

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
MBA EM GESTÃO DE ATIVOS**

**VITOR JOSÉ DE FREITAS**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DO NÃO DESCOMISSIONAMENTO DE  
ATIVOS: ANÁLISES EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR DE  
MINERAÇÃO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2020**

**VITOR JOSÉ DE FREITAS**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DO NÃO DESCOMISSIONAMENTO DE  
ATIVOS: ANÁLISES EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR DE  
MINERAÇÃO**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista - MBA em Gestão de Ativos - do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Giovanna Pezarico

**CURITIBA**

**2020**



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **IMPACTOS AMBIENTAIS DO NÃO DESCOMISSIONAMENTO DE ATIVOS: ANÁLISES EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR DE MINERAÇÃO**

por

VITOR JOSÉ DE FREITAS

Esta monografia foi apresentada em 30 de junho de 2020, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista - MBA em Gestão de Ativos - outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno Vitor José de Freitas foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Profa. Dra. Giovanna Pezarico, Dr.  
Professora Orientadora – UTFPR

---

Prof. Emerson Rigoni, Dr. Eng.  
Membro Titular da Banca – UTFPR

---

Prof. Wanderson Stael Paris, Me.  
Membro Titular da Banca – UTFPR

## RESUMO

FREITAS, Vitor José. **IMPACTOS AMBIENTAIS DO NÃO DESCOMISSIONAMENTO DE ATIVOS: ANÁLISES EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR DE MINERAÇÃO.** 2020. 83 Páginas. Monografia (MBA em Gestão de Ativos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

As produções industriais de uma forma geral podem gerar inúmeros problemas ambientais com o seu funcionamento. Tais fatores podem ser oriundos da administração ineficiente ou falta de planejamento por parte dos seus responsáveis. Porém, muitas vezes, os resultados de tais variáveis podem ocasionar catástrofes. Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo reunir elementos para analisar como ocorrem os impactos ambientais pelo não descomissionamento de ativos, utilizando como objeto de estudo o caso de uma indústria mineradora que atuou na Cidade de Adrianópolis, Estado do Paraná. A metodologia aplicada foi a bibliográfica com subsídio documental, que proporcionou a captação de informações confiáveis para a elaboração e desenvolvimento das análises propostas. A indústria mineradora escolhida, atuou por mais de 50 anos com a exploração de chumbo. Tal empresa gerava uma quantidade significativa de empregos na cidade, possuindo um papel de destaque para a sociedade local. Ocorre que o processo produtivo da organização apresentava inúmeros problemas prejudiciais ao meio ambiente, de tal forma que, mesmo após o fechamento da empresa, continuou causando um conjunto considerável de impactos ambientais na comunidade. Contudo, toda essa situação reflete o quanto a falta de conhecimento e negligência administrativa podem acarretar problemas irreparáveis para uma organização e especialmente repercutindo para sua gestão de ativos. Nesse sentido a discussão proposta visa analisar o caso com vistas a evitar os danos e auxiliando no desenvolvimento futuro dessa empresa por meio das soluções possíveis através da aplicação do descomissionamento de ativos. Tal atividade demonstra potencialidades de contribuir numa solução eficiente para a companhia, pois a paralisação de suas atividades teria ocorrido de forma segura para a sociedade, fazendo com que a estrutura da fábrica, bem como, os equipamentos pudesse ser paralisados ou transferidos, aplicando diversas ações ambientais para recuperação de áreas degradadas ou contaminadas e, conseqüentemente, minimizando os impactos para a cidade e sua população. Entretanto o descomissionamento administra o ciclo de vida de um produto, não permitindo que um equipamento que esteja apresentando ineficiência produtiva com emissões/consequências ambientais degradantes, pois nesse caso tal equipamento será analisado e substituído com tempo hábil para a empresa, outro fator importante é o fato do processo do descomissionar agir em casos de paralisação de plantas fabris, então o processo de descomissionar será desabilitar a área evitando quaisquer danos ambientais, sendo assim reduzindo as chances de impacto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria mineradora, impactos ambientais, descomissionamento, gestão de ativos.

## ABSTRACT

FREITAS, Vitor José. **ENVIRONMENTAL IMPACTS OF NON-DECOMMISSIONING ASSETS: ANALYSIS IN A MINING SECTOR ORGANIZATION. 2020.** Total number 83 pages. Monograph (MBA in Asset Management) - Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2020.

The industrial production in general can generate numerous environmental problems with its operation. Such factors may be due to inefficient management or lack of planning by those responsible. However, many times, the results of such variables can cause catastrophes. Given the above, the present work aims to gather elements to analyze how environmental impacts occur due to the non-decommissioning of assets, using as a study object the case of a mining industry that operated in the City of Adrianópolis, State of Paraná. The applied methodology was the bibliography with documentary support, which provided the capture of reliable information for the elaboration and development of the proposed analyzes. The chosen mining industry has operated for more than 50 years with the exploitation of lead. Such a company generated a significant amount of jobs in the city, playing a prominent role for local society. It turns out that the organization's production process presented numerous problems harmful to the environment, in such a way that, even after the closure of the company, it continued to cause a considerable set of environmental impacts in the community. However, this whole situation reflects how the lack of knowledge and administrative negligence can cause irreparable problems for an organization and especially affecting its asset management. In this sense, the proposed discussion aims to analyze the case with a view to avoiding damages and assisting in the future development of this company through possible solutions through the application of asset decommissioning. Such activity demonstrates the potential to contribute to an efficient solution for the company, since the interruption of its activities would have occurred in a safe way for society, causing the structure of the factory, as well as, the equipment could be paralyzed or transferred, applying several actions for the recovery of degraded or contaminated areas and, consequently, minimizing impacts to the city and its population. However, decommissioning manages the life cycle of a product, not allowing equipment that is showing productive inefficiency with degrading emissions / environmental consequences, as in this case such equipment will be analyzed and replaced in a timely manner for the company, another important factor is the fact that the decommissioning process acts in cases of plant shutdown, then the decommissioning process will be to disable the area avoiding any environmental damage, thus reducing the chances of impact

**Keywords:** Mining industry, Environmental impacts, Decommissioning, Asset Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 4.2 – Mapa do Vale da Ribeira.....	37
Figura 4.2.1 – Mapa de Adrianópolis.....	38
Figura 4.3 – Fluxograma da Produção de Chumbo, Prata e Ouro Março -1968 .....	40
Figura 4.4.3 – Fase de Planejamento do SGA vs Estrutura de Aplicação da ACV. ...	50

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 4.3.2 – Lançamento de material particulado na Indústria.....	41
Fotografia 4.3.2.1 – Pilhas de escória céu aberto .....	43
Fotografia 4.3.2.2 – Rio Ribeira no Município de Adrianópolis.....	44
Fotografia 5 – Planta da Mineradora .....	61

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.5.2.1 – Teores de Chumbo - Região de Adrianópolis .....	54
---	----



## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.5.2 – Matriz de Riscos .....	31
---------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.5.3 – Aplicabilidade das ferramentas utilizadas para o processo de avaliação de riscos segundo a norma ISSO 31000.....	32
Tabela 4.4.1 – ACV na mineradora .....	48
Tabela 4.4.2 – Relações dos produtos finais mineradora .....	48
Tabela 4.5.2.2 – Concentrações de chumbo em amostras de água superficial ao longo dos anos 1989 a 2000 e em amostras de água de torneiras residenciais no Alto Vale do Ribeira.....	55
Tabela 4.5.2.4 – Concentrações de chumbo nas amostras de solo superficial avaliação de risco.....	57
Tabela 4.6.1 – Análise e avaliação de risco .....	58
Tabela 4.6.1 – Matriz de risco .....	59

## LISTA DE SIGLAS

ACV	Análise do Ciclo de Vida
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
FCA	Ficha de Caracterização de Atividade
SGA	Sistema de Gerenciamento Ambiental
TR	Termo de Referencial

## LISTA DE SÍMBOLOS

Mg/L – Miligrama por Litro

Ph – Potencial Hidrogeniônico

µg- Micrograma

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1	PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.2	OBJETIVOS .....	15
1.2.1	Objetivo Geral.....	15
1.2.2	Objetivos Específicos .....	15
1.3	JUSTIFICATIVA .....	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1	ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO.....	19
2.2	DESCOMISSONAMENTO .....	20
2.2.1	Fechamento x Descomissionamento de Mineração .....	21
2.2.2	Pós Fechamento x Descomissionamento de Mineração .....	22
2.2.3	Construções Futuras para plantas desabilitadas.....	23
2.3	LEGISLAÇÃO: RELAÇÕES COM O CONTEXTO AMBIENTAL .....	24
2.3.1	As previsões da Constituição Federal .....	24
2.3.2	As previsões do CONAMA .....	25
2.3.3	As previsões do IBAMA.....	25
2.4	IMPACTOS AMBIENTAIS: DEFINIÇÕES ESTRUTURANTES.....	27
2.4.1	Análise de Impactos Ambientais - AIA.....	28
2.5	ANÁLISE DE RISCO .....	30
2.5.1	Avaliação de Riscos .....	30
2.5.2	Matriz de Riscos .....	31
2.5.3	Tratamento de Riscos .....	33
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA MINERADORA</b> .....	<b>36</b>
4.1	ATIVIDADES DE MINERAÇÃO.....	36
4.2	VALE DO RIBEIRA- CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.....	37
4.2.1	Município de Adrianópolis .....	37
4.3	MINERADORA DE ADRIANÓPOLIS .....	38
4.3.1	Processo Produtivo .....	39
4.3.2	Impactos da Operação Mineradora no Município de Adrianópolis .....	40
4.4	CICLO DE VIDA DO PRODUTO CHUMBO .....	45
4.4.1	ACV na Indústria .....	47
4.4.2	ACV- Auxílio no SGA- Sistema de Gestão Ambiental .....	49
4.5	IMPACTOS AMBIENTAIS .....	51
4.5.1	Exaustão de recursos não renováveis.....	51
4.5.2	Toxicidade Humana .....	52
4.5.2.1	Teores de chumbo no sangue das crianças .....	53
4.5.2.2	Teores de chumbo na água superficial e das torneiras residenciais .....	55
4.5.2.3	Teores de chumbo nos sedimentos de corrente .....	56
4.5.2.4	Teores de chumbo nos solos superficiais, na escória e no rejeito .....	57
4.6	ANÁLISE DE RISCO .....	58
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RESULTADOS</b> .....	<b>60</b>
5.1	VANTAGENS DA ACV NA MINERADORA .....	62
5.2	DESCOMISSONAMENTO .....	63
5.3	TRABALHOS FUTUROS .....	66

6      **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** .....68

**ANEXOS**.....75

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias brasileiras que pretendem operar sem riscos de poluir e contaminar o meio ambiente devem realizar suas operações de acordo as normas e regulamentações. As mesmas devem ser administradas conforme suas respectivas atividades e regulações específicas, pois os impactos ambientais gerados pelo não cumprimento e efetivação das leis, reflete em grande preocupação nos governos, sociedade e órgãos responsáveis.

O ramo da produção industrial tem grandes chances de gerar problemas econômicos e ambientais por diversos fatores ligados à sua operação, desde equipamentos ineficientes que consomem mais energia do que o recomendado e ainda liberam substâncias poluentes, como também acidentes que ocasionam problemas na área ambiental.

O Brasil tem vivenciado diversas catástrofes associadas às degradações ambientais e irresponsabilidades das indústrias. No período contemporâneo é possível citar duas das mais recentes destruições que afetaram inúmeras famílias: o caso Mariana e Brumadinho, ambos no Estado de Minas Gerais, os quais resultaram em mortes, e uma calamidade ambiental irreparável. Nas duas circunstâncias os casos foram de rompimento de barragem, sendo considerados como os maiores desastres industriais, humanitários e ambientais já vistos no Brasil. Os impactos ocasionados foram considerados gravíssimos, devido ao rejeito de minerais contaminando solo e rios, além das implicações em flora e fauna.

Diante do exposto, os processos de descomissionamento de ativos ganharam maior relevância nas pautas organizacionais e de processos de controle e fiscalização, sem contar a perspectiva atinente à reputação das organizações considerando os riscos potenciais de suas operações. Para solução dessa questão, o presente estudo busca analisar a importância do processo de descomissionamento de ativos nas indústrias e como a situação de não realizar esta operação, pode provocar impactos ambientais que afetam não só meio ambiente, mas também a perspectiva de direitos, a economia e o contexto social de uma sociedade. Sendo assim será examinado o caso de uma empresa mineradora localizada na cidade de Adrianópolis/PR.

Para Coelho (2010), a origem da palavra descomissionamento vem do verbo *comissionar*, referindo-se a encarregar de comissões. Outro significado também

seria o termo incumbência, assumindo como conceito, a visão de que iniciar um processo fabril está em indicar um ambiente para a produção inicial. Logo depois o descomissionamento irá surgir, quando o caminho contrário da produção inicial é visualizado, sendo assim desfazendo a criação original no ciclo natural de vida do produto.

A indústria mineradora em estudo atuou por mais de 50 anos na região e o encerramento de suas atividades ocasionou no município uma crise econômica refletida em redução expressiva de empregos e precariedade das condições de vida dos moradores (FIGUEIREDO et al, 2008).

Segundo Coltro (2017) durante o período que a empresa operou não foi realizado nenhum tipo de plano de gerenciamento dos resíduos sólidos, ocorrendo à exposição de escórias diretamente sobre o solo em forma de pilhas, sendo expostas aos agentes intempéricos, além de uma série de riscos possíveis. Entretanto, uma parte das escórias foram transferidas para o aterro de resíduos e outra foi espalhada na estrada que liga Adrianópolis/PR à usina de beneficiamento

Contudo será realizado um levantamento sobre os conceitos do termo descomissionamento e suas aplicações nas indústrias, bem como suas necessidades de serem implantadas, buscando compreender como tal procedimento podem influenciar no desenvolvimento industrial.

Este estudo também irá procurar investigar como o descomissionamento pode favorecer os processos de conservação e reestruturação ambiental, especialmente como a sua implantação reflete na redução dos impactos ambientais

Em seguida, o tema de estudo será integralizado aos conteúdos teóricos da engenharia da confiabilidade, explanando o crescimento, manutenção e modelos de otimização da confiabilidade de sistemas, outras análises e experimentos também serão pautados nessa etapa do trabalho.

Por fim, será apresentado os resultados positivos ou negativos do estudo realizado ao case da empresa mineradora, entretanto relatando como o descomissionamento poderia ter sido chave para evitar o grande risco e transtorno ambiental ocasionado por essa indústria.



## 1.1 PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA

Muitos são os impactos ambientais gerados pela produção industrial através de resíduos expostos na natureza. Este fato resulta em problemas que afetam o ar, água, solo e outros recursos naturais, além das implicações significativas para a saúde. Assim tem sido exigida maior atenção para que as indústrias para que as indústrias operem de forma segura e dentro dos parâmetros da lei.

A poluição do ar é uma ocorrência gerada pela contaminação industrial, ocasionada por diversos fatores, sendo eles: derramamentos, vazamentos, emissões não controladas, lançamento de gases, material particulado, efluentes líquidos e resíduos sólidos, tais degradações atingem a sociedade de forma expressiva, acarretando problemas, muitas vezes, irreparáveis. (JURAS, 2015)

A contaminação da água é outro assunto de suma importância tanto para o setor industrial quando para qualquer indivíduo, pois a poluição nessa fonte necessária pode interromper as atividades humanas, tais como produção agrícola, indústria, mineração, infraestrutura hídrica e lançamento de efluentes domésticos. Por sua vez a degradação do solo é compreendida pelo acabamento atual ou potencial de produtividade, ocasionado por fatores naturais ou antropogênicos. (JURAS, 2015)

Segundo Fernandes (2017) a maior degradação do solo é formada através da erosão, ocasionando um risco ambiental de grande proporção, pois influencia o processo natural da formação do solo, consistindo na remoção ou destacamento da camada superficial. Todas as situações acima são apenas algumas das imensuráveis degradações ambientais causadas pelas áreas industriais, essa realidade explica a urgência do país em realizar um controle mais eficaz, que seja possível minimizar os riscos de forma significativa para a sociedade.

O impacto ambiental é ocasionado por uma ação humana, sendo caracterizado pelo resultado de uma situação não programada, como exemplo cita-se o vazamento de algum tipo de matéria-prima, um exemplo notório seria o vazamento de petróleo no mar ou em um rio. (SÁNCHEZ, 2013).

