

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – UNIPAMPA**

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE EMPRESA DE  
MINERAÇÃO DE CALCÁRIO**

**ARY SÁ DE FIGUEIREDO**

**CAÇAPAVA DO SUL-RS  
2018**

**ARY SÁ DE FIGUEIREDO**

**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE EMPRESA DE  
MINERAÇÃO DE CALCÁRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Mineral.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich

**CAÇAPAVA DO SUL – RS  
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

F471p Figueiredo, Ary Sá de  
PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE EMPRESA DE  
MINERAÇÃO DE CALCÁRIO / Ary Sá de Figueiredo.  
50 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,  
MESTRADO EM TECNOLOGIA MINERAL, 2018.

"Orientação: Pedro Daniel da Cunha Kemerich".

1. Mineração. 2. Gerenciamento de Resíduos Sólidos. 3.  
NBR10004. 4. FMEA. 5. PDCA. I. Título.

ARY SÁ DE FIGUEIREDO

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE EMPRESA DE  
MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Mineral.

Área de Concentração: Gestão ambiental e Sustentabilidade na Mineração.

Dissertação defendida e aprovada em: 26/03/2018

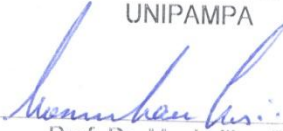
Comissão examinadora:



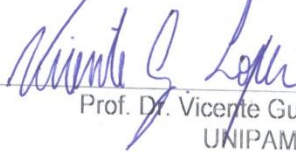
Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
Orientador  
UNIPAMPA



Prof. Dr<sup>a</sup>. Anelise Marlene Schmidt  
UNIPAMPA



Prof. Dr. Maximilian Fries  
UNIPAMPA



Prof. Dr. Vicente Guilherme Lopes  
UNIPAMPA

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos que sempre torceram e acreditaram em mim. Especialmente ao meu filho Samuel.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich pela orientação e pelo apoio para que eu realizasse o trabalho de conclusão de curso.

À banca avaliadora, por ter aceitado fazer parte desta etapa importante de minha vida.

Aos professores, minha gratidão pela forma como me trataram e colaboraram para que eu concluísse as tarefas propostas.

Às amigas Mayara Bitencourt e Milene Priebe, que por muitas vezes precisaram me incentivar nos momentos mais difíceis do curso.

À minha esposa Nicole Bartmer Alves de Figueiredo, pela dedicação e paciência para comigo nas fases mais estressantes que passei no mestrado.

Aos meus pais, que entenderam minha ausência em muitos momentos importantes.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

(Walter S. Landor)

## RESUMO

A mineração contribui para o avanço tecnológico ao longo do tempo. Novas tecnologias são desenvolvidas para atender o mercado crescente de extração mineral. A partir deste desenvolvimento, ocorre uma maior eficiência no processo de produção e um aumento considerável na quantidade de matéria prima retirada do meio ambiente, conseqüentemente, há também um aumento na quantidade de resíduos sólidos gerados no processo de produção. O estudo a seguir, trata da aplicação de uma ferramenta chamada FMEA, que tem como objetivo quantificar e tratar os dados relevantes ao processo de extração e beneficiamento de calcário de uma empresa da cidade de Caçapava do Sul - RS - Brasil. Uma aplicação interessante, capaz de orientar e reestruturar procedimentos operacionais no intuito de gerar o mínimo de resíduos sólidos a serem descartados em aterros sanitários ou ficarem dispostos à céu aberto. Todo processo de gerenciamento de resíduos sólidos deveria possuir um sistema norteador como o apresentado. Foi possível equalizar a fundamentação da NBR 10.004 e agregar uma visão de mitigação de impactos ambientais à empresa, além de obter um resultado satisfatório com a utilização da ferramenta apresentada.

Palavras-chave: FMEA, NBR 10004, Mineração, Gerenciamento de resíduos Sólidos



## **ABSTRACT**

Mining contributes to technological advancement over time. New technologies are developed to meet the growing mineral extraction market. From this development, there is a greater efficiency in the production process and a considerable increase in the amount of raw material withdrawn from the environment, consequently there is also an increase in the amount of solid waste generated in the production process. The following study deals with the application of a tool called FMEA, which has the objective of quantifying and treating the data relevant to the limestone extraction and beneficiation process of a company from the city of Caçapava do Sul - RS - Brazil. An interesting application, able to guide and restructure operational procedures in order to generate the minimum of solid waste to be disposed of in landfills or to be disposed in the open. Every solid waste management process should have a guiding system as presented. It was possible to equalize the rationale of NBR 10.004 and to add a vision of mitigation of environmental impacts to the company, besides obtaining a satisfactory result with the use of the presented tool.

