, núm. 9, septiembre, 2007, pp. 580-585. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33932902.pdf>. Acesso em: 6 de jun de 2020.

FARIA, M. V. C. A Vegetação e os Impactos de Desmatamento. **Educação**. 2020. Disponível em: <http://educacao.globo.com/artigo/vegetacao-e-os-impactos-do-desmatamento.html>. Acesso em: 6 de jun de 2020.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil**. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao_e_meio_ambiente_no_brasil_1022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0>. Acesso em: 28 de maio de 2020.

FRANCISCO, W. C. Erosão. **Brasil Escola**. 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/erosao.htm>. Acesso em: 02 de jun de 2020.

GRESSLER, L. A. **Introdução à Pesquisa: Projetos e Relatórios**. 2 ed. São Paulo: Edições Loyola. 2004. p. 295.

HORIZONTE MINERALS. **Projeto Araguaia Ferro-Níquel**. 2020. Disponível em: <https://horizonteminerals.com/br/pt/>. Acesso em: 25 de maio de 2020.

HORIZONTE MINERALS. **Projeto Araguaia Ferro-Níquel**: **Estudo de Viabilidade Confirma Baixo Custo, Projeto de Níquel de Longa Vida na Araguaia**. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2R7pv3z>. Acesso em: 6 de jun de 2020.

IBAMA. **Avaliação de Impactos Ambiental**: Caminhos para o Fortalecimento do Licenciamento Ambiental Federal. Brasília, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/2Y0EXl8>. Acesso em: 31 de jan de 2020.

IBGE. **Conceição do Araguaia**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/conceicao-do-araguaia/panorama>. Acesso em: 28 de set de 2019.

IDESP. **Estatísticas Municipais: Conceição do Araguaia**. 2011. Disponível em: <http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/conceicaoaraguaia.pdf>. Acesso em: 22 de jun de 2020.

INPI. Instituto Nacional da Produção Industrial. **Manual de Gestão de Risco do INPI**. Rio de Janeiro: INPI 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3heC07S>. Acesso em: 22 de fev de 2020.

LAPAS, S. A. M.; SUTIL, N. **Educação Ambiental: Valorizando a Vegetação Nativa Através de Catálogos Digitais**. Caderno PDE, Paraná. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/37be6aa>. Acesso em: 6 de jun de 2020.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. Rosa. **Resíduos Sólidos**. CREA-PR, 2016. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

LOPES, E. O.; GLÓRIA, R. F. D.; RIBEIRO, W. S. **Relação Entre a Ocorrência de Queimadas, Variação Climática e o Regime Hidrológico do Rio Araguaia no Município de Conceição do Araguaia nos Últimos Dezenove Anos.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 08, Vol.12, pp. 31-52, agosto de 2018.

LOPES, L. C. P.; GOMES, M. F. **A Dimensão Sustentável das Medidas Compensatórias**. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 7, n. 3, 2017 (p. 105-127). Disponível em: <https://bit.ly/3e3KsGb>. Acesso em: 24 de jun 2020.

LORENZETO, R. A. **Localização Geográfica de Conceição do Araguaia**. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Para_Municip_ConceicaodoAraguaia.svg>. Acesso em: 17 de set de 2019.

LOURENÇO, L. **Riscos naturais, antrópicos e mistos**. Territorium, 14, p. 109-113. 2007. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T14_artg/T14NNR01.pdf>. Acesso em: 27 de abr de 2020.

MARQUES, E. M.; OLIVEIRA, M. V. R.; CALMON, S.; ZANETTI, F. C. Captação de Água para Reuso: Estudo sobre Loteamento Residencial. **Mundo Geo**. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2UQoBuy>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

MATOS, A. T. **Poluição Ambiental: Impactos no Meio Físico**. 1. ed. Viçosa, MG. UFG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 260 p.

MESAVILLA, D. T. Medidas Mitigadoras e Compensatória que Podem ser Usado na Mineração. **MB Geologia e Meio Ambiente**. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3cVHVMS>. Acesso em: 3 de jun de 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Princípio da Precaução**. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2ZnvaXQ>. Acesso em: 21 de mar de 2019.

MME. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Conceição do Araguaia.** Folha SB.22-X-B, Estados do Tocantins e do Pará. Brasília, 2001.

MORESI, E. (Org). **Metodologia da Pesquisa**. Universidade Católica de Brasília. Brasília/DF, 2003. Disponível em: <https://bit.ly/2UCbeht>. Acesso em: 11 de jun de 2020.

NATUREZA. Como Acontece o Microclima. **Cultura mix.com**. 2013. Disponível em: <https://meioambiente.culturamix.com/natureza/como-acontece-o-microclima>. Acesso em: 03 de jun de 2020.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M.; NETO, M. T. C. **Compostagem Caseira de Lixo Orgânicos Doméstico**. Embrapa, 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3dclC65>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

PEDROSO, B. Engenharia Incorpora Novas Tecnologias Sustentáveis em Edifícios. **IESB**. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2Y1GsRd>. Acesso em: 14 de jun de 2020.