Na visão de Laia impacto ambiental seria “a diferença entre o que aconteceria com a implantação de um projeto ou a execução de uma ação e o que aconteceria sem tal implantação”. (2009 p.15).

Ainda segundo Garcia (2004), a definição para impacto ambiental não é fácil de ser esclarecido, um fator importante é identificar a ação causadora do impacto, muitas vezes ocorre à confusão entre os conceitos de ação, aspecto e impacto.

Desta forma, destaca-se a importância de regularização e projetos ligados a gestão ambiental, pois os efeitos de todas essas ocorrências afetam não apenas o meio ambiente e a sociedade, mas também reflete na economia do nosso país, pelo fato de proporcionar perdas futuras que podem ser reparadas. Neste sentido, os problemas ambientais gerados por deficiência de equipamentos que deveriam ser revisados, substituídos ou adequados ao processo de fabricação, poderiam ser evitados se as indústrias realizassem um trabalho eficaz no acompanhamento de seus ativos em prol de antecipar tais riscos.

Além dos casos de ativos ineficientes, temos a situação das empresas que são desativadas e no processo de fechamento e finalização da produção, acabam realizando atividades que causem danos ao meio ambiente, o que significa que a planta abandona ainda acarreta problemas ambientais.

Diante das situações mencionadas, existe a possibilidade de uma indústria antecipar suas atividades para evitar o impacto ambiental realizando o descomissionamento de ativos, com intuito de reduzir a possibilidade de ocorrências de degradações ambientais, além da redução de riscos à saúde da população, haverá também reporte ao setor econômico, evitando desemprego em massa, diante de uma indústria que poderá se tornar inoperante.

A indústria utilizada como objeto de estudo neste trabalho operou por 50 anos na região de Adrianópolis/PR, atuando no beneficiamento e refino de minérios de chumbo nas minas da região. O fato é que durante esses anos de operação, foram lançados na atmosfera um material particulado rico em chumbo, que foi depositado nos solos de áreas adjacentes. (FIGUEIREDO, 2005).

Os danos ambientais, sociais e econômicos causados pela empresa, sem dúvida acarretaram problemas irreparáveis na região, sendo assim este trabalho, pretende relatar todos os prejuízos ocorridos na cidade, levando em consideração a não realização de um gerenciamento correto que permitisse a hipótese de realizar o descomissionamento de ativos na planta da empresa.

Ante o exposto, a problemática do presente estudo tem como questão orientadora, a seguinte: quais as principais implicações relacionadas aos impactos

ambientais pelo não descomissionamento de ativos no caso de uma organização mineradora localizada no Estado do Paraná?

## 1.2 OBJETIVOS

O presente estudo busca direcionar o tema descomissionamento como uma ferramenta para a administração de gestão de ativos com uma visão sistêmica, administrativa e que colabore com a redução de possíveis impactos ambientais, para isso como objeto de análise foram estudados os dados de uma indústria mineradora localizada no Paraná.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as implicações relacionadas sobre os impactos ambientais pelo não descomissionamento de ativos, a partir do caso de uma mineradora que atuou no Estado do Paraná.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever os principais impactos ambientais ocasionados pelas produções industriais;
- Identificar os impactos ambientais que a não realização do descomissionamento pode ocasionar;
- Conhecer a legislação vigente sobre a aplicação do descomissionamento;
- Verificar como o descomissionamento pode proporcionar a redução da degradação ambiental, no âmbito da gestão de ativos.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Os fatos descritos até o momento comprovam que o meio ambiente sofre com o alto nível de degradação produzida pelas indústrias, em alguns casos,

podendo apresentar riscos também a população como ocorreu com a indústria localizada em Adrianópolis, a qual será utilizada como objeto de estudo.

Entre os anos de 1998 e 2005 foi realizada na mineradora uma avaliação das possíveis consequências produzidas pelas atividades da empresa. A Unicamp foi a responsável por tal estudo, constatando que o desgaste ambiental ocorrido na cidade, provocou também elevados níveis de chumbo no sangue da população (RÚBIO et al, 2008).

Diante da história da indústria é inevitável questionar como uma indústria mesmo sem estar operando, pode ser responsável por tantos problemas, ambientais, sociais e de saúde pública, ou seja, quantos casos similares a esse podem ocorrer nas indústrias brasileiras que atuam de forma irregular nas questões ambientais ou até mesmo no caso das empresas com operações arrematadas, que no ato do fechamento não realizam a desativação correta dos equipamentos.

Na visão de Wiegand (2011 apud Teixeira, 2013), o descomissionamento é a melhor forma para desativar a planta de uma indústria que encerrou suas atividades, garantindo uma propriedade livre de danos ambientais. Além disso, o tema descrito no presente trabalho é uma ferramenta contra a degradação ambiental, e consequentemente a prevenção aos riscos ligados à saúde da população, exercendo um papel significativo para evitar que a sociedade continue pagando pelo funcionamento irregular de uma determinada indústria.

Ainda, é importante considerar que aspectos relacionados ao processo de descomissionamento são significativos no âmbito econômico e social, pois quando uma empresa finda suas atividades, a mesma deixa de operar na economia do país, logo a aplicação de novos processos contribuirá para que a empresa tenha acesso há novos métodos que permitam sua inovação, garantindo sua competitividade, evitando assim o seu fechamento precoce.

Os impactos gerados pela irresponsabilidade desta indústria ficaram conhecidos em todo o Brasil, quando o caso da empresa foi divulgado no Jornal Nacional, mostrando a triste situação que levou o município de Adrianópolis sofrer dificuldades expressivas, ficando conhecido no país pelas contaminações e pelos desastres ambientais existentes, afetando à área pública, econômica e também política da cidade. (FIGUEIREDO et al, 2008).

Considerando as consequências que os impactos ambientais podem acarretar a sociedade é de suma importância, que as indústrias tenham consciência

que suas atividades refletem no meio ambiente, reações que com o tempo podem configurar problemas extensos, com riscos plausíveis na saúde, bem-estar e desenvolvimento da população.

O presente estudo irá demonstrar que o descomissionamento é a operação estratégica para substituição de ativos, transferências e desmobilização desses equipamentos que por algum motivo não serão mais utilizados, seja por mudanças tecnológicas, ineficiência, ou até mesmo, fechamento de uma empresa. Assim, a colaboração que este. Este tema promove reflete nas necessidades das empresas, da sociedade e do Governo, em conhecer novos processos, levando em consideração a afirmativa de Coelho (2010), ressaltando que as operações de descomissionamento no Brasil ainda são pouco utilizadas, comparadas a outros países, principalmente EUA, Noruega e Reino Unido.

Todavia, o tema merece ser estudado e aprofundando, com a ênfase em avaliar e empregar o uso do descomissionamento, como chave importante para o desenvolvimento consciente de uma organização.

A importância em analisar o caso real de uma indústria, trará uma nova visão aos possíveis leitores deste documento, ampliando suas visões e possibilitando motivação para continuidade de dissertações, estudos e investigações sobre a notoriedade que os processos de descomissionamento pode resultar em uma organização e também para órgãos públicos.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em 5 capítulos, visando organizar o tema proposto em tópicos, desta forma facilita o estudo e análise dos possíveis leitores. A visão macro dessa divisão objetiva-se apresentar duas linhas de raciocínio diante dos conteúdos inseridos.

O primeiro capítulo aborda conhecimento inicial do tema proposto, bem como o problema inserido dentro do estudo, objetivo geral e os objetivos específicos que sequenciam o estudo, seguido da justificativa para o tema proposto.

No segundo capítulo, será apresentado o referencial teórico, relatando custo análise do ciclo de vida do produto, seguindo para o processo de descomissionamento, as leis que amparam esse processo, detalhando os impactos ambientais e uma tratativa de análise de risco.

O terceiro capítulo informa a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, delineando os passos que foram seguidos para a captação de informações e análises necessários para o projeto.

O quarto capítulo, apresenta o embasamento teórico e propicia a discussão em torno da aplicação da teoria abordada no caso da indústria mineradora.

Este capítulo busca trazer as principais sínteses dos resultados da aplicação do conteúdo teórico ao objeto de pesquisa, ou seja, retratar como o descomissionamento poderia ter oferecido à empresa outra situação futura, totalmente distinta da que a empresa enfrentou. As síntese elaboradas como considerações finais tem como intenção indicar a necessidade das empresas em aprofundar conhecimentos sobre o processo do descomissionamento o que para muitas pessoas é um termo desconhecido, de forma clara foi apresentado e exposto em prol do desenvolvimento das empresas e da implementação em organizações de processos efetivos relacionados à gestão de ativos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fabricação de um produto é um projeto amplo que requer planejamento, atenção e controle do processo, sendo assim conhecer aquilo que será produzido de forma completa, sem dúvida é garantir o melhor funcionamento da planta fabril, acompanhando todo o ciclo do produto, por isso a importância de iniciarmos a análise sobre a análise do ciclo de vida do produto.

### 2.1 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Segundo Las Casas (2004), o ciclo de vida de um produto inicia quando o mesmo é inserido no mercado até o momento de sua saída, passando por 4 estágios: introdução, crescimento, maturidade e declínio. Para que um produto possua ciclo de vida é essencial que obedeça a algumas situações, tais como: o produto ter vida limitada, e as estratégias, o valor de venda muda conforme cada estágio do ciclo e os lucros oscilam durante a vida do produto. (Kotler; Keller, 2006)

Segundo Andrade (2006), na década de 60, iniciou as preocupações sobre as degradações ambientais, bem como, a escassez de recursos naturais e energias, gerando a necessidade de existir métodos para quantificar o uso de recursos em projetos em prol da redução dos impactos ambientais, para efetivação desse método ocorreu o surgimento da Análise do Ciclo de Vida.

A competitividade no mercado tem demandado das empresas diferenciais expressivos na qualidade e controle nos aspectos ambientais de seus produtos e processos. Sendo assim, se faz necessário o uso da ferramenta de gestão ACV. A implantação da ACV é resultado de um mercado globalizado que exerce necessidades rigorosas dos processos e dos produtos existentes, sendo assim tal ferramenta possui objetivos de controle e aplicabilidade em análise do desempenho ambiental de sistemas de produção para integração de um produto no mercado. (TAKAHASHI; MORAIS, 2000).

A ACV tem o objetivo de discernir e viabilizar as possíveis melhorias cabíveis nos processos de fabricação em prol de redução de recursos naturais e também a minimização de resíduos nas operações fabris. (VALT, 2004).

Segundo Andrade (2006) a análise do ciclo de vida se faz em três etapas principais.

- Primeira Etapa: Descrever o ciclo de vida do produto, com o objetivo de identificar os materiais e energia que entram e saem da fabricação em cada etapa da sua vida, levando em consideração todas as transformações que podem ocorrer. Pode-se ressaltar como acontece as fases de armazenagem, distribuição e vendas. Nesta etapa também é localizado os padrões típicos de uso do produto, os insumos necessários para fazê-lo funcionar e a poluição resultante, na sequência expõe os meios que serão utilizados para descartar o produto, quando sua vida terminar;
- Segunda Etapa: Neste momento cada fase do processo é analisada, buscando identificar os objetivos de cada etapa do ciclo de vida e atribuindo-se custo e valores aos mesmos;
- Terceira Etapa: Nesta fase são identificadas as possibilidades de melhorar algo no produto, tanto no ponto de vista ambiental, como no seu projeto em geral.

Segundo Chehebe (2002), a aplicação da ACV busca integrar a qualidade tecnológica de um produto com a qualidade ambiental e também o valor agregado para o consumidor e para a sociedade. Entretanto essa aplicabilidade desses três vetores tornam as empresas mais competitivas, apresentando mudanças estratégicas para a qualidade e desenvolvimento integrado de um determinado produto.

A aplicação da ACV colabora para o funcionamento de um Sistema de Gestão Ambiental- SGA, sendo utilizadas como apoio as tomadas de decisões referentes a equipamentos, técnicas e recursos a adotar. Os resultados da ACV são importantes para a tomada de decisões, sendo utilizadas no planejamento estratégico das atividades das organizações. (CARREIRAS et al, 2007).

## 2.2 DESCOMISSIONAMENTO

O termo descomissionamento teve início após inúmeras ocorrências de abandonos em reservatórios de petróleo, levando em consideração, que o termo abandono retratava a irresponsabilidade em descartar um material ou equipamento



de forma incorreta, sendo assim após diversos debates internacionais sobre o tema, o termo “descomissionamento” foi escolhido para retratar a retirada definitiva de operação e a remoção de instalações de produção. (SILVA E MAINER, 2008).

Para o autor Centeno (2017) o termo “descomissionamento” não está inserido nos principais dicionários da língua portuguesa, o termo é um anglicismo da palavra *decommission* da língua inglesa. (CENTENO, 2017). Além disso, o descomissionamento consiste em um processo multidisciplinar que avalia e recomenda a melhor forma para desativar uma operação fabril, quando não há mais interesse econômico, devendo a propriedade da forma que era antes. (WIEGAND, 2011).

O descomissionamento para que ocorra de forma correta, deve ser realizado de acordo com a legislação vigente do país, para assim serem analisados diversos fatores com o objetivo de tentar minimizar os riscos operacionais, sociais e ambientais, de acordo com a regulação governamental, efetivando o devido monitoramento e controle. (TEIXEIRA, 2013).

Para Flores (2006), o descomissionamento corresponde ao processo de mudança de uma empresa, decorrente da paralisação das suas atividades até o momento de seu fechamento definitivo, incluindo o desmantelamento das instalações de beneficiamento, unidade de apoio e demais instalações não necessárias para a utilização futura do ambiente. Por sua vez, para Sánchez (2013), se trata do período que tem início pouco antes do encerramento da produção mineral, sendo concluído com a remoção de todas as instalações desnecessárias e a implantação de medidas tais como: recuperação ambiental e programas sociais, que sejam capazes de promover a segurança e a estabilidade da área.

Na visão de Gomes (2006), o descomissionamento é uma ferramenta voltada à princípios sustentáveis, com regulamentações e critérios designados a gerir procedimentos, normas e padrões em prol de oferecer qualidade ambiental para as futuras gerações.

Para Silva e Mainer (2008) existem três razões para o empreendedor buscar o descomissionamento, sendo eles: amadurecimento dos campos produtores; preocupação com impactos ambientais sobre as transações comerciais internacionais e também o montante dos custos totais.

### 2.2.1 Fechamento x Descomissionamento de Mineração

O processo que encerra as atividades de uma mineração é chamado de fechamento, nesse momento as atividades de descomissionamento e restauração também são finalizadas. Após esse momento para que a área ocupada seja novamente utilizada é indispensável a liberação e aprovação de todos os trabalhos realizados, bem como o monitoramento do passivo que existia no local e sua a necessidade de manter o controle após isso. (VALE, 2000).

Para Heikkinen et al. (2008), o fechamento é o processo final de todas as atividades relacionadas ao descomissionamento e reabilitação da área ou monitoramento. Outro conceito sobre fechamento informado no Guideline for Preparing Mine Closure Plans (GOVERNMENT OF WESTERN AUSTRALIA, 2015), explica que o mesmo é um processo que dura a vida útil de uma mineração e possivelmente finaliza na renúncia, incluído o “descomissionamento” e a reabilitação.

### 2.2.2 Pós-Fechamento x descomissionamento mineração

O pós-fechamento retrata o cenário onde os cuidados com manutenção passiva ou ativa, já não são mais necessários, pois a área já está totalmente recuperada, podendo ser entregue a terceiros sem nenhuma contraindicação. (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

Para Sánchez et al. (2013), o pós-fechamento é o período decorrente da efetivação de todas as medidas de desativação, nesta fase são realizadas medidas de monitoramento, manutenção e programas sociais, em prol de atingir os objetivos determinados na fase do fechamento.

Segundo Centeno (2017), nesta etapa ocorre o monitoramento que vai avaliar as atividades de recuperação, avaliando se as mesmas estão sendo eficazes, e caso precise de alguma intervenção para que seja corrigido a tempo. Os principais itens a serem monitorados são ar, água, efluentes, fauna e flora.

Para o processo de apropriação da terra é submetido à efetivação de um conjunto de técnicas ou artifícios que possa abreviar o tradicional reuso da terra. Sendo assim ocorre a criação de indicadores de desempenho que medem o avanço

e a efetivação dos processos para desativação e reabilitação. (LUZ & SAMPAIO, 2015).