Key words: FMEA, NBR 10004, Mining, Solid Waste Management

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Ilustração das etapas da FMEA.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2 - Mapa de localização .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3 - Roteiro de Implementação da FMEA .....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 4 - Organograma da Empresa Irmãos Ciocari e Cia Ltda.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 5 - Etapas do processo produtivo.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 6 - Perfuratriz .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 7 - Caçamba e escavadeira .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 8 - Fluxograma de beneficiamento.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 9 - Bags alocados em baias.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 10 - Disposição de lixeiras.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 11 - Resíduos da oficina .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 12 - Armazenamento .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 13 - Baia.....</b>	<b>19</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Severidade.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabela 2 - Ocorrência.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabela 3 - Detecção.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabela 4 - Tabela FMEA.....</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 5 - Questionário aplicado à empresa.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabela 6 - Plano de fogo.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabela 7 - FMEA de Processo.....</b>	<b>20</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ANFO** - Explosivo produzido a partir de hidrocarbonetos

**APP** – Área de preservação permanente

**FMEA** - Failure Mode and Effect Analysis

**HP** - Horse Power

**L.I.** - Licença de Instalação

**L.O.** - Licença de Operação

**NBR** - Norma Brasileira

**PGRS** - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>3</b>
<b>3 ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1 Classificação dos resíduos</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1.1 Resíduos Classe I</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1.2 Resíduos Classe II - A</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1.3 Resíduos Classe II - B</b> .....	<b>3</b>
<b>3.2 Identificação das falhas</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2.1 Severidade (S)</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2.2 Ocorrência (O)</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2.3 Detecção (D)</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2.4 Riscos (R)</b> .....	<b>6</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>7</b>
<b>4.1 Aplicação de questionário</b> .....	<b>10</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>5.1 Produção</b> .....	<b>13</b>
<b>5.1.1 Perfuração</b> .....	<b>13</b>
<b>5.1.2 Desmonte</b> .....	<b>14</b>
<b>5.1.3 Carregamento</b> .....	<b>15</b>
<b>5.1.4 Transporte</b> .....	<b>15</b>
<b>5.2 Beneficiamento</b> .....	<b>15</b>
<b>5.3 Resíduos sólidos originados no processo de beneficiamento</b> .....	<b>17</b>
<b>5.4 FMEA de processo</b> .....	<b>20</b>
<b>5.4.1 Discussão da FMEA</b> .....	<b>30</b>
<b>5.4.1.1 Áreas de extração mineral e unidade de britagem</b> .....	<b>30</b>
<b>5.4.1.2 Escritório, expedição, almoxarifado, sanitários e guarita da vigilância</b> .....	<b>30</b>

5.4.1.3 Unidade de produção industrial .....	30
5.4.1.4 Refeitório.....	31
5.4.1.5 Unidade de produção industrial e oficina .....	31
5.4.1.6 Fornalha .....	31
5.4.1.7 Laboratório e ambulatório .....	31
5.4.1.8 Maquinário, caminhões, automóveis e carrinho de mão .....	32
5.4.1.9 Unidade de produção industrial, oficina, lubrificação automotiva .....	32
5.4.1.10 Sedimentos oriundos da lavagem de caminhões e máquinas .....	32
5.4.1.11 Prédios, construções, reformas e rede de energia elétrica .....	33
6 CONCLUSÃO .....	33
REFERÊNCIAS .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico é um dos fatores que aumenta significativamente a capacidade da linha de produção de empresas dos mais variados ramos de atividade. Este aumento teve início a partir do século XVIII na Revolução Industrial. Com o aumento da produção, a quantidade de resíduos gerados cresce proporcionalmente e caso não haja um gerenciamento desses subprodutos ou eles sejam inadequados poderá levar ao ocasionamento de problemas ambientais graves e irreversíveis.

De acordo com a NBR 10.004 (2004), resíduos sólidos são definidos como: Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável ao seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT/NBR, 2004).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é o instrumento que define o conjunto de informações e estratégias integradas de gestão, destinados a normatizar os procedimentos operacionais de gerenciamento de resíduos sólidos, contemplando os aspectos referentes à geração, à segregação, ao acondicionamento, à identificação, à coleta, ao transporte, ao armazenamento, ao tratamento e à disposição final em conformidade com a legislação sanitária e ambiental (Resolução da Diretoria Colegiada – RCD nº 02/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

As razões para se preocupar com os processos de acondicionamento e coleta de um PGR são as seguintes: o manuseio e o acondicionamento corretos dos resíduos possibilitarão a maximização das oportunidades como a reutilização e a reciclagem, já que determinados resíduos podem ficar irrecuperáveis se acondicionados de forma incorreta; redução de riscos de contaminação do meio ambiente, do trabalhador e da comunidade.

A separação correta e criteriosa do resíduo permite o tratamento diferenciado, a racionalização de recursos despendidos e facilita a reciclagem (MAROUN, 2006).

Por meio da utilização dos certificados de qualidade ambiental e com o auxílio de planejamento ambiental, o gerenciamento dos resíduos é efetuado de forma mais eficiente e correta. Segundo Floriano (2004), planejamento é um processo de organização de tarefas para se chegar a um fim, com fases características e seqüenciais que, em geral, estão na seguinte ordem: identificar o objeto do planejamento, criar uma visão sobre o assunto, definir o objetivo do planejamento, determinar uma missão ou compromisso para se atingir o objetivo do planejamento, definir políticas e critérios de trabalho, estabelecer metas, desenvolver um plano de ações necessárias para atingir as metas e cumprir a missão e os objetivos, estabelecer um sistema de monitoramento, controle e análise das ações planejadas, definir um sistema de avaliação sobre os dados controlados e, finalmente, prever a tomada de medidas para prevenção e correção quanto aos desvios que poderão ocorrer em relação ao plano.

As empresas devem, antes de tudo, procurar o equilíbrio ambiental, social e econômico para concomitantemente atender as necessidades dos trabalhadores e clientes utilizando ferramentas que tenham a finalidade na redução do consumo e descarte adequado dos resíduos gerados no funcionamento da empresa.