PENA, R. F. A. Assoreamento de rios. **Brasil Escola**. 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/assoreamento-rios.htm>. Acesso em: 07 de jun de 2020

PENNA, C. G. Efeitos da Mineração no Meio Ambiente. 2009. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/colunas/carlos-gabaglia-penna/20837-efeitos-da-mineracao-no-meio-ambiente/>. Acesso em: 24 de maio de 2020.

PORTAL EDUCAÇÃO. Função e Benefícios das Cercas Vivas. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2NrCI5d>. Acesso em: 15 de jun de 2020.

RABELO, F. Como Ocorre a Contaminação do Solo Pelo Lixo**. Quintal Ambiental.** 2016. Disponível em: <https://www.qualital.com.br/como-ocorre-a-contaminacao-do-solo-pelo-lixo/>. Acesso em: 7 de jun de 2020.

RAMPAZZO, L. **Metodologia Científica**. 3 ed. São Paulo: Edições Loyola. 2005. p. 145.

RISCO. In: **DICIO, Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/risco/>. Acesso em: 22 de abr de 2020.

RUPPENTHAL, J. E. **Gerenciamento de Riscos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/538376-Gerenciamento-de-riscos-janis-elisa-ruppenthal.html>. Acesso em: 15 de mar de 2019.

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

SANTANA, G. C. V. Multifuncionais. **Globo Rural**. Faxinal / PR, 2012. Disponível em: <https://glo.bo/3m5EMA3>. Acesso em: 25 de jun de 2020.

SANTOS, R. A. Animais que Vivem no Solo. **Grupo Escolar**. 2020. Disponível em: <https://www.grupoescolar.com/pesquisa/animais-que-vivem-no-solo.html>. Acesso em: 01 de jun de 2020.

SENÔ, M. A. A. F**. A Utilização de Medidas Compensatórias Para a Reparação de Danos Ambientais Ocorridos em Áreas de preservação permanente Urbanas: Limites e Alternativas**. URP, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/37zSmEQ>. Acesso em: 16 de jun de 2020.

SILVA, C. C. A. Gerenciamento de Riscos Ambientais. **Curso de Gestão Ambiental.** Arlindo Philippi Jr, Marcelo de Andrade Roméro, Gilda Collet Bruna, editores. Barueri, São Paulo, 2004. p. 791 – 803.

SILVA, G. M.; PIRES N. C. P. **Balanço Hídrico e Classificação Climática de Thornthwaite e Mather Para o Município de Conceição do Araguaia – PA**. TCC, IFPA. 2017.

SIMINERAL. Sindicato das Indústrias Minerais do Estado do Pará. **Mineração no Pará, Brasil e Mundo**. 2019. Disponível em: <http://simineral.org.br/mineracao/mineracao-para>. Acesso em: 01 de abril de 2019.

SOUSA, R. Chuva Ácida. **Brasil Escola**. 2020 Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/chuvaacida.htm>. Acesso em: 04 de jun de 2020.

SOUSA, R. Mineração. **Brasil Escola**. 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/mineracao.htm>. Acesso em: 24 de maio de 2020.

SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; DIAS, V. B. **Metodologia da Pesquisa Científica: A Construção do Conhecimento e do Pensamento Cientifico no Processo de Aprendizagem**. Editora Animal: Porto Alegre/RS, 2013. p. 163.

SOUZA, L. A. Impactos Ambientais. **Brasil Escola**. 2020. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/impactos-ambientais.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2020.

SOUZA, L. A. O que é Smog. **Mundo Educação**. 2020. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/o-que-smog.htm>. Acesso em: 3 de jun de 2020.

TEIXEIRA, P. H. L.; LUCAS, T. P. B. **A influência da vegetação em um microclima da cidade de Belo Horizonte, MG**. Caderno de Geografia, v.24, n.42, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3m0zgyJ>. Acesso em: 03 jun. 2020.

VGRESÍDUOS. **A Importância da Educação Ambiental e da Coleta Seletiva nas Empresas**. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2CHFtNX>. Acesso em 16 de jun de 2020.

VIANA, É. M. S. **Parcelamento de Solo Quinhão 16: Volume IV– Prognóstico Ambiental.** 2017. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/08/Volume_IV.pdf>. Acesso em: 4 de jun de 2020.

WALM. **Relatório de Impacto Ambiental**: Projeto Araguaia. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/2FgQjvs>. Acesso em: 01 de mar de 2019.

WANDELLI, E. V.; COSTA, J. R.; SOUSZA, S. G. A.; PERIN, R. **Cerca Viva de *Gliricidia sepium*.** Embrapa, 2006. Disponível em: <https://bit.ly/32bDnzU>. Acesso em: 15 de jun 2020.