Segundo Sánchez et al. (2013), dois cenários pós-fechamento devem ser considerados:

- Cuidado permanente: Também conhecido como “cuidado ativo”, nesse cenário a empresa precisa estar presente na execução das ações necessárias para atingir os objetivos do fechamento, podendo durar vários anos. Como exemplo existem as operações de sistemas de tratamento para águas ácidas, barragens de lagos de cavas;
- Cuidado temporário ou transitório: Nesse caso as ações necessárias são exclusivas as tarefas de inspeções, monitoramento ambiental e geotécnico, serviços de reparação de sistemas de drenagem, de manutenção de áreas revegetadas e outros, e podem ser realizados durante a etapa pós-fechamento.

### 2.2.3 Construções Futuras para plantas desabilitadas

Segundo Bitar (1997), há inúmeras formas para a utilização das áreas recuperadas (ou reabilitadas), depende sempre da localização da região, se a mesma é urbana ou rural, sendo assim as opções consistem em: habitação, agricultura, pastagens, comércio, indústria, disposição de resíduos, reflorestamento, lazer, recreação, esportes, preservação e conservação ambiental, piscicultura, entre outros.

A construção de parques eco industrial, condomínios industriais que apresentem produção limpa, máxima reutilização, reciclagem e eficiência energética são opções viáveis para o uso das áreas recuperadas. (PICARELLI ET AL, 2014).

Para Sánchez et al (2013), as alternativas de uso futuro das áreas restauradas, devem ser propostas de forma realista, evidenciando as políticas de desenvolvimento do uso da terra e também às expectativas da comunidade, esta função pode ser pesquisada mediante processos estruturados de consulta. Uma opção viável a ser considerada nessa etapa é a criação de planos diretores municipais, legislação urbanística de disciplinamento do solo e planos de bacia hidrográfica.

## 2.3 LEGISLAÇÃO: RELAÇÕES COM O CONTEXTO AMBIENTAL

Uma organização competente que busca atuar dentro das normas e leis vigentes do seu país precisa conhecer e avaliar as legislações existentes voltadas ao contexto ambiental.

### 2.3.1 As previsões da Constituição Federal

Segundo Teixeira e Machado (2012), a Constituição Federal de 1988 estabeleceu no artigo 225, um sistema de competências ambientais, retratando a necessidade de envolver a sociedade com o meio ambiente, tendo implantado o licenciamento ambiental obrigatório. No que diz respeito ao processo de finalização de uma operação, o 2º parágrafo explica que a recuperação do ambiente é item mandatório, afirmando que a pessoa que explorar recursos minerais deve-se responsabilizar pela recuperação do meio ambiente degradado, tendo como base soluções exigidas pelos órgãos competentes e também pela lei.

De acordo com a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, o Art 19 retrata que a pessoa responsável por atividades em minas é também responsável pelos danos causados ao meio ambiente. (BRASIL, 1989b).

Na visão de Centeno (2017) a legislação federal determina que a responsabilidade ambiental seja do poluidor-pagador, sendo o empreendedor da operação, enquanto a fiscalização deve ser realizada pelo poder público, com o objetivo de garantir a efetivação da recuperação ambiental.

Na Lei nº 9.985/2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000), nos incisos XIII e XIV do Art. 2º há as 55 seguintes definições de recuperação e restauração ambiental, que muitas vezes são utilizadas equivocadamente: recuperação consiste na entrega de um ecossistema degradado com impactos ambientais a uma condição revitalizada, podendo ser diferente da sua condição original, enquanto a restauração o ecossistema deve ser devolvido o mais próximo da sua condição original.

Segundo a Constituição Federal efetuar a recuperação ambiental não se trata apenas em deixar a área como estava antes do impacto ambiental, mas também

transformar o meio ambiente degradado a uma condição nova e sem riscos de degradações. (CENTENO, 2017).

Na Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), consagra o princípio do poluidor-pagador, que assim o prevê em seu inciso VII do Art. 4º que o poluidor ou predador é obrigado a recuperar ou indenizar os danos causados ao meio ambiente, e também ao usuário a obrigação pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

### 2.3.2 As previsões do CONAMA

O CONAMA é órgão componente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), tendo como objetivo a elaboração de normas que garantam manutenção da qualidade ecológica segundo o artigo 225 da Constituição rege que todas as pessoas têm direito ao meio ambiente ecologicamente correto que apresente segurança de vida para o uso de todos. (BRASIL, 1981)

A resolução CONAMA nº1, 23 de janeiro de 1986 no artigo 1º define como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas no meio ambiente causa por atividades humana. Sendo assim no artigo 2º define quais empreendimentos são submetidos à apresentação de estudo de avaliação de impactos para seu licenciamento.

Já a resolução CONAMA nº 237/97, divulgada em 19 de dezembro de 1997, tem como função realizar a utilização do sistema de licenciamento como ferramenta de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente traz o conceito de licenciamento ambiental como o procedimento administrativo responsável por licenciar, instalar, ampliar e operar empreendimentos que utilizam recursos ambientais, os quais sejam poluidoras, podendo causar algum tipo de degradação ambiental, levando em conta as disposições legais, normas e regulamentos existentes para cada caso. (BRASIL, 1997a).

Segundo Madi (2018), o licenciamento ambiental é crucial para qualquer instalação de indústria produtiva que possua potencial poluidor ou degradador ao meio ambiente, sendo necessária a licença antes mesmo das obras civis serem iniciadas.

### 2.3.3 As previsões do IBAMA

O IBAMA é a entidade autárquica vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, sendo o órgão executor da Política Nacional do Meio Ambiente, foi criado pela Lei nº 7.735/89 e tem a finalidade de.

I- exercer o poder de polícia ambiental; (Incluído pela Lei nº 11.516, 2007);

II- executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao licenciamento ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental, observadas as diretrizes emanadas do Ministério do Meio Ambiente; e (Incluído pela Lei nº 11.516,2007);

III- executar as ações supletivas de competência da União, de conformidade com a legislação ambiental vigente”. (Incluído pela Lei nº 11.516,2007).

Em matéria de regulação ambiental, as atividades de descomissionamento encontram-se sujeitas às exigências estabelecidas pela Resolução nº 001/86 do IBAMA–CONAMA, que disciplinam a análise de impacto ambiental e o processo de licenciamento por parte do órgão e à Lei 12.305/2010 que disciplina a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O licenciamento do descomissionamento pelo IBAMA contempla a Análise de Alternativas e Avaliação Comparativa. Todas as alternativas de descomissionamento devem ser analisadas e comparadas. Entretanto, a opção da remoção é considerada o ponto de partida. As empresas devem necessariamente contemplar a análise e avaliação desta opção. Casos alternativos são aceitos desde que se demonstre e justifique que são soluções superiores considerando critérios ambientais, sociais e econômicos (OLIVEIRA, 2017).

O processo de obtenção das licenças ambientais para uma indústria ocorre quando o empreendedor ao abrir o processo de abertura envia ao órgão ambiental da Ficha de Caracterização da Atividade (FCA), com este documento ocorre a classificação e emissão pelo órgão ambiental de um documento denominado Termo de Referência (TR), que tem o objetivo de inserir informações para que a empresa elabore um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), de acordo com a atividade fabril futura e também da sua localização geográfica. (MADI, 2018).

Ainda na visão de Madi (2018), para processo de descomissionamento do projeto a TR faz as seguintes exigências:

- Proteção e à manutenção da qualidade ambiental da área em que o projeto será implantado, após o término de seu ciclo de vida;
- Apresentar por meio do EIA o conteúdo exigido através do TR em prol de obter as licenças específicas para o término da atividade;
- O empreendedor precisa submeter à aprovação do IBAMA um Projeto de Desativação informando se houve alguma alteração no projeto inicial apresentado no âmbito do EIA;
- Inserção de alguma inovação tecnológica que justifique o processo.

#### 2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS: DEFINIÇÕES ESTRUTURANTES

Os impactos ambientais ocorrem após uma ação humana que provoque a extinção de do meio ambiente após o uso excessivo da sua capacidade, provocando a sua eliminação ou desgaste. (SANCHEZ, 1999)

Na visão de Madi (2018), impacto ambiental é a interferência do homem ao meio ambiente, resultando em possíveis impactos sejam eles positivos ou negativos, o objetivo é ampliar o lado positivo e reduzir de forma brusca os pontos negativos que comprometem o meio ambiente.

Segundo Chehebe (1998) pode-se citar as seguintes categorias que resultam nos impactos ambientais:

- Exaustão de recursos não renováveis: relativo à extração de minérios, combustíveis fósseis ou minerais;
- Aquecimento global: elevação da temperatura do planeta, devido à maior retenção da radiação que atinge a Terra;
- Redução da camada de ozônio: degradação da camada de ozônio provocando aumento dos raios ultravioletas, afetando a saúde humana e o ecossistema;

- Toxicidade humana: exposição a substâncias tóxicas através do ar, da água, do solo e, especialmente, através da cadeia alimentar;
- Ecotoxicidade: danos causados à fauna e à flora devido a substâncias tóxicas. Refere-se tanto à toxicidade aquática, como à terrestre;
- Acidificação: É a deposição ácida resultante das emissões de óxidos de nitrogênio e de enxofre, causando a acidez da água e do solo, que tem efeitos sobre a fauna e a flora.

Os principais pontos do impacto ambiental são a magnitude e a importância, sendo a magnitude considerada o tamanho e característica da alteração que foi ocorrida no meio ambiente, enquanto a importância se refere o quanto é significativo os fatos ocorridos comparando os mesmo com outros impactos. (RUIVO, 2001).

Para verificar a magnitude e importância de um impacto são avaliados vários critérios. Magnitude - extensão: Tamanho da ação ambiental do empreendimento; Periodicidade: tempo que dura à ação; Intensidade: grau (baixo, médio ou alto) da ação impactante. Importância – magnitude: que envolve todos os critérios descritos acima; Ação: Quantidade de efeitos que a ação causa; Ignição: Tempo que demora a sentir o efeito da ação (imediate, médio ou mediate). (MADI, 2018).

Segundo Ruivo (2001) no ato da avaliação dos impactos ambientais devem ser analisados o seu efeito sobre a utilização do: ar, água e sedimentos, pássaros, peixes e organismos do fundo do mar, topografia do solo marinho; atividades no oceano; utilização em terra, reciclagem das estruturas e equipamentos; locais de disposição dos resíduos das estruturas e equipamentos.

#### 2.4.1 Avaliação de Impacto Ambiental – AIA

A avaliação de impacto ambiental é um dos instrumentos mais importantes para a proteção dos recursos ambientais, sua função é exigir mediante legislação que qualquer instalação ou obra fabril potencialmente causadora de degradação ambiental, necessite de estudo prévio de impacto ambiental, exigindo que o mesmo seja público. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Na visão de Milaré (2000), no ordenamento jurídico brasileiro, pode-se detalhar a AIA como um instrumento de planejamento e gestão com procedimentos



associados ao licenciamento ambiental, com o objetivo de analisar a viabilidade ambiental de um projeto, programa ou plano.

Com a aplicação da AIA é possível exigir dos empreendimentos com potencial impactantes, soluções que possibilitem harmonização entre a relação do homem com o meio ambiente, limitando o uso dos recursos naturais, sendo assim restringindo a ação humana. (RUIVO, 2001).

A fase inicial desse processo ocorre o processo de listagem, a qual identifica e enumera os impactos, a partir de análises realizadas por especialistas nas áreas físico, biótico e socioeconômico. As funções desses especialistas estão em relacionar os impactos resultantes de todas as etapas do empreendimento, sendo implantação, operação e desativação, classificando como positivos ou negativos. (DI CICCO E FANTAZZINI 1993).

Segundo Ruivo (2001), na sequência da primeira etapa ocorre o referencial a partir dos possíveis impactos descritos na listagem são detalhados da seguinte forma: primeiro identificar a ação geradora do dano causado, depois descrever o processo de modificação do meio ambiente, analisando as condições atuais futuras e por último realizar uma classificação qualificada das modificações ambientais resultantes, conforme a orientação abaixo:

- Categoria do Impacto: Classificam-se os impactos como negativos (N) ou positivos (P);
- Tipo de Impacto: Discriminação dos seus efeitos, podendo ser direto (D) ou indireto (I);
- Área de Abrangência: O impacto foi classificado, conforme sua área de abrangência, em local (L) e regional (R);
- Reversibilidade: Quando é possível reverter à tendência, levando-se em conta a aplicação de medidas para reparação do mesmo, ou a suspensão da atividade geradora, podendo então ser considerado reversível (Rv) ou irreversível (Ir);
- Magnitude: Levando-se em conta a força com que o impacto se manifesta, segundo uma escala nominal de forte (Fo), médio (M), fraco (Fr) e variável (V);

- Prazo: Considerando o tempo para o impacto se manifestar, sendo a curto (Ct), médio (Md) e longo prazo (Lg);
- Medida Mitigadora ou Potencializadora: São as destinadas a prevenir impactos negativos ou reduzir sua magnitude e potencializar (quando o impacto é positivo) a alteração imposta ao meio ambiente em função da implantação do empreendimento;
- Duração: É o tempo que o impacto atua na área em que se manifesta, variando entre temporário (T), permanente (P) e cíclico.

## 2.5 ANÁLISE DE RISCO

A análise de riscos pode-se entender como o processo de alcançar a natureza do risco e determinar o nível de risco, de outro lado compreende-se como avaliação de riscos o processo de comparar os resultados da análise de riscos com os critérios de riscos, com o objetivo de reconhecer a gravidade e situação do risco. (COELHO, 2010)

Segundo Coelho (2010) a avaliação de riscos pode ser considerada como a aplicação de uma sistemática preestabelecida, com o objetivo de identificar perigos presentes nas instalações, e quantificar os riscos em termos de frequência de ocorrência e severidade de seus cenários, propondo intervenções que venha a eliminar os possíveis riscos.

As intervenções são consideradas como medidas de redução de riscos, tendo funções de prevenção e reduzir os possíveis índices de ocorrências, assim como controlar os incidentes já ocorridos não permitindo sua extensão ou transformação em algo mais perigoso e também amenizar as consequências e efeitos de um acidente já ocorrido. (LEES, 2005)

### 2.5.1 Avaliação de Riscos

Segundo Coelho (2010, apud HSE 2009) a avaliação de risco é uma ferramenta fundamental para proteger a operação fabril e também cumprir as leis vigentes tanto trabalhistas quanto ambientais. Este processo auxilia a verificação dos riscos mais eminentes que podem causar danos.

O objetivo da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisões, levando em consideração os resultados da análise de riscos, constatando quais precisam ser solucionados e tratados com prioridade. (COELHO, 2010).

### 2.5.2 Matriz de Riscos

Uma Matriz de Riscos, segundo HSE (2000), representa um método para aceitar os riscos limitando-os de acordo com a gravidade. Ela determina valores qualitativos e quantitativos, a mais comum e utilizada é a forma quantitativa.

Quadro 2.5.2 - Matriz de Riscos

Frequência de Ocorrência	Alta	Tolerável	Mediano	Não Tolerável	Não Tolerável
	Média para Alta	Tolerável	Mediano	Não Tolerável	Não Tolerável
	Baixa para Média	Tolerável	Tolerável	Mediano	Não Tolerável
	Baixa para Média	Tolerável	Tolerável	Tolerável	Mediano
		Mínima	Marginal	Crítica	Catastrófica
Gráu de Risco					

Fonte: Adaptado de ABS (2000).

A norma ISO 17776 (2002) define uma matriz (5 x 5) com quatro categorias de consequências, riscos: às pessoas, às instalações, ao meio ambiente e à imagem da empresa (reputação). Na categorização de frequências, a matriz utiliza uma terminologia ligada à quantidade de vezes que o evento ocorreu na indústria *offshore*, a exemplo<sup>5</sup>: “ocorreu em uma companhia operadora” ao invés da expressão “raramente ocorre na indústria”.

O HSE (2001) considera que embora isso promova uma maior empatia com a realidade do dia a dia, no caso de serem analisadas novas tecnologias isso se

traduzirá em dificuldades na sua utilização, pelo fato de não se possuir históricos em temas de confiabilidade e acidentes para o caso.

### 2.5.3 Tratamento de Riscos

Segundo Coelho (2010), nessa etapa ocorre a decisão para eliminar, reduzir reter ou transferir os riscos encontrados na análise, classificados na avaliação e processados na matriz, sendo assim o mesmo é tratado como estratégia da empresa e após deve ser mensurado nos feedbacks das etapas anteriores.