Uma das formas de gerenciar os resíduos sólidos é a utilização de ferramentas como a FMEA, apresentada como alternativa no reconhecimento dos processos produtivos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos da Empresa Irmãos Cioccarri e Cia Ltda. em Caçapava do Sul – RS.



## **2.2 Objetivos Específicos**

- a. Identificar os processos produtivos e a geração de resíduos em cada etapa do empreendimento.
- b. Verificar o enquadramento das condições atuais referentes à gestão de resíduos em comparação à legislação vigente.
- c. Propor um plano de gerenciamento de resíduos sólidos de acordo com a legislação vigente.

## **3 ESTADO DA ARTE**

### **3.1 Classificação dos resíduos**

De acordo com a NBR 10004 (2004), os resíduos são divididos em duas classes:

#### **3.1.1. Resíduos classe I**

Perigosos: são aqueles cujas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem acarretar em riscos à saúde pública e/ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

#### **3.1.2 Resíduos Classe II – A**

Não inertes: aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes. Os resíduos classe II A – Não inertes podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

#### **3.1.3 Resíduos Classe II – B**

Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007 (1990) e submetidos a um contato

dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006 (2004), não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G, da NBR 10004 (2004).

Os resíduos das classes II – A e II – B não devem ser armazenados juntamente com resíduos classe I, em face de a possibilidade da mistura resultante ser caracterizada como resíduo perigoso. O armazenamento de resíduos classe II – A e II – B pode ser realizado em contêineres e/ou tambores, em tanques e a granel (NBR – 11174, 1990).

### 3.2 Identificação das falhas

Após a identificação das prováveis falhas, faz necessário a quantificação dos dados obtidos, através da avaliação dos índices, onde os índices “S” indica a severidade da falha; O “O” indica a ocorrência da falha, ou seja, quantas vezes há falha durante o processo, “D” indica a detecção da falha, a frequência em que ela é detectada, E “R” o risco, que é resultado da multiplicação dos índices “S”, “O” e “D”, que gera um número de 0 (zero) à 1000 (mil).

Na Empresa Irmãos Ciocari e Cia Ltda. estão sendo quantificados os seguintes itens: severidade, ocorrência, detecção e risco, segundo Toledo (2006).

#### 3.2.1 Severidade (S)

A severidade avalia a situação na operação que sente o efeito potencial da falha.

Tabela 1: Severidade (continua)

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorreu
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente

Fonte: TOLEDO (2006)

Tabela 1: Severidade

<b>Índice</b>	<b>Severidade</b>	<b>Critério</b>
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior porém afeta a segurança

Fonte: TOLEDO (2006)

### 3.2.2 Ocorrência (O)

A ocorrência classifica a probabilidade da falha acontecer, considerando os controles de prevenção quando existentes.

Tabela 2: Ocorrência

<b>Índice</b>	<b>Ocorrência</b>
1	Remota
2 3	Pequena
4 5 6	Moderada
7 8	Alta
9 10	Muito Alta

Fonte: TOLEDO (2006)

### 3.2.3 Detecção (D)

O valor de detecção classifica qual é a probabilidade de se detectar o modo de falha.

Tabela 3: Detecção (continua)

<b>Índice</b>	<b>Detecção</b>	<b>Critério</b>
1 2	Muito pequena	Certamente não será detectado

Fonte: TOLEDO (2006)

Tabela 3: Detecção

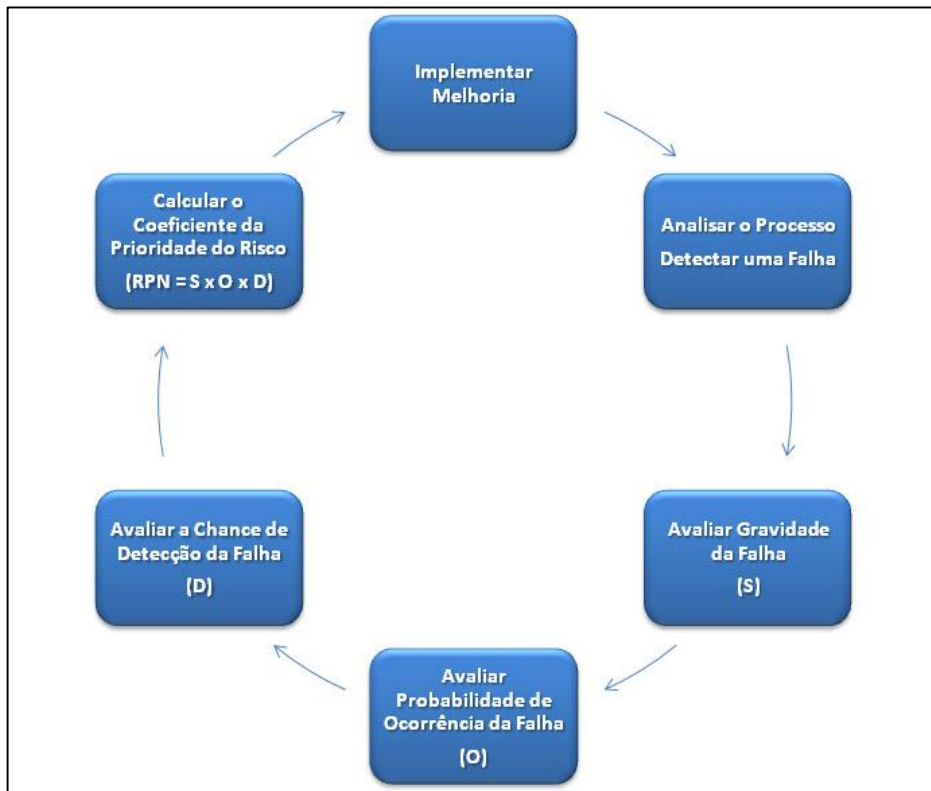
Índice	Detecção	Critério
3 4	Pequena	Provavelmente não será detectada
5 6	Moderada	Provavelmente será detectada
7 8	Grande	Grande probabilidade de ser detectada
9 10	Muito grande	Certamente será detectado

Fonte: TOLEDO (2006)

### 3.2.4 Riscos (R)

Depois de definidos os índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) para cada causa de falha são calculados os coeficientes de prioridade de risco (R), por meio da multiplicação dos outros três índices que podem ser observados conforme a Figura 1.

Figura 1: Ilustração das etapas da FMEA



Fonte: Institute of Healthcare Improvement – FMEA Tools.

E a partir dos dados obtidos, é possível implementar melhorias no processo, formando um ciclo.

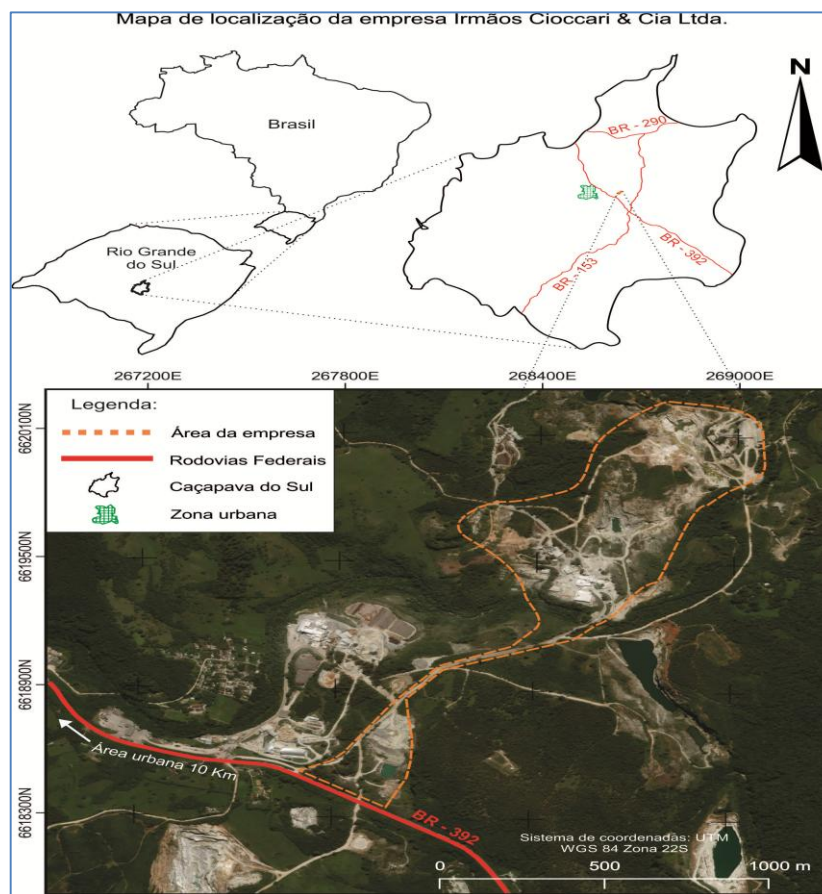
#### 4 METODOLOGIA

A Empresa de mineração Irmãos Ciocari & Cia Ltda. foi fundada em 1954 pelos irmãos Firmino e Dari Ciocari, que com a junção das sílabas iniciais de seus nomes deram origem ao nome conhecido atualmente como FIDA.

Situada à BR 392, Km 242 – Caieiras – Caçapava do Sul – RS, (Figura 2), é uma empresa do ramo de mineração com lavra e beneficiamento de calcário dolomítico e derivados como argamassa, cal e rejunte.

O objetivo a empresa é desenvolver e produzir soluções para o agronegócio e construção civil, visando o crescimento sustentável e sua missão é suprir as necessidades do mercado, oferecendo inovações tecnológicas no segmento supracitado.

Figura 2 – Mapa de Localização



Fonte: Adaptado do Google Earth.

Inicialmente foi realizada uma avaliação *in loco* do processo de produção, desde a extração até a distribuição do produto final. Sendo analisado o método de extração, o sistema de britagem, o preparo dos produtos e sua disposição final.

Para a realização desta avaliação foram utilizados formulário de pesquisa, planilha eletrônica, fotos, vídeos, questionários e visitas orientadas.