Na visão de Di Cicco e Fantazzini (1993), no tratamento dos riscos, as empresas estabelecem uma parcela das perdas, tidas como suportáveis no contexto econômico financeiro e dentro de um limite tido como aceitável.

Tabela 2.5.3 - Aplicabilidade das ferramentas utilizadas para o processo de avaliação de riscos segundo a Norma ISSO 31000.

Processo de avaliação de riscos					
Ferramentas e Técnicas	Identificação de Riscos	Análise de Riscos			Avaliação de Riscos
		Consequência	Probabilidade	Nível de risco	
<i>Brainstorming</i>	FA <sup>1)</sup>	NA <sup>1)</sup>	NA	NA	NA
Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas	FA	NA	NA	NA	NA
Delphi	FA	NA	NA	NA	NA
Listas de verificação ( <i>Checklists</i> )	FA	NA	NA	NA	NA
Análise preliminar de perigos (PHA4) –	FA	NA	NA	NA	NA
Estudo de perigos e operabilidade (HAZOP5) –	FA	FA	A <sup>3)</sup>	A	A
Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC)	FA	FA	NA	NA	FA
Avaliação de risco ambiental	FA	FA	FA	FA	FA
Estrutura "E se" ou "What-if" (SWIFT6))	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de cenários	FA	FA	A	A	A
Análise de impactos nonegócio	A	FA	A	A	A
Análise de causa-raiz	NA	FA	FA	FA	FA
Análise de modos de falha e efeito	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de árvore de falhas	A	NA	FA	A	A
Análise de árvore de eventos	A	FA	A	A	NA
Análise de causa e consequência	A	FA	FA	A	A

Análise de causa e efeito	FA	FA	NA	NA	NA
Análise de camadas de proteção (LOPA7))	A	FA	A	A	NA
Árvore de decisões	NA	FA	FA	A	A
Análise da confiabilidade humana	FA	FA	FA	FA	A
Análise da gravata borboleta ( <i>Bow tie</i> )	NA	A	FA	FA	A
Manutenção centrada em Confiabilidade	FA	FA	FA	FA	FA
Análise de circuitos ocultos	A	NA	NA	NA	NA
Análise de Markov	A	FA	NA	NA	NA
Simulação de Monte Carlo	NA	NA	NA	NA	FA
Estatística Bayesiana e Redes de Bayes	NA	FA	NA	NA	FA
Curvas FN	A	FA	FA	A	FA
Índices de risco	A	FA	FA	A	FA
Matriz de probabilidade / consequência	FA	FA	FA	FA	A
Análise de custo/benefício	A	FA	A	A	A
Análise de decisão por multicritérios (MCDA8)) –	A	FA	A	FA	A

- 1) FA - Fortemente Aplicável.
- 2) NA - Não aplicável.
- 3) A - Aplicável.
- 4) PHA - Primary Hazard Analysis
- 5) HAZOP - Hazard and Operability Studies
- 6) SWIFT - Structured What If Technique
- 7) LOPA - Layer Protection Analysis
- 8) CDA - Multi-criteria Decision Analysis

Fonte: Draft ISO 31000 (2009).

As avaliações apresentadas neste capítulo são encontradas em processos de gerenciamento de riscos, sendo ferramentas fundamentais para a tomada de decisões de uma empresa. (COELHO, 2010).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do levantamento de dados, conhecimentos, teorias e abordagens técnicas na execução deste trabalho, buscaram-se materiais de autores experientes e com habilidades específicas dentro do tema abordado.

O tipo de pesquisa escolhida e realizada foi à bibliográfica, que segundo o autor Martins (2017), corresponde como o percurso para a produção de um projeto, seu objetivo é juntar todas as informações necessárias, que serão a base para a construção do trabalho, a partir de um determinado tema.

Já para Cervo (2005) a pesquisa bibliográfica busca explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses, assim evidencia os fatos com diversas opiniões e resultados.

A pesquisa bibliográfica proporcionou a formação do embasamento teórico, sobre os conceitos e objetivos do processo de descomissionamento, bem como suas aplicações dentro de uma indústria. A metodologia utilizada foi à qualitativa, que tem a função de descrever com mais profundidade o objeto de estudo. Por isso, esse tipo de pesquisa é mais utilizado em estudos sobre o comportamento de um indivíduo ou de um grupo social. (MASCARENHAS, 2012).

Ainda segundo Mascarenhas (2012), na metodologia qualitativa, os estudos são descritivos, voltados para a compreensão do objeto, porém é importante que a pesquisa apresente uma estrutura sólida e coerente, com intuito de ser aprovado por responsáveis e membros de comunidades científicas.

O tipo de pesquisa realizada foi à explicativa, que tem a preocupação de se aprofundar para que a mesma seja compreendida pelas pessoas, sendo assim os pesquisadores que utilizam essa ferramenta buscam o porquê das coisas (MARTINS, 2017).

Na coleta de informações foi estudados teses, dissertações, manuais e legislações, em prol de comparar a visão de diversos autores para um referencial teórico amplo, utilizando também subsídio documental a partir de dados e informações sobre a empresa analisada.

Foram analisadas dissertações sobre o tema descomissionamento, que puderam explicar a origem, conceitos, aplicações em diversas empresas e segmentos, dando o suporte necessário para a aplicação dos resultados que será apresentada no capítulo 4.

Já na pesquisa aplicada o principal objetivo compreende-se em estudar o case da empresa mineradora, investigando o real problema ocorrido nesta indústria, destacando, matérias, documentos, pesquisas e análises já realizadas neste caso. A etapa final da pesquisa consiste em aplicar o embasamento teórico nos fatos ocorrido dentro da empresa que é objeto de estudo deste trabalho, avaliando como o tema proposto poderia ter beneficiado esta organização, evitando as diversas retratações ocorridas.

## 4 APLICAÇÃO DO DESCOMISSIONAMENTO NA INDÚSTRIA MINERADORA

Neste capítulo o embasamento teórico deste estudo será analisado e introduzido na empresa escolhida como objeto de estudo, com o objetivo de ampliar os conhecimentos e constatar a existência de um caso verídico sobre a falta de gestão de ativos na administração de uma indústria.

### 4.1 ATIVIDADES DE MINERAÇÃO

Segundo Moraes (1997) a atividade de mineração vem evoluindo no seu desenvolvimento tecnológico, esse fato é de extrema relevância e pode ser delineado e classificado por arqueólogos e antropólogos de idade da pedra, bronze e ferro, para os diferentes estágios alcançados pela evolução cultural.

A indústria de mineração acarretou a sociedade ao longo da sua história um papel de evolução cultural, um dos mais importantes e válidos a serem ressaltados são as consequências extremas no meio ambiente, resultado da exploração e uso dos produtos fabricados por esse tipo de segmento. Dessa forma é evidente relatar que as minas de chumbo exploradas antes da ascensão das culturas greco-romanas, ocasionaram impactos que vieram de encontro aos dias atuais na forma de solo, rios e estuários contaminados. (MORAES, 1997).

A mineração é uma atividade que produz meios pelos quais os metais pesados entram no solo, água e atmosfera, essa produção retira o equilíbrio geoquímico massas de material rico nestes elementos, sendo assim fazendo com que estes materiais reajam com os demais compartimentos da atmosfera, podendo se alocar por muito tempo, causando efeitos danosos mesmo após o controle das fontes de emissão. (SALOMONS, 1995).

Ainda segundo Salomons (1995), os rejeitos oriundos da mineração contêm metais pesados, ocasionando inúmeras contaminações na atmosfera, principalmente quando estes resíduos apresentam altos teores nestes metais e em minerais sulfetados. Os impactos ambientais resultantes seriam problemas de poluição, contaminação ao meio ambiente, devido à sua toxicidade, propriedade de acumulação em organismos e persistência no ambiente.

No presente estudo será analisada a situação decorrente da produção de minerais realizada pela empresa que operou no município de Adrianópolis, no



Estado do Paraná, localizado no vale da Ribeira, bem como os seus impactos ambientais, econômicos e sociais na cidade.

#### 4.2 VALE DO RIBEIRA- CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

A região do Vale do Ribeira está localizada entre os estados do Paraná e São Paulo (no extremo sudeste de São Paulo e nordeste do Paraná), abrangendo 32 municípios e mais de 2,1 milhões de hectares de florestas. (Projeto Geomed IGE/UNICAMP, 2004).

Figura 4.2 - Mapa do vale do Ribeira



Fonte: Rúbio et al (2008).

Segundo Rúbio et al (2008) o Vale do Ribeira é composto por 7 municípios sendo eles: Adrianópolis, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Doutor Ulysses, Itaperuçu, Rio Branco do Sul e Tunas do Paraná, com um total de 90.708 habitantes, com maior habitação na área rural.

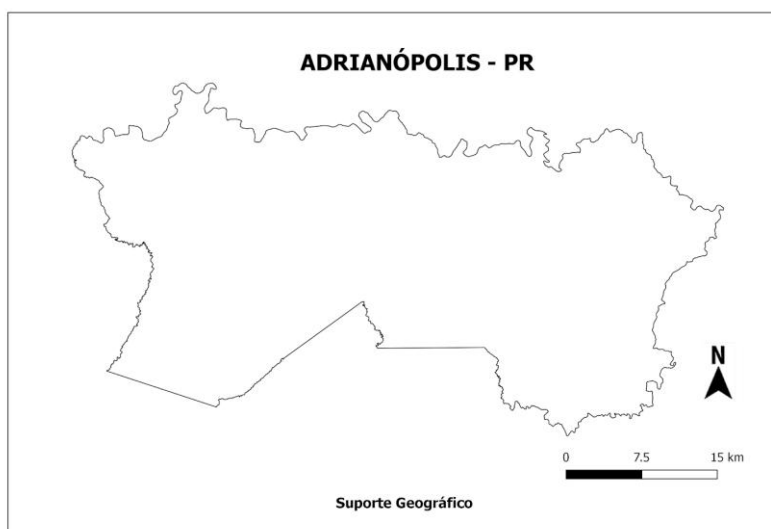
#### 4.2.1 Município de Adrianópolis

O município de Adrianópolis está localizado a nordeste do estado do Paraná, na divisa com o estado de São Paulo. Pertence à Região Metropolitana de Curitiba com uma distância de 134 km da capital. (RÚBIO et al, 2008).

Adrianópolis é composta por um distrito administrativo e, além do núcleo urbano, apresenta vários bairros rurais, dentre os quais: Vila Mota, Capelinha, Colônia (Porto Novo), João Surá, Perau, Barra Grande, Epitácio Pessoa, Paqueiro, Sete Barras, Ribeirão dos Rocha (<http://www.adrianopolis.gov.br>).

Os bairros de Vila Mota e Capelinha estão localizados dentro de um raio de 2 km da antiga refinaria de Chumbo (CUNHA, 2003). A Vila Mota dista cerca de 1 km da refinaria e apresenta uma barreira natural montanhosa (SCHANNUEL, 1991).

Figura 4.2.1 - Mapa de Adrianópolis



Fonte: Figueiredo et al (2008).

Para Figueiredo et al (2008), na segunda metade do século passado o município apresentou uma forte operação com a mineração e metalurgia de chumbo, zinco e prata, essencialmente pelo funcionamento da usina de Adrianópolis.

### 4.3 MINERADORA DE ADRIANÓPOLIS

A empresa mineradora foi criada em 22 de abril de 1937, sendo autorizada a operar como empresa de mineração pelo Decreto n.º 7.107, de 26 de abril de 1941. (RÚBIO et al, 2008).

A metalúrgica iniciou as operações em 1945, com instalação composta por bateria fixa de sinterização ustulante, forno de redução com 1m<sup>2</sup> de área e bateria de panelões aquecida à lenha. Logo em 1945 a usina ampliou sua capacidade produtiva com a instalação de máquina de sinterização e de novos panelões a “fuel oil”, aumentando sua produção que até então era de 3.000 ton/ano. (RÚBIO et al, 2008).

Ainda conforme relatou Rúbio et al (2008), a usina teve uma segunda ampliação em 1965 subindo a produção para 7.200 ton/ano. Com o início da importação de concentrados em teores de chumbo mais elevados, a capacidade aumentou para 12.000 ton/ano em 1973. Depois disso houve mais duas ampliações alcançando em 1975 o equivalente a 18.000 ton/ano.

#### 4.3.1 Processo Produtivo

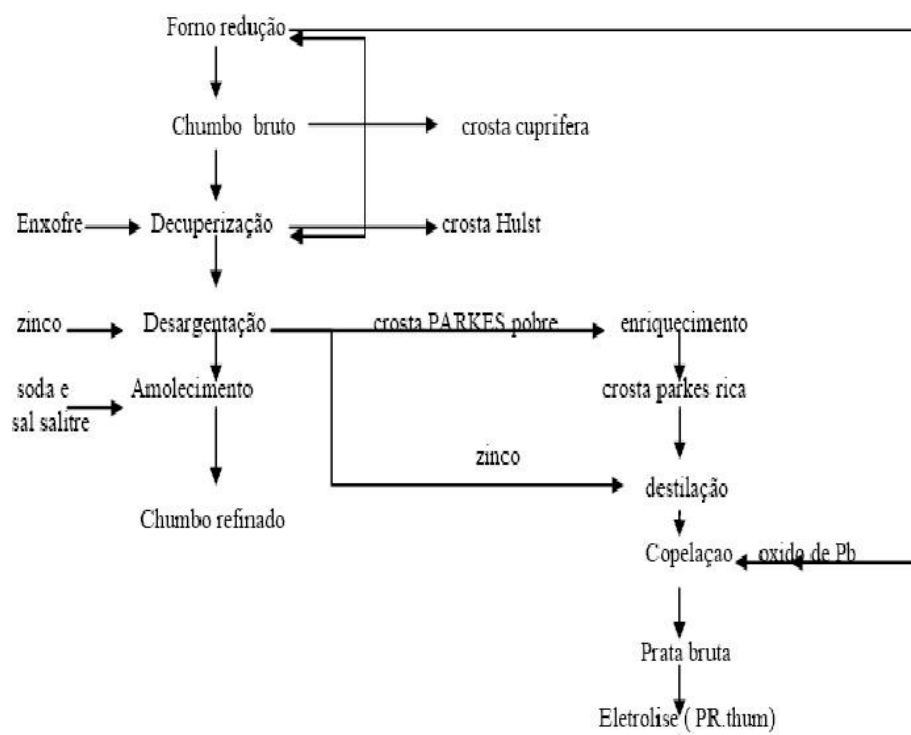
A primeira fase do processo seria manter o chumbo a baixa temperatura, para as impurezas sobrenadarem no banho e serem escumadas juntamente com óxidos de chumbo e chumbo metálico arrastado mecanicamente, a partir disso é formado as crostas cupríferas. (RÚBIO et al 2008).

O autor ainda relata que o chumbo, após a limpeza inicial, contém ainda impurezas metálicas, entre as quais as mais comuns são o Cobre, Prata, Arsênio, Antimônio, Zinco e Estanho. Entretanto tais purezas por mais que representem um percentual baixo, precisam ser eliminadas para que seja possível a obtenção do chumbo refinado dentro das especificações internacionais permitidas. Segue abaixo dados dos metais que não podem estar presente em quantidade superior a 0,002%:

- O cobre é eliminado quase que totalmente com adição de enxofre e agitação. Forma-se sulfeto de cobre que sobrenada no chumbo e é eliminado;

- A prata e o cobre remanescente do tratamento anterior são separados pela adição de zinco metálico fundido e agitação. Formam compostos de zinco com prata e cobre que sobrenadam o banho e são escumados;
- O ouro, presente em quantidades mínimas, devido sua grande afinidade pelo zinco, é também separado, juntamente com a prata e cobre.

Figura 4.3: Fluxograma da produção de chumbo, prata e ouro Março-1968



Fonte: Rúbio et al (2008).

#### 4.3.2 Impactos da Operação Mineradora no Município de Adrianópolis

A mineradora durante o período de sua operação foi responsável por um faturamento importante para a economia da cidade, gerando empregos e sustentando o aglomerado urbano existente. Após a desativação das minas e das

refinarias, houve uma decadência econômica no município, sendo gerado pelo desemprego e falta de novos investimentos, levando aproximadamente 50% da população a ir embora da cidade. (RÚBIO et al 2008).

A cidade de Adrianópolis ficou conhecida como uma das menos desenvolvidas do país, o fechamento desta empresa é considerado um dos grandes motivos pelo qual o desemprego é constante, com população pobre desnutrida, apresentando indicadores sociais e bolsões de pobreza, na área rural e urbana. (CUNHA, 2003).