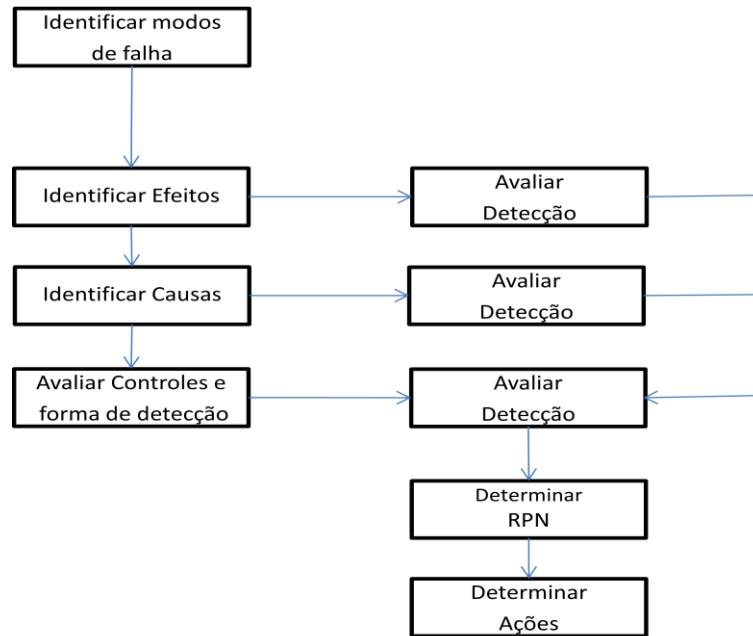
Foi verificada a forma como os resíduos estão dispostos ou alocados, pois tal disposição pode alterar as características físicas e/ou químicas, tornando assim o resíduo inutilizável.

A correta classificação deve obedecer um padrão de cores de acordo com a Resolução CONAMA N° 275/01 (1999). Padrão de cores: AZUL: papel/papelão; VERMELHO: plástico; VERDE: vidro; AMARELO: metal; PRETO: madeira; LARANJA: resíduos perigosos; BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde; ROXO: resíduos radioativos; MARRON: resíduos orgânicos; CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Para avaliar o método de gestão de resíduos que atualmente está implantado na empresa, foi proposta a elaboração da “FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*-Análise dos Modos e Efeitos das Falhas” que, segundo Palady (2002), consiste no gerenciamento de riscos, tendo por objetivo identificar os possíveis modos de falhas de um dado produto/processo e suas respectivas causas, permitindo atuar sobre tais itens de forma a reduzir ou eliminar a chance de ocorrência dessas falhas

Este método consiste na identificação de falhas prováveis em projetos ou processos, estabelece as prioridades para o tratamento das falhas e implementa as ações indicadas, no intuito da minimização de impactos ambientais de acordo com as entradas e saídas do processo, de acordo com as etapas ilustradas na Figura 3.

Figura 3: Roteiro de Implementação da FMEA



Fonte: Palady, 2002

O resultado da pesquisa é anotado no formulário respectivo, conforme a Tabela 4.

Tabela 4- Tabela FMEA

FMEA - FIDA - Calcário																			
Descrição do produto/Processo	Função do Processo	Tipo de falha potencial	Efeito de falha potencial	Causa da falha em potencial	Controles atuais	Índices atuais				Ações de melhoria		Índices após pesquisa							
						S	O	D	R	Ações recomendadas	Responsável/Prazo	Medidas implantadas	S	O	D	R			

Fonte: Autor

#### 4.1 Aplicação do questionário

Através de aplicação do questionário foi possível observar diferentes critérios e compromissos da empresa.

A tabela 05 aponta as perguntas realizadas aos profissionais responsáveis pela gestão ambiental da empresa.

Tabela 5: Questionário aplicado à empresa. (continua)

PERGUNTA	SIM	NÃO
A empresa possui L.O.?		
A empresa possui L.I.?		
A empresa possui uma política ambiental documentada, aprovada pela alta direção e amplamente divulgada às partes interessadas?		
A empresa investe em programas voltados ao aumento na eficiência de obtenção e/ou processamento de recursos naturais não renováveis?		
A empresa possui procedimentos formais para recebimento, registro e resposta às demandas de partes interessadas com relação ao meio ambiente?		
A empresa possui PGRS		
A empresa tem programa implantado de reuso da água nos processos administrativos (escritórios, refeitórios, banheiros) e nos processos produtivos?		
Nos últimos 3 anos, a empresa desenvolveu, manteve e monitorou projetos próprios de recuperação e proteção ambiental de magnitude significativa para manutenção e conservação de espécies nativas da flora e da fauna.		



PERGUNTA	SIM	NÃO
A empresa monitora as emissões atmosféricas?		
A empresa possui área de preservação permanente (APP) em suas propriedades ou em propriedades de terceiros por ela utilizadas (aluguel, arrendamento, cessão de direito de uso etc.)?		
Nos últimos 3 anos, a empresa recebeu alguma sanção administrativa de natureza ambiental?		
Nos últimos 3 anos, a empresa sofreu ação judicial ambiental cível ou criminal?		