A população de Adrianópolis relata que as publicações da mídia sobre as contaminações existentes fizeram com que o município ficasse com uma imagem negativa, de uma sociedade rotulada como doente, fazendo com que muitos moradores tivessem dificuldades em conseguir emprego em Curitiba, porque os empregadores temiam problemas crônicos de saúde. (Di GIULIO, 2006).

Durante os 50 anos de operação da empresa foram lançados na atmosfera uma quantidade significativa de material particulado rico em chumbo, o que afetou os solos de áreas adjacentes. (FIGUEIREDO, 2005).

No período de atuação da usina na cidade, foram produzidas aproximadamente 3 milhões de toneladas de minérios, gerando cerca de 2.780.000 toneladas de rejeitos. Esses resíduos a princípio eram liberados no Rio Ribeira, sem tratamento, e mais tarde foi depositada aos arredores da usina. (CASSIANO, 2001).

Para o autor Cunha (2003), a usina lançou na atmosfera de 80 a 200 ton/ano de material particulado de refino, durante os 50 anos que ela operou.

Fotografia 4.3.2 – Lançamento de material particulado na Indústria



Fonte: SESA (1980).

A mineradora atuou na região em condições desfavoráveis ao meio ambiente, não realizando nenhum tipo de controle sobre os impactos gerados durante a sua operação. A indústria lançou no Rio Ribeira de Iguape, por aproximadamente 40 anos, os resíduos provenientes do tratamento do minério (rejeito do concentrado e escória de alto forno) resultando em aproximadamente 5,5 t/mês de elementos tóxicos (As, Cd, Pb, Cu, Cr e Zn) foram lançados no rio. (CETESB, 1988 e CASSIANO, 2001).

O lançamento direto destes resíduos no Rio Ribeira de Iguape, foram proibidos apenas em 1991, sendo assim os rejeitos do contrato passaram a ser depositados em dois tanques de decantação com capacidade individual de cerca de 80.000 m<sup>3</sup>. (CASSIANO, 2001).

Segundo o autor Cassiano (2001) que estudou as pilhas de rejeitos realizando análises químicas, mineralógicas e toxicológicas e experimentos de lixiviação, relatou que havia risco em potencial ao meio ambiente e à saúde humano através dos rejeitos.

Conforme Rúbio et al (2008) descreveu, existia uma grande possibilidade do chumbo contido nessas pilhas, ser lixiviado para os horizontes inferiores do solo até chegar no lençol freático e também ser levado pela chuva para o Rio Ribeira, podendo ainda ter contaminado o solo a água e o ar.

Fotografia 4.3.2.1 - Pilhas de escória céu aberto



Fonte: Rúbio et al (2008).

Segundo Rúbio et al 2008 o surgimento da lei de proteção ambiental a prática de minerações atuantes dessa forma foi proibida, porém esse fato ocorreu apenas 4 anos antes da paralisação total das atividades minerais e industriais da região de Adrianópolis, resultando no abandono de resíduos em forma de pilhas instalados aos redores da drenagem.

Entre os anos de 1998 a 2005 uma equipe da Unicamp financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) foi contratada para relacionar todas as degradações ocorridas após as atividades da mineradora. (FIGUEIREDO et al 2008).

Houve também estudos para avaliar a exposição humana ao chumbo em vários municípios, os quais apresentaram níveis elevados de chumbo no sangue dos moradores das regiões da zona rural de Adrianópolis- Vila Mota e Capelinha. Dos levantamentos obtidos foi constatado que 13% das amostras apresentavam concentração superior ao permitindo, sendo necessários acompanhamento médico e também medidas de intervenção ambiental. (PAOLIELLO et al, 2002)

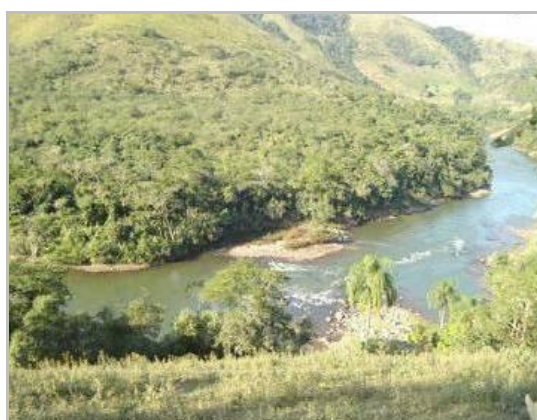
As contaminações mais evidentes ocorreram principalmente na atmosfera, prejudicando a plantação, gado e diversas outras fontes de alimentos produzidos na região da Vila Mota e Capelinha, sendo assim é possível que os trabalhadores e

seus familiares que consumiram tais alimentos tenham sido também contaminados. (RÚBIO et al, 2008).

Segundo Cunha (2003) e Cunha et al (2003), as atividades da mineradora afetaram não só a população adulta da cidade, mas todas as crianças residentes nos municípios do Alto Vale do Ribeira. As crianças residentes da Vila Mota e Capelinha foram as mais afetadas pela contaminação, apresentando valores acima de 100 mg.dl de chumbo no sangue (aproximadamente 60%) em relação as outras populações (aproximadamente 8%).

Já o rio Ribeira de Iguape não apresentava fonte de risco para população, pois as concentrações dos metais estão abaixo do limite permitido do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Porém os solos superficiais da Vila Mota e Capelinha apresentavam fonte de risco à saúde, classificando teores elevados de metais pesados. (CUNHA, 2003 e Cunha et al 2003).

Fotografia 4.3.2.2 - Rio Ribeira no município de Adrianópolis



Fonte: Rúbio et al (2008).

Na visão de Figueiredo (2005), a mineradora mesmo após estar desativada ainda continuou a prejudicar a população e o meio ambiente esse fato é confirmado pelo fato de que os maiores níveis de exposição humana por chumbo ocorreram nas regiões próximas a indústria.

A população de Adrianópolis esteve e está exposta as contaminações descritas até aqui, para compreender melhor essa exposição Rúbio et al (2008), estabeleceu 3 rotas para diversos contaminantes de interesses distintos, sendo elas:



- Expostas no passado: Trabalhadores da empresa e das Minas durante seu funcionamento, suas famílias e os trabalhadores terceirizados; População que residia no entorno da mineradora e das Minas e moradores de Vila Mota e Capelinha;
- Expostas no presente: População residente entre Vila Mota e Capelinha; Trabalhadores da região de Vila Mota e Capelinha que atuam com movimentação do solo, como agricultura, abertura de valas, manutenção de estradas, trabalhos de remediação e outras;
- Expostas no futuro: Serão consideradas as mesmas populações expostas no presente.

Diante dos relatos de diversos autores mencionados neste capítulo observa-se que são inúmeros os impactos ambientais, decorrentes da produção da mineradora, o qual afetou um município de forma completa, impedindo o seu crescimento, gerando desconforto e problemas sociais nos moradores.

#### 4.4 CICLO DE VIDA DO PRODUTO - CHUMBO

Segundo Atikins (2006), o chumbo é um dos mais importantes metais desde a revolução industrial, sua aparência é branco azulado, com número atômico 82, pertencente ao 5º período da tabela periódica e ao grupo do carbono (Grupo 14), os íons derivados de chumbo podem estar associados a mais de 60 tipos distintos de minerais.

A obtenção de chumbo é feita principalmente a partir do mineral Galena, por apresentar maior concentração do elemento, por volta de 87%. Na sua obtenção é utilizado o método de ustulação. Neste método, inicialmente se aquece o mineral com fluxo de oxigênio obtendo óxido de chumbo como segue a reação. (ROCHA, 1973)

O chumbo é considerado um metal pesado indiferente das definições utilizadas para esta designação, dentre as principais definições tem-se a classificação de metal pesado apenas para elementos que apresentam massa específica acima de  $3,5 \text{ g.cm}^{-3}$ , sendo o chumbo um metal com massa específica maior que  $10,0 \text{ g.cm}^{-3}$ . Outras definições de metal pesado consideram a massa

atômica, sendo o sódio (massa atômica 23) dado como referência, ou consideram o número atômico, sendo o cálcio (número atômico 20) como referência (LIMA E MERÇON, 2011).

Os estados de oxidação do chumbo são (0), (I), (II) e (IV), porém nos ambientes naturais é encontrado, predominantemente, sob a forma  $Pb^{+2}$ , que é a mais tóxica. O estado de oxidação  $Pb^{+4}$  forma compostos orgânicos estáveis, que também são tóxicos, representando risco à saúde do homem, nos países que utilizam, ainda, aditivos com chumbo na gasolina (FIGUEIREDO, 2000).

Raramente aparece no seu estado elementar, mas em combinação com outros elementos, sendo os seus minerais mais importantes a galena ( $PbS$ ), a cerussita ( $PbCO_3$ ), a anglesita ( $PbSO_4$ ), a piromorfita ( $Pb_5Cl(PO_4)_3$ ), a vanadinita ( $PbCl(VO_4)_3$ ), a crocoíta ( $PbCrO_4$ ) e a wulfenita ( $PbMoO_4$ ).

As atividades antrópicas, como as indústrias e a mineração, podem liberar chumbo e seus compostos para os rios, atmosfera e para os solos, contribuindo para o enriquecimento desse metal no meio ambiente.

As mineradoras são consideradas as mais propícias a gerar contaminação, representam perigo à saúde da população residente no entorno das mesmas. Essas populações, principalmente as crianças, ficam expostas às emissões dessas fontes, com a ingestão de água e alimentos, como ainda pela ingestão de partículas dos solos e inalação de poeiras contaminadas.

Segundo Cunha (2003), os rejeitos abandonados também podem constituir fontes potenciais de contaminação, porque, em geral, são incorporados ao ambiente e ali permanecem durante muitas décadas. Destacam-se os particulados emitidos pelas refinarias um dos principais causadores de contaminação de solo e superfície, sendo que o chumbo nesses materiais ocorre sob a forma de  $PbS$ ,  $PbO$ ,  $PbO_2$ ,  $PbSO_4$  e  $PbO.PbSO_4$ .

Nos Estados Unidos, uma das maiores fontes de exposição de chumbo para as crianças é a tinta de pintura das casas construídas antes de 1978, quando os pigmentos de cor continham chumbo; e 83 a 86% das construções datam desta época. A tinta deteriorada forma resíduos que são facilmente ingeridos pelas crianças em suas atividades habituais de levar as mãos à boca (ATSDR, 2000).

Mundialmente, a combustão de gasolina com aditivos contendo chumbo também representou aproximadamente 90% de todas as contribuições antropogênicas na década de 80, e a inalação dessas emissões foi significativa via

de exposição. Em alguns países ainda se utilizam aditivos de chumbo na gasolina, resultando em emissões danosas à saúde pública. Emissões atmosféricas passadas e presentes contribuem para aumento dos teores de chumbo nos solos, principalmente em áreas próximas de autoestradas (ATSDR, 2000; CCME, 1996).

Trabalhadores de indústrias de chumbo, refinarias e indústrias de manufaturados podem ficar expostos a este metal. A maior via de exposição para trabalhadores é a inalação de poeiras, fumos e vapores. Outras fontes de contaminação por chumbo são: contaminação de alimentos quando da produção, processamento e empacotamento; guardar alimentos em potes de cerâmica e vidros que contenham chumbo; cigarro, bebidas alcoólicas destiladas e certas atividades, como reparos em baterias, modelar cerâmica, pintura, pesca, entre outras.

#### 4.4.1 ACV NA INDÚSTRIA

No caso da indústria mineradora, pode-se entender que os ciclos de vida dos seus produtos tiveram seu início em 1941, quando a mesma foi autorizada a operar como mineradora, porém a primeira instalação foi efetivada em 1945, nesse momento é possível entender que foi o startup de todo o empreendimento.

O processo do ciclo de vida do produto pode atuar em 4 estágios, dentro da empresa estudada é possível identificar cada uma delas da seguinte forma:

- **Introdução:** Momento que a empresa iniciou suas operações em 1945, começando a operar realizando o beneficiamento e fundição do chumbo, com uma produção de 3000 toneladas ao ano;
- **Crescimento:** Nesta etapa é quando a empresa consegue avançar sua produção, aumentando sua capacidade, representando assim o seu crescimento como indústria. A indústria mineradora passou por esse estágio quando ampliou sua capacidade de produção, instalando novos equipamentos, chegando a operar para 7.000 toneladas ao ano, tendo dobrado sua capacidade inicial.
- **Maturidade:** Ocorreu no período em que a empresa produziu de forma estável, mantendo o emprego na região, conseguindo cumprir com

seus objetivos e metas, nessa fase a produção chegou a 12.000 toneladas ao ano;

- Declínio: Nesse momento a empresa começou a enfrentar os problemas no mercado, ligados também as questões ambientais, resultando no fechando da empresa, gerando desemprego e danos irreparáveis na região.

Para melhor entendimento desses dados, segue tabela abaixo:

Tabela 4.4.1 - ACV Mineradora

	Introdução	Crescimento	Maturidade	Declínio
Produção (Toneladas ao ano)	3000	7000	12000	Inferior a 7000

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A aplicação do ACV na empresa teria como missão melhorar os aspectos ambientais, levando em consideração o processo produtivo apresentado no tópico 2.3.1, a utilização dessa ferramenta teria auxiliado em diversos fatores importantes, que afetariam não apenas a questão ambiental da empresa mais também a sua visão estratégica.

Ainda na visão de representar o processo de avaliação dos produtos da indústria, segue abaixo uma tabela com a evolução de sua produção retratada produto por produto.

Tabela 4.4.2- Relação dos Produtos Finais- Mineradora

Produto	Unidade	Quantidade/ano	
		Década de 70	Década de 90
Chumbo refinado	Ton	15.000	51,37
Prata	Kg	13.500	64
Ouro	Kg	25	60
Mattes cupríferks	Ton	500	1.200
Escórias	Ton	10.000	41.140

Fonte: Processo de licenciamento IAP (1990).

A mineradora poderia ter operado de com processos ambientais viáveis, tendo sua produção alinhada com conceitos de qualidade e valor agregado, dessa forma o fator ambiental e econômico seriam administrados com outra visão dentro da área da análise do ciclo de vida.