Fonte: Autor

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

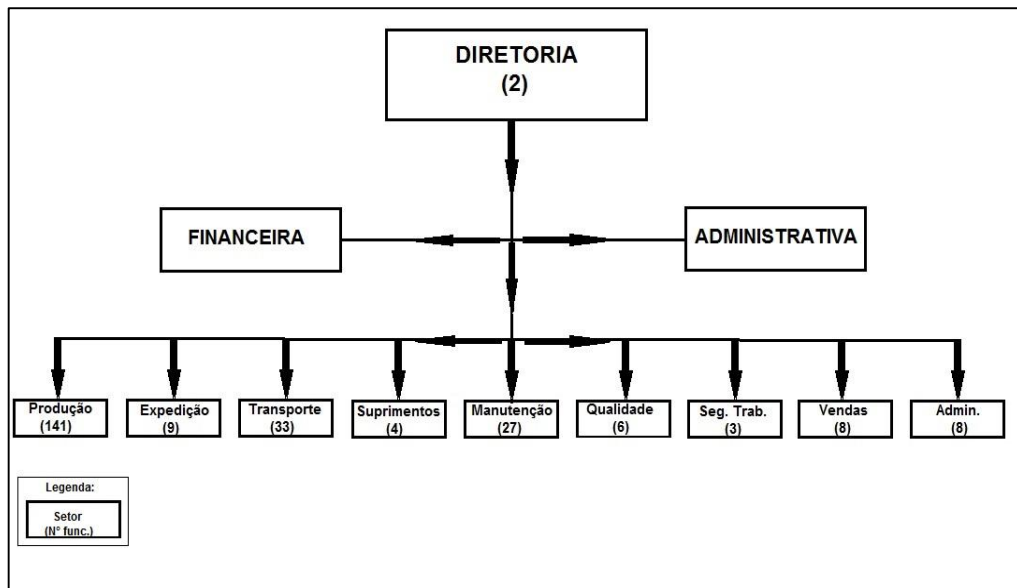
A Empresa Irmãos Ciocari e Cia Ltda. possui uma estrutura organizacional, dividida por setores, de acordo com a Figura 4.

Cada setor tem a responsabilidade de gerenciar sua área de atuação.

Quanto à questão de controle do meio ambiente, verificou-se que existe uma separação dos resíduos sólidos e a empresa não sofreu quaisquer penalidades relacionadas às exigências ambientais do órgão fiscalizador.

Além disso, a gestão da Empresa Irmãos Ciocari e Cia Ltda. se empenha em monitorar as áreas do processo produtivo.

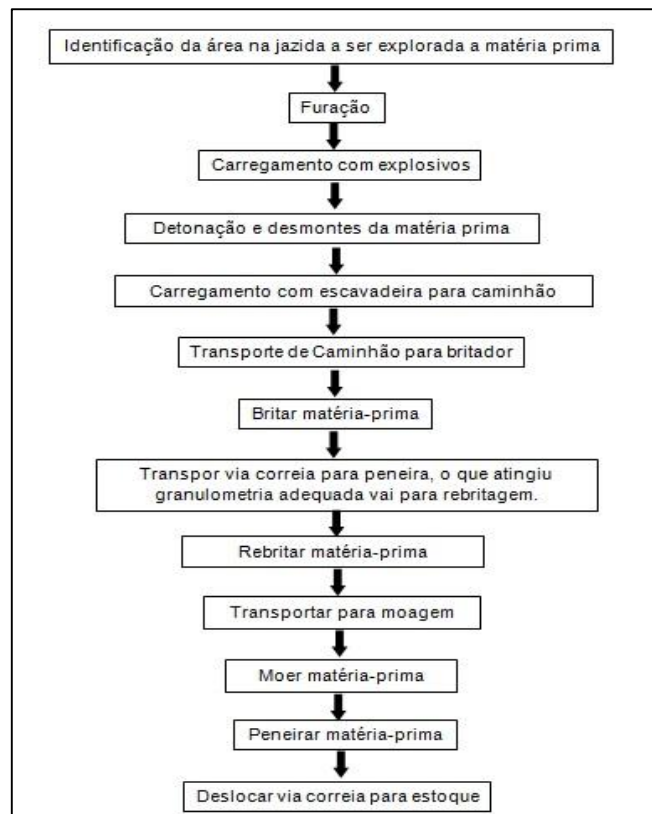
Figura 4: Organograma da Empresa Irmãos Cioccarri e Cia Ltda..



Fonte: Autor

Durante o acompanhamento de lavra foram verificadas as etapas do processo produtivo, os quais estão dispostos conforme a Figura 5.

Figura 5: Etapas do Processo produtivo.



Fonte: Autor

## 5.1 Produção

O setor de produção é a parte responsável pelas diferentes operações realizadas no processo industrial. Para poder detalhar as etapas do processo produtivo, houve o acompanhamento da lavra, onde foi possível observar as operações realizadas e divididas da seguinte maneira:

### 5.1.1 Perfuração

A perfuração é realizada por uma perfuratriz sobre esteiras, com martelo pneumático roto percussivo, acionado por compressor diesel com capacidade de 750 pcm. Geralmente furos com 12 metros de profundidade e uma inclinação em torno de 70 a 75°. As hastes utilizadas na perfuração têm o tamanho de 3 metros, portanto eram utilizadas 4 hastes para chegar a profundidade de 12 metros. O diâmetro do furo é de 2 1/2" e o bit utilizado é de botão.

Figura 6: Perfuratriz



Fonte: Autor

### 5.1.2 Desmonte

No desmonte realizado nas pedreiras é usado emulsão como carga de fundo de furo e ANFO na carga coluna. A emulsão utilizada é Sanatel Magnafrag com densidade de  $1,2\text{g/cm}^3$  e o ANFO é Amex com  $0,82$  de densidade.

O plano de fogo teórico é calculado pelo engenheiro de minas, e conforme a Tabela 6 é possível identificar que existem diferenças entre a teoria e a prática em campo, pois com o passar do tempo e devido às características da rocha, são necessárias algumas alterações no plano.

Tabela 6: Plano de Fogo.