Para qualquer empresa são diversas as vantagens que a aplicação da ACV pode resultar, no caso específico da mineradora, podem-se destacar os seguintes benefícios:

- Avaliação ambiental de forma sistemática;
- Análise das trocas ambientais associadas com um ou mais produtos ou processos específicos para obter dos tomadores de decisão (estado, comunidade e outros) aprovação para alguma ação planejada;
- Quantificação das emissões de poluentes para o ar, água e terra durante cada estágio do ciclo de vida;
- Avaliação dos efeitos do consumo de materiais e das emissões de poluentes sobre o meio ambiente;

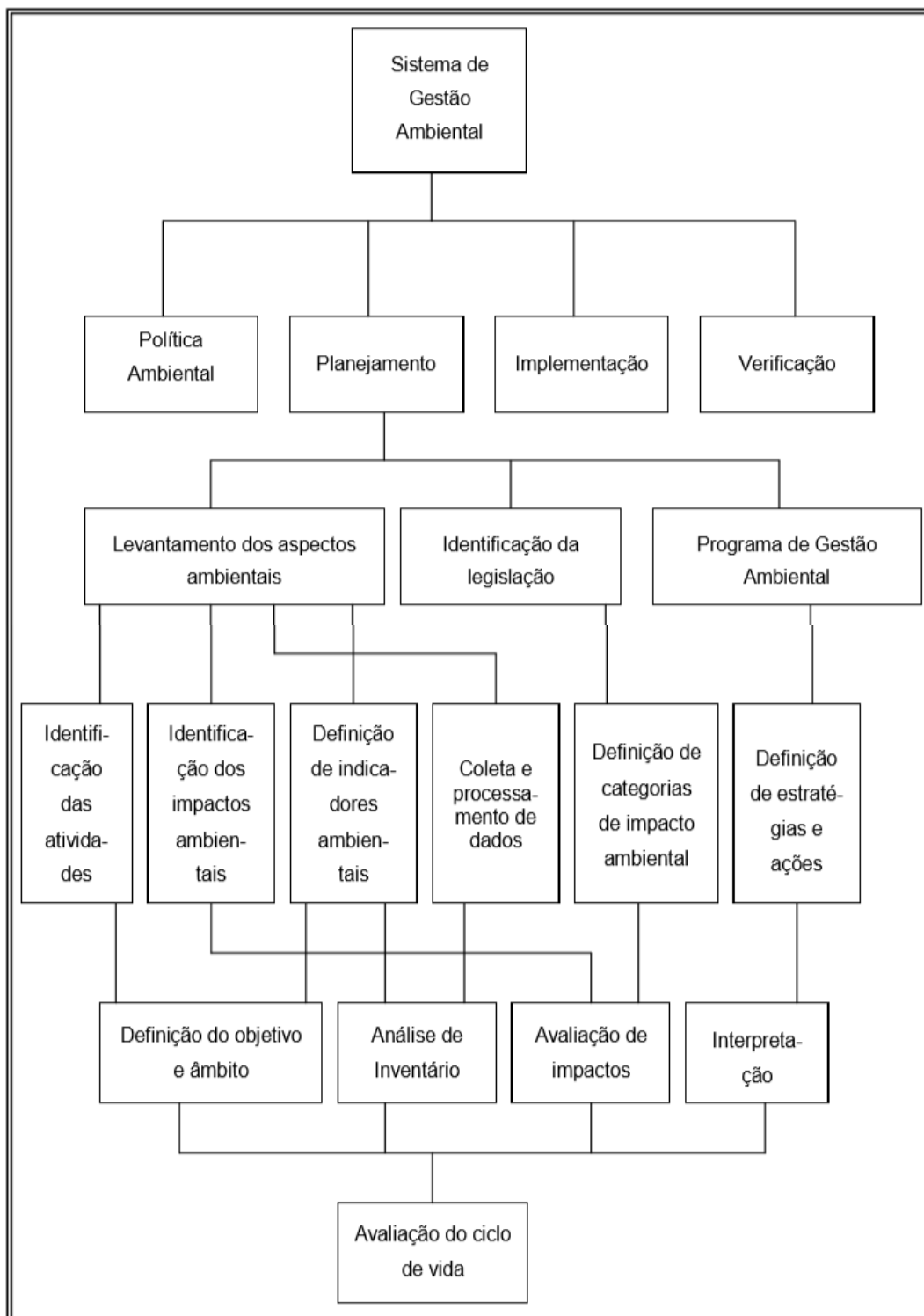
#### 4.4.3 ACV- Auxílio no SGA- Sistema de Gestão Ambiental

No caso da empresa estudada, esse tópico seria crucial para o levantamento de dados sobre os poluentes e degradações que vinham ocorrendo nas regiões próximas a empresa, sem dúvida, não houve preocupação ambiental por parte da empresa em elaborar métodos que pudessem auxiliar a empresa a visualizar tais situações.

O uso do SGA, na operação da mineradora poderia ter auxiliado na tomada de decisões nos gestores, bem como o aprimoramento das leis ambientais, e dos possíveis impactos que sua produção poderia ocasionar, sendo assim o trabalho para eliminar tais passivos poderia ter mudado a história da empresa.

Na estrutura do ACV, a ferramenta pode ser melhor entendida e sistematizado conforme figura abaixo.

FIGURA 4.4.3 - Fase de planejamento do SGA vs estrutura de aplicação da ACV.



Fonte: Carreira et al (2017).

A figura 4.4.3 mostra o paralelismo existente entre a fase de planejamento do Sistema de Gestão Ambiental e as fases da ACV. Os resultados alcançados com a utilização dessa ferramenta contribuem para a tomada de decisão, pois fornece informações que devem ser consideradas durante a implementação e manutenção do SGA.

#### 4.5 IMPACTOS AMBIENTAIS

Durante a operação da indústria, houve uma grande repercussão quanto as diversas degradações resultantes da empresa, este fato levou a Unicamp a realizar estudos no município para levantamento de todas as ocorrências existentes ligadas à impactos ambientais.

Em 2001, os problemas da contaminação do município alcançou a esfera pública, sendo divulgadas pelo jornal Gazeta do Povo, no qual apresentava uma conclusão que o caso não era tão alarmante, o que não coincidia com os dados apresentados também no Jornal Nacional, o qual foi claro ao apresentar o caso com informações da pesquisa que retratavam problemas graves de saúde na cidade.

Segundo Chehebe (1998), existem categorias resultantes em impactos ambientais, no caso da mineradora, podendo-se destacar como: exaustão de recursos não renováveis e toxicidade humana e ecotoxicidade.

##### 4.5.1 Exaustão de Recursos não Renováveis

A produção de chumbo da indústria resultava entre 200 e 300 ton mensais e as escórias da redução eram solidificadas em potes de ferro fundido e lançadas nas circunvizinhanças. Os gases da fusão, da ustulação e do refino eram encaminhados “in natura” à atmosfera, os resíduos sólidos que a indústria gerava, era de duas naturezas: sucata e escória da metalurgia.

Em 1954 a mineradora começou a emitir os seguintes resíduos industriais: gases gerados na ustulação, pela redução e pela queima de derivados de petróleo nas operações de refino, poeiras emanadas por algumas fases do processo metalúrgico. Todos esses resíduos apresentavam grande risco de serem levados ao rio ribeira por meio das águas pluviais

Já em 1974 a empresa preencheu um formulário denominado “Levantamento Industrial”, informando as matérias primas utilizadas no seu processo fabril, nesse mesmo documento foi informado que os esgotos sanitários eram encaminhados para fossas, descrevendo ainda que todo o efluente industrial era lançado continuamente no rio Ribeira, sem tratamento, com vazão de 1.440.000 litros.

Em outubro de 1975, a UFPR realizou análise em amostras de três fontes de água, com finalidade de consumo humano. As três amostras foram condenadas, principalmente a que servia no momento para abastecer as casas da Vila Operária, inclusive com ressalva para corte de abastecimento imediato. As águas apresentavam altos índices de mineralização, com elevado grau de dureza, elevado teor de matéria orgânica e nitratos.

A mineradora implantou no ano de 1979, um sistema de decantação das águas residuárias do setor de fusão de minério de chumbo, dessa forma não foram mais lançados efluentes no Rio Ribeira, e apenas em 1983 foram implantados filtros de manga para remoção de material particulado que até então eram lançados na atmosfera.

#### 4.5.2 Toxidade Humana

A poluição atmosférica compreendia em SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>, sendo 66.000 ton/ano de minério bruto, totalizando 50 a 55% de chumbo, diante desse exposto o Ofício 034/74- CP/SP da Administração de Recursos Hídricos informava que os parâmetros: turbidez, sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis, sólidos voláteis, resíduo fixo e cianeto (3,75 mg/L) ultrapassavam o limite máximo estabelecido pela legislação, como proposta e solução foi sugerido a construção de uma baía de sedimentação. (RÚBIO ET AL, 2008)

Ainda segundo o autor os moradores da cidade na época que a empresa operava, informavam que era necessário colocar panos úmidos embaixo das portas das casas, devido a fumaça que saía da chaminé, alguns moradores também relacionavam a exposição ao chumbo com o elevado número de portadores de deficiência mental atendidos pela APAE local. Há outros ainda que relacionam todo e qualquer problema de saúde à exposição ao chumbo: “moro aqui há quatro anos e acho que todo pessoal que mora aqui está contaminado”.



As emissões das escórias pela chaminé, segundo informações da mineradora de Adrianópolis eram utilizadas na pavimentação das estradas, porém o alto teor de chumbo contaminou o solo da região da Vila Mota e Capelinha, atingindo também os alimentos produzidos na região, como as folhas das hortaliças e pastagem que alimenta o gado. (CUNHA, 2003).

Segundo Cassiano (2001), nas proximidades da metalúrgica (cerca de 1.300 m) encontrava-se, até o início do ano de 2006, pilhas de rejeitos da fundição e concentração, enquanto os rejeitos de concentração ocupavam uma extensão de 5 hectares, com pilhas de 3 m de altura e estimado em 300.000 ton.

Conforme descreveu Cunha (2003), os minérios metalíferos foram transformados em processos de concentração, resultando em subprodutos, os quais eram chamados de tailings. Tais rejeitos por mais que sejam chamados de rejeitos ainda assim podem possuir toxicidade concentrada por conta das partículas de metais existentes.

Cassiano (2001) estudou as pilhas de rejeitos (análises químicas, mineralógicas e toxicológicas e experimentos de lixiviação) evidenciando o risco potencial ao meio ambiente e à saúde humana representada pelos rejeitos.

Segundo Cunha (2003), houve exposição excessiva das pilhas de rejeito, localizada em locais de atividade de pessoas, bem como brincadeiras das crianças, apresentando vários riscos devido as partículas finas com elevadas concentrações de chumbo, que podem ser inaladas e ingeridas.

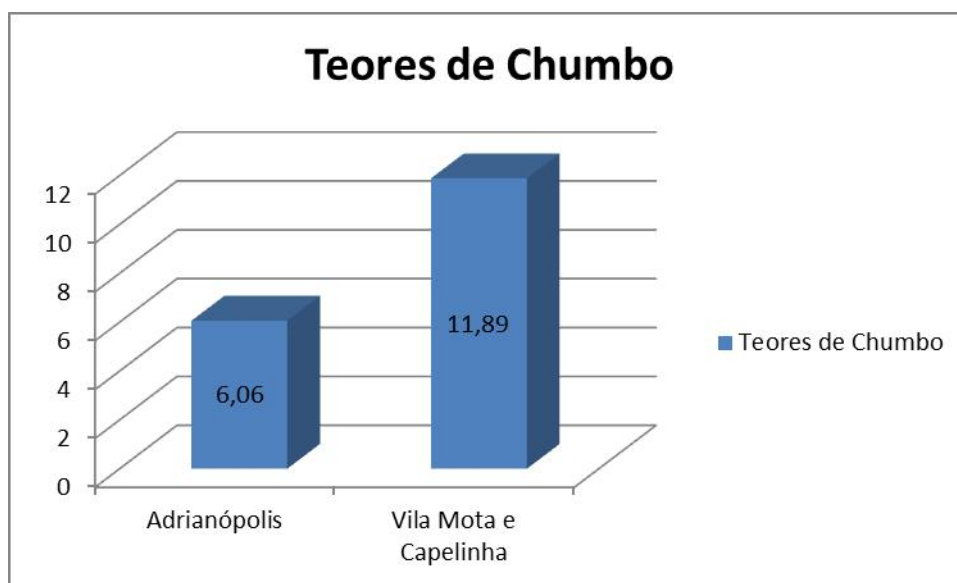
De acordo com Tavares (1990), estudar a exposição ambiental a este metal, significa produzir equilíbrio entre absorção, excreção e deposição nos compartimentos dos tecidos moles e mineralizados. Os estudos realizados, na época também contemplaram conversas com as escolas, professores e diretores, pois a pesquisa iria avaliar a amostragem de sangue de crianças com faixa etária de 7 a 14 anos. Os primeiros resultados já apresentaram concentrações de chumbo mais elevadas do que o permitido nas regiões da Vila Mota e Capelinha, ambas da região de Adrianópolis- PR.

#### 4.5.2.1 Teores de chumbo no sangue das crianças

Os estudos coletados em relação a este tipo de impacto, evidenciaram que a média aritmética dos teores de chumbo nas amostras de sangue (PbS) das crianças

que participaram do estudo na região de Adrianópolis foi de  $6,06 \mu\text{g dL}^{-1}$  (área urbana do município de Adrianópolis) e  $11,89 \mu\text{g dL}^{-1}$  em Vila Mota e Capelinha (áreas rurais do município de Adrianópolis). (CUNHA, 2003)

Gráfico 4.5.3 - Teores de Chumbo regiões de Adrianópolis



Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Cunha (2003) - (2019).

Segundo a classificação do CDC (1991), que categoriza os riscos relacionados à saúde das crianças (Tabela 3.1), a população infantil estudada residente em Vila Mota e Capelinha foi que apresentou a situação mais crítica: 40% das crianças está classificada na Classe I (valores = ou  $< 9 \mu\text{g dL}^{-1}$ ); 37,2% está na Classe IIA ( $10 - 14 \mu\text{g dL}^{-1}$ ); 9,6% está na Classe IIB ( $15 - 19 \mu\text{g dL}^{-1}$ ) e 12,8% está na Classe III ( $20 - 44 \mu\text{g dL}^{-1}$ ). Essa classificação mostra que 44 crianças apresentaram teores de chumbo no sangue acima de  $10 \mu\text{g dL}^{-1}$ , necessitando de exames médicos periódicos para acompanhamento, enquanto 12 crianças mostraram teores de chumbo no sangue acima de  $20 \mu\text{g dL}^{-1}$ , já necessitando de intervenção médica. (CUNHA, 2003)

#### 4.5.2.2 Teores de chumbo na água superficial e das torneiras residenciais

Segundo dados da CETESB, estação de monitoramento ambiental, foi constatados teores que variavam de  $<0,02$  a  $0,34 \text{ mg L}^{-1}$ , durante o período entre 1978 e 2000, porém os teores mais elevados foram registrados no de 1996 correspondendo a valores acima de  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ , este dado corresponde ao limite máximo permitido para este elemento segundo a Resolução nº 20 do CONAMA (1986).

No período que a mineradora teve maior produção foram nos anos de 1986 a 1996, resultando num maior fornecimento de materiais nas águas do rio ribeira, como consequência maior contaminação de chumbo. (CUNHA, 2003).

Os dados analíticos do relatório da CETESB (2000a) e os resultados apontados por Cunha (2003), confirmaram que desde 1997 as concentrações de chumbo nas águas fluviais da região do Alto Vale são baixas ( $<0,002$  a  $0,006 \text{ mg L}^{-1}$ ), indicando que a região não está mais influenciada pela atividade de mineração do passado. Isto mostra que com a paralisação total das atividades de mineração e da refinaria, principais fontes de chumbo no meio ambiente, as concentrações de chumbo na água superficial ficaram diluídas.

De acordo com o estudo produzido, as concentrações de chumbo nas águas das torneiras residenciais foram muito baixas ( $<0,005$  a  $0,008 \text{ mg L}^{-1}$ ), mostrando que a água consumida pela população não estava contaminada por chumbo, independentemente da origem.

Tabela 4.5.2.2: Concentrações de chumbo em amostras de água superficial ao longo dos anos 1989 a 2000 e em amostras de água de torneiras residenciais no Alto Vale do Ribeira

ÁGUA SUPERFICIAL		
Ano	Concentrações de chumbo ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Referência bibliográfica
1978-2000	$< 0,02$ a $0,34$	CETESB, 1979 - 2001
1986	$< 0,01$ a $0,21$	EYSINK et al., 1988
1997-1998	$< 0,002$ a $0,005$	CETESB, 2000a
1998-2000	$< 0,005$ a $0,006$	CUNHA, 2003
ÁGUA DA TORNEIRA		
Ano	Concentrações de chumbo ( $\text{mg L}^{-1}$ )	Referência bibliográfica
1999	$< 0,005$ a $0,008$	CUNHA, 2003

Fonte: CUNHA (2003).

Segundo Eysink et al (1988), os valores de pH observados nas amostras de água, tanto superficiais quanto das torneiras residenciais, variaram entre 7 a 8,7, levemente alcalinos, devido à presença das rochas carbonáticas mostraram que a partir de Iporanga os valores de pH são levemente ácido, em torno de 6,5, refletindo a mudança de litologia.

#### 4.5.2.3 Teores de chumbo nos sedimentos de corrente

As concentrações de chumbo, segundo Cunha (2003) nas amostras de sedimentos de corrente coletadas no rio Ribeira foram:  $30,8 \mu\text{g g}^{-1}$ , no ponto situado próximo à cidade de Ribeira;  $34,7 \mu\text{g g}^{-1}$  a 3 km de Itaóca, na balsa, e  $175,5 \mu\text{g g}^{-1}$  no ponto situado próximo à cidade de Iporanga. A amostra de sedimento de corrente no ribeirão Betari, em Serra, no município de Iporanga, mostrou teor de chumbo de  $527,2 \mu\text{g g}^{-1}$ . Esses resultados indicam que os teores de chumbo nos sedimentos de corrente no Vale do Ribeira são bastante elevados.

Considerando que os compostos inorgânicos de chumbo são muito pouco solúveis em águas superficiais com pH acima de 7, e que o pH na região é governado principalmente pela presença de rochas carbonáticas, encaixantes dos corpos mineralizados, o chumbo tende a se precipitar e permanecer adsorvido nos sedimentos de corrente. (EYSINK et al, 1991).

#### 4.5.2.4 Teores de chumbo nos solos superficiais, na escória e no rejeito

Conforme o estudo de Cunha (2003), foram realizadas coletas de amostras retiradas do solo, com distâncias específicas em relação a indústria mineradora, tais dados estão representados na Figura 4.2.2.4.

Nos solos, as concentrações de chumbo variaram de 21 a  $916 \mu\text{g g}^{-1}$ . Na escória foi encontrado 2,5 % e no rejeito, 0,7 % de chumbo.

Tabela 4.5.2.4 - Concentrações de chumbo nas amostras de solo superficial

Número da amostra	Teor de chumbo $\mu\text{g g}^{-1}$	PH	Distância da Mineradora
1	175	6,6	5 Km
2	432	6,6	2,5 Km
3	343	7,9	1,2 Km
4	63	6,2	1 Km
5	672	6,7	1 Km
6*	904	6,5	300 m
7	397	6,5	500 m
8	916	6,3	900 m
9*	802	5,5	900 m
10	76	5	1 Km
11	117	6,7	1,4 km
12	245	5,9	1,5 km
13*	217	7,2	1,7 Km
14*	293	6,3	1,8 Km
15	37	5,9	2 km
16	52	5,6	3,5 km
17	76	5,9	3,6 Km
18	58	5,8	4,5 Km
19	21	5,6	6,5 km
20	37	5,8	6,0 km
21	26	5,5	9,5 km

Fonte: CUNHA (2003).

Os resultados das amostras coletadas apresentam a distribuição do chumbo nos solos, o que significa que as emissões de partículas oriundas da refinaria foram concentradas nos solos da região. As partículas emitidas pelas chaminés da planta mineradora são compostas por refino do chumbo (fonte antropogênica), as quais devem cair em locais próximos à fonte de emissão. Esses dois fatores levaram ao enriquecimento de chumbo na camada superficial dos solos próximos à mineradora, em Vila Mota e Capelinha.

#### 4.6 ANÁLISE DE RISCO

O chumbo é o componente gerador do maior risco de contaminação para a indústria, sendo responsável por impactos ambientais no solo na água e também na saúde das pessoas. Entretanto a análise de risco é uma ferramenta que antecede a existência de possíveis problemas que a produção pode apresentar.

Para melhor entendimento segue abaixo uma tabela para análise de riscos, voltado aos possíveis impactos ambientais:

Tabela 4.6 - Análise e avaliação de riscos

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCOS					
PROBABILIDADE	DESPREZÍVEL (10%)	BAIXO (30%)	MODERADO (50%)	ALTO (70%)	MUITO ALTO (90%)
		0,1	0,3	0,5	0,7
IMPACTO	DESPREZÍVEL	BAIXO	MODERADO	ALTO	MUITO ALTO
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
LEVANTAMENTO GERAL DOS RISCOS					
DESCRIÇÃO DO RISCO	TIPO	PROBAB.	IMPACTO	AÇÃO	RESPONSÁVEL
Eliminação de Escória - Acima do Permitido	Ameaça	Muito Alto	Muito Alto	Medida Corretiva-Urgência	Meio/Ambiente-Gestores
Formação de pilhas de rejeito	Ameaça	Moderado	Moderado	Ações de Melhorias	Meio/Ambiente-Gestores
Poluição dos rios subjacentes	Ameaça	Muito Alto	Muito Alto	Medida Corretiva-Urgência	Meio/Ambiente-Gestores
Poluição água das torneiras	Ameaça	Baixo	Baixo	Observação	Meio/Ambiente-Gestores
Contaminação do solo	Ameaça	Moderado	Moderado	Ações de Melhorias	Meio/Ambiente-Gestores

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Tabela 4.6.1- Matriz de Risco

		IMPACTOS				
		-0,05	-0,1	-0,2	-0,4	-0,8
PROBABILIDADE	0,9					
	0,7					
	0,5					
	0,3					
	0,1					

	Riscos e Impactos Baixos
	Riscos e Impactos Moderados
	Riscos e Impactos Elevados

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os dados apresentados nas tabelas apresentam o nível de riscos de cada situação, o que implica na urgência dos riscos e impactos elevados, esta gestão de riscos poderia influenciar a tomada de decisões e agilizar as medidas protetivas referente as contaminações pré existentes do processo de mineração, em prol não apenas do cumprimento das exigências dos órgãos ambientais, mas também para a segurança da população.

## 5 CONCLUSÕES E RESULTADOS

A história da empresa mineradora de Adrianópolis, retratada neste trabalho demonstra a real situação do nosso país referente às produções industriais e suas consequências ambientais e econômicas para a sociedade, entende-se que o processo industrial pode ser tornar a forma mais agressiva para danificar a natureza, podendo resultar em diversos tipos de degradações.

A mineradora em questão operou por mais de 50 anos na cidade, durante esse período não foi realizado uma adequação industrial em prol da redução de danos, a falta de responsabilidade dos gestores dessa empresa, resultou num desastre ambiental gravíssimo, atingindo de forma ofensiva as famílias da cidade.

A produção do chumbo ocasionava a emissão de resíduos sólidos que eram de duas naturezas sucata e escória da metalurgia, porém as escórias eram solidificadas e lançadas na circunvizinhança, ocasionando inalação das partículas contaminantes expostas ao ar, atingindo as pessoas que viviam aos arredores da empresa. Ainda sobre as escórias, segundo informações da mineradora, tais resíduos também eram utilizados para a pavimentação de estradas na região, porém o resultado foi absolutamente negativo para a cidade, pois o alto teor de chumbo contaminou o solo, atingindo os alimentos produzidos nas hortas.

Outra situação responsável pela contaminação num âmbito amplo da sociedade, se deve às pilhas de rejeitos que a empresa deixou pela cidade, sendo uma extensão de 5 hectares, com pilhas de 3 m de altura e estimado em 300.000 ton, tais rejeitos continham grandes concentrações de metais, elevando o potencial de risco à saúde humana.

Os impactos decorrentes da produção da indústria levaram uma grande repercussão que alcançou também a esfera pública, sendo divulgada a história da empresa em jornais e também na televisão, ambos retratavam os graves problemas ligados a saúde dos moradores do município.

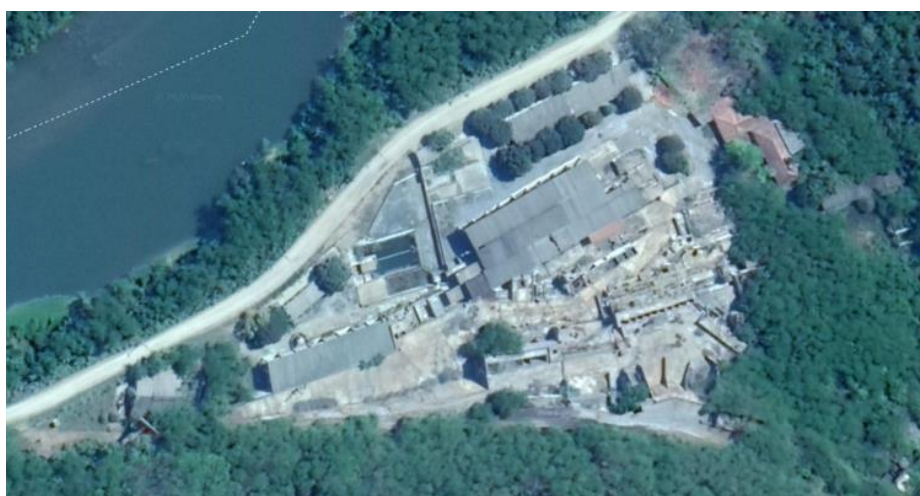
Ficou evidente neste estudo que a presença da refinaria de chumbo em Vila Mota, no município de Adrianópolis exerceu grande influência nos níveis de chumbo no sangue encontrados nas populações de crianças residentes nas adjacências da planta de refino.

Como as concentrações de chumbo nas águas fluviais e das torneiras residenciais foram muito baixas, pode-se afirmar que a água não é o veículo de



contaminação do chumbo na região. Também os teores de chumbo que foram encontrados nos sedimentos de corrente não representam fator de risco, visto que, pelos valores do pH da água, dificilmente o metal permanecerá solúvel no ecossistema aquático. Porém, as elevadas concentrações de chumbo nos solos superficiais encontradas na região próxima à usina de refino em Vila Mota e Capelinha.

Fotografia 5 – Planta da Mineradora



Fonte: Google Earth (2020).

Os resultados dos estudos realizados evidenciaram que as atividades da mineradora, exerceram grande influência nos níveis de chumbo no sangue das crianças que residiam nas adjacências da planta de refino, podendo ser considerados, atualmente como fonte de exposição.

Após toda essa avalanche de problemas e contaminações, o município de Adrianópolis ficou conhecido por ter moradores doentes, tendo dificultado até a busca por emprego das pessoas nas cidades vizinhas.

Durante o período que a mineradora operou, ela alavancou a economia da cidade, sendo responsável por um grande número de empregos que fornecia, sendo assim com o fechamento da mesma, muitas pessoas ficaram desempregadas, afetando a economia da cidade.

## 5.1 VANTAGENS DA ACV NA MINERADORA

De acordo com os autores citados neste trabalho, a vida de um produto deve ser estudada dentro de um ciclo pré-estabelecido antes da inserção do mesmo no mercado, para que sua durabilidade seja analisada e observada ao longo de sua existência, bem como o controle de seus possíveis impactos negativos.

No caso da indústria de Adrianópolis a ferramenta ideal que poderia ter sido utilizado na gestão da empresa seria a ACV (Análise do ciclo de vida), a qual identificaria as oportunidades de melhorar as diversas fases do processo produtivo considerando os impactos que podem surgir.

O primeiro passo da ACV trataria em identificar todos os insumos que entram no processo produtivo, como ocorre a operação de cada um, destacando o processo desde a entrada na indústria até a armazenagem e por último a venda. Nessa etapa a mineradora levaria em consideração a preocupação com o chumbo e com o descarte final das escórias recorrentes da produção, evitando o fato de ter sido lançado nos rios da cidade tais rejeitos que resultaram numa contaminação irreparável na cidade.

O segundo passo da ACV abordaria um estudo específico de cada etapa do processo produtivo, mensurando seus custos e valores, sem dúvida nesse estágio da gestão haveria o conhecimento detalhado de todos os custos existentes, para gerenciamento e análises financeira. O terceiro passo, pode-se entender que teria sido o mais importante para a empresa mineradora, pois se trata de identificar melhorias a serem aplicadas dentro do processo produtivo da empresa.

A aplicação da ACV na empresa mineradora iria unir duas funções primordiais para o setor industrial, sendo a qualidade tecnológica ou a qualidade ambiental, salientando o valor agregado para o consumidor e também para a sociedade. Entretanto, o trabalho efetivo dessas três bases de desenvolvimento teria tornado a empresa mais competitiva para o mercado de trabalho, exibindo mudanças ligadas à qualidade e desenvolvimento do produto.

Na área ambiental a ACV teria destaque para avaliar de forma sistêmica os fatores ambientais, como por exemplo, a quantificação das emissões de poluentes para o ar, água e terra durante cada ciclo de vida ou do processo que pode contribuir para um maior nível de emissão.

Outro fator positivo que seria atendido na execução desta ferramenta compreende-se na avaliação dos efeitos de consumo dos materiais poluentes sobre o meio ambiente e também sobre o homem.

Contudo essa ferramenta trabalharia anexa ao sistema de gestão ambiental – SGA, seriam utilizadas pelos gestores da empresa para auxílio na tomada de decisões referente aos equipamentos, bem como seu uso, durabilidade e melhorias, sendo assim o planejamento estratégico da organização teria como base a efetivação dessas ferramentas de análises.

A efetivação do SGA na administração da mineradora teria apresentado um ponto positivo para a tomada de decisões, em especial para o conhecimento, aprimoramento e inclusão das leis ambientais nos processos produtivos da empresa. Os resultados favoráveis para essa análise, sem dúvida, teriam sido primordiais para evitar os possíveis impactos ambientais existentes.

Logo, após as abordagens supracitadas, existem diversas ferramentas de gestão disponíveis para auxiliar no controle e planejamento estratégico de uma organização, no caso da mineradora é notório que se tivesse ocorrido uma gestão voltada a melhoria de processos, o resultado da indústria pode ter sido totalmente diferente do que realmente ocorreu. Todos os fatos descritos no presente estudo demonstram que o ponto negativo da mineradora foi operar sem nenhum tipo de controle do seu processo produtivo, não tendo conhecimento específico sobre leis ambientais e como segui-las e adequá-las na realidade da empresa.

Existem ainda outro fato da mineradora que declara o quanto a irresponsabilidade e sonegação de respeito foi pertinente na realidade dessa empresa, a planta existente foi deixada no local abandonada, com equipamentos, matéria-prima e rejeitos “largados” nas localidades da empresa.

Com o intuito de apresentar aos leitores deste estudo um esclarecimento de possíveis ações que teriam evitado em grande proporção o desastre ambiental de Adrianópolis, destaca-se o tema descomissionamento de ativos como ferramenta para gerenciar, redefinir, reestruturar uma indústria, realizando sua paralisação de atividades com o maior cuidado e responsabilidade ambiental.

## 5.2 DESCOMISSIONAMENTO

Como já informado a mineradora de Adrianópolis finalizou suas operações em 1995, ou seja, a empresa parou de produzir e deixou a estrutura da empresa abandonada, ou seja, não foi realizada a retirada dos equipamentos de acordo com as normas e legislações pertinentes.

Entende-se que ainda após a paralisação da produção industrial da mineradora, houve na cidade grande contaminação pelos rejeitos localizados em diversos pontos da planta da empresa, incluindo uma pilha de escórias nas redondezas da empresa.

No caso da mineradora, o descomissionamento teria sido um instrumento que atenderia o desenvolvimento sustentável, utilizando procedimentos, normas e padrões de manutenção para a preservação e qualidade ambiental.

O processo do descomissionamento poderia ter retratado a retirada definitiva da operação com a remoção correta das instalações. As vantagens da aplicação desse processo afetam o meio ambiente, tecnologia e segurança, o que significa minimizar os impactos ambientais e adotar procedimentos seguros com custos reduzidos.

Segundos os autores retratados o fechamento da mineração, reporta ao processo que acompanha o seu ciclo de vida, logo no caso da indústria de Adrianópolis este procedimento só seria liberado após a aprovação de diversos trabalhos realizados voltados ao nível de gerenciamento do passivo existente na empresa. O primeiro passo a ter sido seguido pela mineradora para implementação desse instrumento, compreende-se em realocar todos os equipamentos no ato do fechamento da empresa, providenciar a venda, o transporte e a retirada adequada das instalações fabris da indústria.

O segundo passo após o descomissionamento da mineração, seria o “pós-fechamento”, essa etapa ocorreria após a efetivação de todas as medidas de desativação, sendo nesse momento que ações e medidas de recuperações ambientais seriam pré-determinadas.

Entretanto neste momento haveria a criação de programas sociais e ambientais para atingir os objetivos propostos no fechamento da empresa, neste momento são avaliados se tais medidas estão sendo eficazes, podendo ser

corrigidas a tempo, pois o objetivo real é preservar e monitorar o ar, água, efluentes, fauna e flora.

Nesse processo de pós fechamento devem ser considerados dois cenários, o cuidado permanente e o temporário ou transitório, sendo o primeiro o cuidado permanente, a mineradora então iria monitorar por diversos anos as operações criadas em prol da preservação e recuperação ambiental, como exemplo o caso de tratamento de águas e plantações de árvores nas proximidades das residências.

Já no cuidado temporário ou transitório seriam atividades que a mineradora iria realizar junto ao fechamento das operações, podendo ser empregados em serviços de reparação, monitoramento ambiental e manutenção de áreas revegetadas. A área que a empresa ocupa poderia também ter sido enquadrado na fase do “Uso Futuro” do descomissionamento, que trata da utilização das áreas recuperadas após o fechamento, independente se a mesma for rural ou urbana.

As opções para restauração da terra seriam aumentar as áreas de pastagem, fabricação de polo industrial, reflorestamento, criação de parque industrial ou condomínios, porém toda a construção que visse a ser realizada deveria preservar uma produção limpa, com máxima reutilização, reciclagem e também eficiência energética.