Teoria		Prática	
Altura da bancada (m)	12	Altura da bancada (m)	12
Diametro do furo (mm)	64	Diametro do furo (mm)	64
Inclinação do furo (graus)	14	Inclinação do furo (graus)	14
Concentração de Carga Emulsão (kg/m)	3,01	Concentração de Carga Emulsão (kg/m)	3,01
Concentração de Carga Anfo (kg/m)	2,63	Concentração de Carga Anfo (kg/m)	2,63
Afastamento máximo (m)	2,56	Afastamento máximo (m)	-
Subfuração (m)	0,768	Subfuração (m)	-
Profundidade total do furo (m)	13,1628866	Profundidade total do furo (m)	12
Erro de perfuração (m)	0,458886598	Erro de perfuração (m)	-
Correção do afastamento (m)	2,101113402	Correção do afastamento (m)	2
Espaçamento (m)	2,731447423	Espaçamento (m)	4
Malha (m <sup>2</sup> )	5,739080787	Malha (m <sup>2</sup> )	8
Tampão = afastamento (m)	2,101113402	Tampão = afastamento (m)	2
Altura da carga de fundo (m)	3,328	Altura da carga de fundo (m)	3
Altura da carga de coluna (m)	7,733773196	Altura da carga de coluna (m)	7
Peso da carga de fundo (kg)	10,01728	Peso da carga de fundo (kg)	9,03
Peso da carga de coluna (kg) Metade	10,16991175	Peso da carga de coluna (kg) Metade	18,41
Razão de carga ( kg/m <sup>3</sup> )	0,293124638	Razão de carga ( kg/m <sup>3</sup> )	0,285833
<b>Cálculo na unidade gramas/ toneladas</b>			
20187,19175	185,2575278	108,9683	De acordo com a tabela mostrada em aula.
27440	258,24	106,2577	De acordo com a tabela mostrada em aula.

Fonte: Empresa Irmãos Ciocari e Cia Ltda..

### 5.1.3 Carregamento

O carregamento do calcário desmontado é realizado por uma escavadeira hidráulica sobre esteiras com caçamba de  $1,1\text{m}^3$  e motor de 133 HP auxiliado por uma pá carregadeira sobre pneus com caçamba de  $2,5\text{m}^3$  e motor de 120 HP. Estas máquinas também fazem o trabalho de descobertura da jazida.

Figura 7: Caçamba e escavadeira.



Fonte: Autor.

#### **5.1.4 Transporte**

O transporte de minério até o britador primário é feito por caminhão “fora de estrada” de 25 t e motor de 112 HP ou caminhões Scania, com capacidade para 30 t e motor de 480cv. Estes mesmos caminhões serão utilizados no transporte da cobertura vegetal e do estéril para as pilhas de rejeito. A manutenção das estradas é feita com uma motoniveladora.

#### **5.2 Beneficiamento**

O beneficiamento segue a estrutura citada na Figura 5, mas pode ser melhor entendido através da Figura 8 abaixo:

Figura 8 – Fluxograma de beneficiamento.



Fonte: Autor.

Com o acompanhamento do beneficiamento foi possível observar que o minério após o transporte da mina é basculado numa tremonha e através de um alimentador vibratório e de uma serie de grelhas, é separado em duas granulometrias.

O material abaixo de 2 1/2" sofre peneiramento a 3/4", sendo que o material acima de 3/4" retorna a pilha pulmão do britador secundário e o abaixo de 3/4" constitui o rejeito da britagem.

O material acima de 2 1/2" passa pelo britador primário e, através de correia transportadora, junta-se ao calcário peneirado formando uma pilha pulmão que irá alimentar o britador secundário. Através de duas calhas vibratórias e de uma correia transportadora o material é conduzido até uma peneira de escalpe

O calcário abaixo de 2 1/2" passante na peneira, alimentará diretamente uma correia transportadora que formará a pilha pulmão que alimenta os moinhos de martelos. O calcário de tamanho superior a 2 1/2" poderá ser enviado para uma pilha

pulmão que alimentará o forno de fabricação da cal, isso irá depender da qualidade da rocha, ou sofrerá cominuição no britador secundário juntando-se à correia transportadora que leva o peneirado abaixo de 21/2” formando a pilha pulmão referida anteriormente que alimentará os moinhos de martelos.

Através de 3 calhas vibratórias e três correias transportadoras o material é conduzido até os moinhos de martelos. Após a moagem, o material é submetido a novo peneiramento, o produto acima de 2,0mm retorna ao moinho, o produto com dimensão abaixo de 2,0mm através da correia, é transportado ao silo da expedição.

Após conhecer o processo de trabalho da empresa, desde a extração até o beneficiamento, foi possível elencar alguns fatores importantes para a elaboração da FME de processo de acordo com a Figura 9. E posteriormente, os dados coletados da quantificação dos resíduos sólidos serão agregados para a correta classificação e destinação.

### 5.3 Resíduos sólidos originados no processo de beneficiamento

Durante o processo de ensacamento, os resíduos ficam dispostos no chão da fábrica, que posteriormente são varridos por um funcionário e devidamente depositados em bags e alocados em baias, de acordo com a Figura 9.

Figura 9 – Bags alocados em baia



Fonte: Autor



Já na Figura 10, pode-se observar a maneira como as lixeiras estão dispostas. A escolha dos locais das lixeiras é determinada estrategicamente, para que resíduos como copos plásticos e papéis não fiquem em contato diretamente com o meio ambiente.

Figura 10 – Disposição de lixeiras



Fonte: Autor

Os resíduos originados nas oficinas da empresa ficam armazenados em tonéis, em área fechada, junto aos combustíveis utilizados em equipamentos de ciclo Otto. (Figura 11).