Para efetivação do uso futuro das áreas de restauração seria indispensável que as propostas da mineradora fossem baseadas nas necessidades econômicas da comunidade e projetos de desenvolvimento do uso da terra, sendo interessante a criação de planos diretores, municipais para a condução dos projetos a serem criados. O descomissionamento, sem dúvida, poderia ter sido a solução eficiente para a mineradora, o fechamento da indústria ocorreria de forma segura para a sociedade, não apenas pelas questões ambientais, mas também como esperança futura para o município.

A realidade da mineradora infelizmente foi a mais catastrófica existente, pois não só deixou uma planta abandonada, mas também expos uma cidade inteira às contaminações perigosas, afetando o solo e as águas da região.

Nesse caso existem ainda há necessidade de ações voltadas às áreas que foram consideradas contaminadas, sendo estudos de remediação ambiental, os quais incluem (1) investigação ambiental detalhada, e (2) adoção de medidas emergenciais para minimizar as vias de exposição. Quando a área não é

densamente povoada, muitas vezes a solução é através da mudança do uso do solo, que pode diminuir os altos custos envolvidos nos trabalhos de remediação.

No município de Adrianópolis seria importante implementar um estudo ambiental completo, procurando identificar as populações afetadas, as fontes e vias de exposição em cada população, bem como realizar estudo de remediação nas áreas. A atividade do descomissionamento é uma ferramenta importante na área de gestão de ativos, podendo analisar e definir os destinos dos ativos de uma organização, evitando a improdutividade de alguns equipamentos, que conseqüentemente podem causar problemas financeiros e até mesmo a paralisação de uma linha de produção.

Entretanto a visão da Gestão De Ativos pode implicar na melhoria dos processos da empresa favorecendo a administração e distanciando as possíveis chances de problemas ambientais.

### 5.3 TRABALHOS FUTUROS

Considerando todas as documentações, estudos e análises sobre o caso de Adrianópolis ficam evidentes a necessidade de estudos adicionais, visando a aplicação de medidas de remediação e educação ambiental, com apoio dos governos municipais e estaduais.

Abaixo algumas propostas para estudos futuros:

- Estudos ambientais com objetivos voltados a avaliação dos impactos de forma quantitativa e qualitativa considerando a abordagem dos serviços ecossistêmicos;
- Estudos exclusivos sobre o descomissionamento em mineradoras com possíveis impactos ambientais e sociais.

Os estudos abrangentes sobre a história da mineradora de Adrianópolis são favoráveis não apenas para esclarecimento do que houve e como uma indústria pode acarretar diversos danos ambientais irreparáveis, mas também como é possível evitar realidades como as descritas por essa indústria.

As indústrias brasileiras precisam se conscientizar sobre seus processos produtivos e todas as emissões existentes em cada fase da operação, procurando

minimizar os riscos de geração de impactos ambientais e contaminações, para isso utilizar todas as leis ambientais vigentes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 31000, 2009. Sistema de Gestão de Qualidade Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro

\_\_\_\_\_. **Avaliação da qualidade do rio Ribeira de Iguape e afluentes**, São Paulo: CETESB, 2000a

AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. ABS - **Guidance Notes on Risk Assessment Applications for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries**, 2000.

ANDRADE, R.F.G. **Evidenciação dos gastos ambientais do ciclo de vida do produto: uma aplicação do custeio baseado em atividades na indústria eletrônica**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos de Pós-graduação stricto sensu em Sistemas de Gestão, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. ATSDR. U.S. Department of Health and Human Services. **Analysis Paper: Impact of lead contaminated soil in public health**. 1992. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/cxlead.html>>. Acesso em: 26 agosto 2019.

\_\_\_\_\_. U.S. Department of Health and Human Services. **Lead toxicity: Case studies in environmental medicine**. Atlanta, 2000. 55p. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/lead/index.html>>. Acesso em: 26 agosto 2019.

ATIKINS, P.; JONES, L., **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1997.

BRASIL. Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989. Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 jul. 1989b.

BRASIL. 1997a. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 237 de 19 de dezembro de 1997. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 01 dezembro 2019

BRASIL, Lei 6938, de 31 de agosto de 1981, Coletânea de Legislação de Direito Ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2006.



BRASIL. Ministério da Saúde. 2001. Portaria n<sup>o</sup> 1469/GM/ 29 de dezembro de 2000. **Norma de qualidade da água para consumo humano**. 2001b. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/portarias/2000.htm>>. Acesso em: 14 novembro 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. São Paulo: Saraiva, 2004.

CARREIRAS, M.; et al. **A análise do ciclo devida como ferramenta de apoio à implementação do Regulamento EMAS II na Escola Superior Agrária de Coimbra**. Escola Superior Agrária de Coimbra, Bencanta, Coimbra, Portugal, 2007.

CASSIANO, A.M. **Fontes de contaminação por metais pesados na bacia do rio Ribeira (SP-PR): estratégias para remediação de uma área de disposição de rejeitos de mineração de Pb-Ag**. 2001. 159p. Tese (Doutorado) (Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. CCME. **Canadian soil quality guidelines for site: human health effects; inorganic lead**. Final report. Canada, 1996. 35p.

CENTERS OF DISEASE CONTROL AND PREVENTION. CDC. U.S.Department of Health and Human Services. **Preventing lead poisoning in young children**. Atlanta. 1991. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/lead5.htm>>. Acesso em: 03 julho 2019.

CENTENO, C.L. **Sistematização de Procedimentos para o fechamento temporário de minas agregados**. 2001. 105p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas Metalúrgica e de Materiais – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

CERVO, A.L. **Metodologia científica**. São Paulo; Pearson Education do Brasil, 2005

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1978. Série Relatórios.

\_\_\_\_\_. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1979. (Série Relatórios).

\_\_\_\_\_. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1988. (Série Relatórios).

CHEHEBE, José Ribamar. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1998

CHEHEBE, José Ribamar. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos**. Rio de Janeiro Qualitymark Editora, 2002.

COELHO, A.C.C.C. **Risco operacional no descomissionamento de unidade marítima fixa de exploração e produção de petróleo**. Dissertação (Mestrado) -

Curso de Pós-graduação stricto sensu em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2010.

COLTRO, et al. **Avaliação da Contaminação por resíduo de mineração da estrada sem pavimentação em Adrianópolis (PR):** V Simpósio sobre Resíduos Sólidos (SIRS), São Paulo: 2017.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. CONAMA. Resolução n<sup>o</sup> 20. Em 18 de junho de 1986. Brasília. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/frlegis.html>>. Acesso em: 01 Ago. 2019.

CUNHA, F. G. 2003. **Contaminação Humana e Ambiental por Chumbo no Vale do Ribeira, nos Estados de SP e PR, BR.** Tese (Doutorado), UNICAMP, Campinas, 111p.

CUNHA, F.G, et al. **Determinants of blood lead levels in an adult population from a mining area in Brazil.** Journal de Physique IV, v. 107, p. 127-130, 2003.

DE CICCO, F.; FANTAZZINI, M. L. **Introdução à engenharia de segurança de sistemas**, 3. ed., São Paulo: Fundacentro, 1993

DI GIULIO, G.M. **Divulgação Científica e Comunicação de risco – Um olhar sobre Adrianópolis, Vale do Ribeira.** Dissertação (Mestrado) UNICAMP, 178p Campinas, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

\_\_\_\_\_. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, 1999. 412 p.

EYSINK, G.G.J. et al. Metais pesados no Vale do Ribeira e Iguape-Cananéia. Ambiente. **Revista CETESB de Tecnologia**, São Paulo, v.2, n.1, p.6-13. 1988.

\_\_\_\_\_. **Avaliação da qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape: considerações preliminares.** São Paulo: CETESB, 1991. Relatório Técnico.

FERNANDES. R; MARTINS. J.C. **Processos de degradação do solo- medidas de prevenção.** Dossier Técnico. Injav Lv.2017.

FIGUEIREDO, B.R. **Minérios e ambiente.** Campinas: Ed. da Unicamp, 2000. 401p.

FIGUEIREDO, B. – **A Contaminação ambiental e humana por chumbo no Vale do Ribeira (SP – PR).** Revista ComCiência – Edição n.º 71, Tema “Terra Viva”, SBPC – Labjor/UNICAMP, 2005

FIGUEIREDO, B.R, et al. O papel da mídia na construção social do risco: o caso Adrianópolis, no Vale do Ribeira. (2008). Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702008000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702008000200004)>. Acesso em 01 ago. 2019.

FLORES, J. C. C. **Fechamento de minas: aspectos técnicos, jurídicos e socioambiental**. 2006. 309 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2006.

GARCIA, R. **Sobre a Terra: um guia para quem lê e escreve sobre ambiente público**. Lisboa. Comunicação Social. 2004

GOMES, M. V. C. **O Descomissionamento Ambiental**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação e Mestrado em Direito do Centro Universitário Fluminense, UNIFLU, 2006.

GOVERNMENT OF WESTERN AUSTRALIA. Department of Mines and Petroleum. **Guidelines for preparing mine closure plans**. [s.l.], 2015.

HEIKKINEN, P. M.; NORAS, P.; SALMINEN, R. (ed.). **Mine closure handbook**. Espoo, Finlândia: Geological Survey of Finland, 2008.

HSE- Health And Safety Executive. **Five steps to Risk Assessment**. INDG 12 p.3 Ed.[London]: HSE Books, 2001.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Offshore Technology Report 2000/112**. Offshore Hydrocarbon Releases Statistics. Health & Safety Executive, UK, 2000. Disponível em: < <http://www.hse.gov.uk/RESEARCH/otopdf/2000/oto00112.pdf>>. Acesso em: 02 Ago,2019.

IBAMA. Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 02022.000429/2016-40. Análise do Projeto de Desativação da plataforma P-07, Bacia de Campos, 2007.

\_\_\_\_\_. ISO 17776: Petroleum and natural gas industries - Offshore production installations- Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment, Geneve: International Standards Organization, 2002.

JURAS, L.A.G.M. **Os impactos da indústria no meio ambiente**. 2015. Disponível em: <[https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/impactos-da-industria-no-meio-ambiente\\_ilidia-juras\\_politicas-setoriais](https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/areas-da-conle/tema14/impactos-da-industria-no-meio-ambiente_ilidia-juras_politicas-setoriais)>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

KOTLER, P.; KELLER, K. Administração de marketing. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentce Hall, 2006.

LAS CASAS, A. L. **Marketing de varejo**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

LEES, F. P. **Lee's Loss Prevention in the Process Industries** - Edited by Sam annan, 3rd ed. Texas: Elsevier Butterworth Heinemann, 2005.

Lima, V. F. e Merçon, F. (2011), **Metais Pesados no Ensino de Química, Química Nova na Escola**, 33, 199-205.

LUZ A. B. da, SAMPAIO, J. A. **Desativação de minas**. Rio de Janeiro: CETEM, 2015.

MADI, J.F.F. **Descomissionamento de sistemas de produção Offshore de petróleo e gás critérios ambientais para avaliação de alternativas**. 124p. Dissertação (Mestrado) Programa de Engenharia Ambiental Escola Politécnica & Escola de Química- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

MARTINS, E. **Pesquisa qualitativa: Como fazê-la em seu trabalho acadêmico** (2017). Disponível em: < <https://blog.metzger.com/pesquisa-qualitativa/>>. Acesso em: 06 julho. 2019.

MASCRENHAS, S. A. **Metodologia Científica**. São Paulo; Pearson Education do Brasil, 2012.

MILARÉ. E. **Princípios fundamentais do direito do ambiente**. Justitia, n.59, p.134-151, 2000.

MORAES, R. P. **Transporte do Chumbo e Metais Associados No Rio Ribeira de Iguape, São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 94 p. 1997.

OLIVEIRA JUNIOR, J. B. **Desativação de minas: conceitos, planejamento e custos**. Salvador: EDUFBA, 2006.

OLIVEIRA, B. **Desfazendo Mitos Sobre a Atuação do Órgão Ambiental. Apresentação PPT. Seminário IBP – “Regulação do Descomissionamento e seus Impactos para a Competitividade do Upstream no Brasil”**. Rio de Janeiro.2017.

PAOLIELLO, M.M.B. **Exposição humana ao chumbo e cádmio em áreas de mineração, Vale do Ribeira, Brasil**. 2002. 173p. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

PAOLIELLO, M.M.B.; et al. **Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil**. Environmental Research, v. 88, n. 2, p. 120-128, 2002

PICARELLI, S.; RESENDE, A. G.; VIEIRA, G.; COSTA, F. L.; GONÇALVES, J. A. **Opportunities for future use in mine closure**. In: **MINE CLOSURE SOLUTIONS. 2014, Proceedings**. Ouro Preto, MG, 2014.

PARANÁ, **Secretaria de Estado da Saúde Serie Histórica dos Indicadores de Natalidade e outros de Mortalidade no estado do Paraná**. Disponível em <<http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=345>>. Acesso de 01 de agosto de 2019.

ROCHA, A. J. D. **Perfil Analítico do Chumbo, Ministério de Minas e Energia, Boletim Nº 8, 1973.**

RÚBIO, C.L, et al. **Avaliação de risco à saúde humana por exposição aos resíduos da Plumbum no Município de Adrianópolis- PR**. Secretaria e Vigilância de Saúde. Paraná. 2008

RUIVO, F. M **Descomissionamento de sistemas de produção offshore**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Petróleo, UNICAMP, Campinas. 2001

SALOMONS, W. **Environmental impact of metals derived from mining activities: processes, predictions, prevention. Journal of Geochemical Exploration**, v. 52. p.5-23, 1995.

SANCHEZ, L.E. **Estratégias para remediação de sítios: O caso da usina metalúrgica da Plumbum, na Bahia**. Brasil Mineral, n.175, p. 38-44, 1999.

SÁNCHEZ, L. E.; SILVA SANCHEZ, S. S.; NERI, A. C. **Guia para planejamento do fechamento de mina**. Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.

SCHANUEL, A L.; VIOLA, A R.; ARAÚJO, C.R.; HIRATA, L.T.E. 1991, **Contaminação Ambiental por Chumbo – análise e crítica dos resultados obtidos pela SESA em Adrianópolis – PR – 1990** Trabalho de conclusão especialização ESPP/ENSP Curitiba. 41 p (mimeo).

SILVA, R.; MAINIER, F. **Descomissionamento de sistemas de produção offshore de petróleo**. IV CONGRESSO NACIONAL EM EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2008, Rio de Janeiro. Anais do IV CNEG. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2008.

TAKAHASHI, F; MORAIS, F. **Avaliação do Ciclo de vida dos produtos: uma ferramenta de Controle Ambiental**. 2º Segundo Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2000.

TAVARES, T.M. **Avaliação dos efeitos das emissões de cádmio e chumbo em Santo Amaro, Bahia**. 1990. 110p. Tese (Doutorado) Química Analítica – Instituto de Química. Universidade de São Paulo, 1990.

TAYLOR, J. R. **Risk analysis for process plant, pipelines and transport**. London: E & FN Spon, 2000.

TEIXEIRA, B. M.; MACHADO, C. J. S. **Marco regulatório brasileiro do processo de descomissionamento ambiental da indústria do petróleo**. Revista de Informação Legislativa, 196, 183-203. 2012.

TEIXEIRA, B.M, **Aprimoramento da política pública ambiental da cadeia produtiva de óleo e gás offshore no Brasil: o descomissionamento das tecnologias de exploração.** Tese (Doutorado) Construção Social do Conhecimento, UERJ, 2013.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas - **PROJETO GEOMED IGE/UNICAMP**, Paisagens Geoquímicas e Ambientais do Vale do Ribeira, Campinas, 2004 – [www.ige.unicamp.br/geomed/vale\\_ribeira.php](http://www.ige.unicamp.br/geomed/vale_ribeira.php)

VALE, E. **Fechamento de minas: Módulo Econômico e Financeiro. Cierre de minas: experiências em Ibero-America.** Rio de Janeiro: CYTED/IMAAC/UNIDO, 2000.

VALT, R. B. G. **Análise do ciclo de vida de embalagens de PET, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais.** Dissertação (Mestrado) Engenharia, UFPR, Curitiba, 208 pg. 2004.

WIEGAND, S. **Na Analyzsis to the main economic drivers for offshore wells abandonment and facilities descommissioning.** Dissertação (Mestrado), University of Texas, Texas, 2011.

INSTITUTOSOCIOAMBIENTAL  
[www.socioambiental.org/inst/camp/Ribeira/comunidades](http://www.socioambiental.org/inst/camp/Ribeira/comunidades)

**ANEXOS**  
**I**  
**FOTOS ATUALIZADAS DA MINERADORA DE ADRIANÓPOLIS**