Figura 11 – Resíduos da oficina



Fonte: Autor



As sacarias rasgadas, ou que não atendem as especificações técnicas s são separadas e armazenadas de acordo com as Figuras 12 e 13.

É possível perceber os funcionários possuem uma rotina de trabalho, onde executam o passo a passo da separação de resíduos.

Figura 12 – Armazenamento



Fonte: Autor

Figura 13– Baia



Fonte: Autor.

## 5.4 FMEA de processo

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Áreas de extração mineral	36.000 t	Solo	Deposição em pilhas de estéril, recuperação ambiental de cavas, recomposição topográfica de taludes.	1	5	7	35	Ceder o material para Prefeitura Municipal, com intuito de utilizá-lo como aterro.	1	5	5	25	A destinação final dos resíduos está sendo realizada corretamente, porém em grande escala.
		Rocha Granítica		1	5	7	35		1	5	5	25	
		Argila		1	5	7	35	1	5	5	25		
Unidade de britagem	50 toneladas	Areia	Manutenção/conservação de estradas internas.	2	5	3	30	Ceder o material para Prefeitura Municipal, com intuito de utilizá-lo como aterro.	2	5	1	10	A destinação final dos resíduos está sendo realizada corretamente, porém em grande escala.
		Solo		2	5	3	30		2	5	1	10	
		Rocha Granítica		2	5	3	30	2	5	1	10		

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Escritório, expedição, almoxarifado, sanitários, guarita da vigilância	6 m <sup>3</sup>	Papel	Sacos plásticos nas origens, após recolhimento interno são acondicionados em contentores big bags para 1,5 m <sup>3</sup>	1	1	2	2	Separação dos resíduos de acordo com a CONAMA 275/2001	1	1	1	1	Utilizar serviços especializados na coleta e destinação final.
		Papelão		1	1	2	2		1	1	1	1	
		Plástico		1	1	2	2		1	1	1	1	

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Escritório, expedição, almoxarifado, sanitários, guarita da vigilância	6 m <sup>3</sup>	Vidro	Sacos plásticos nas origens, após recolhimento interno são acondicionados em contentores big bags para 1,5 m <sup>3</sup>	1	1	2	2	Separação dos resíduos de acordo com a CONAMA 275/2001	1	1	1	1	Utilizar serviços especializados na coleta e destinação final.
		Papel Higiênico		1	1	2	2		1	1	1	1	
		Panos usados em limpeza		1	1	2	2		1	1	1	1	
	3un	Tonner de impressoras		2	1	2	4	Utilização de toner recarregável	1	1	1	1	
	7 un	Baterias automotivas	Caixas de papelão	5	1	1	5	Recolhimento por empresa especializada	1	1	1	1	
	20 un	Pilhas pequenas		5	1	1	5		1	1	1	1	

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	P. MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Unidade de produção industrial	10 t	Plástico	Acondicionamento em contentores big bags	1	2	2	4	Separação dos resíduos de acordo com a CONAMA 275/2001	1	2	1	2	-
		Papelão		1	2	2	4		1	2	1	2	
		Embalagens de aditivos		2	2	2	8		1	2	2	4	
		Embalagens danificadas na produção		2	2	2	8		1	2	2	4	
Refeitório	3 t	Restos de alimentos	Acondicionamento: os resíduos orgânicos e secos são acondicionados separadamente em sacos plásticos, após o recolhimento interno são acondicionados em contentores big bag para 1,5 m <sup>3</sup>	1	2	3	6	Compostagem	1	1	1	1	O composto obtido poderá ser utilizado no reflorestamento das áreas da empresa.
		Cascas de frutas		1	2	3	6		1	1	1	1	
		Embalagens plásticas	De acordo com a 275/2001	1	2	2	4	1	2	1	2	-	
		Papelão		1	2	2	4	1	2	1	2		

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Unidade de Produção Industrial e oficina	5 t	Metal Ferroso	À granel	5	4	4	80	Separação dos resíduos de acordo com a CONAMA 275/2001	2	4	3	24	-
	1 t	Correias		5	3	2	30		2	3	1	6	
Fornalha	2,5 t	Cinza vegetal	À granel	4	2	4	32	Utilização como adubo no reflorestamento de áreas da empresa	2	2	2	8	-
Laboratório	70 l	Soluções ácidas e básicas	Acondicionamento em embalagens plásticas e baldes com identificação	8	7	2	112	Redução da utilização dos compostos e recolhimento por empresa especializada	5	5	2	50	-
		Indicadores		8	7	2	112		5	5	2	50	
		Compostos inorgânicos		8	7	2	112		5	5	2	50	

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Laboratório	100 l	Embalagens plásticas	Separação em sacos plásticos devidamente identificados.	8	7	2	112	Recolhimento por empresa especializada.	7	7	1	49	-
Ambulatório	Variável	Algodão	Sacos plásticos e baldes com identificação	6	4	4	96	Disposição dos resíduos de acordo com a RDC 306/2004	3	4	2	24	-
		Esparadrapo		6	4	4	96		3	4	2	24	
		Gaze		6	4	4	96		3	4	2	24	
		Luva de látex		6	4	4	96		3	4	2	24	
		Micropore		6	4	4	96		3	4	2	24	
Maquinário, caminhões, automóveis e carrinho de mão	30 un	Pneus inaproveitáveis	À granel	2	6	7	84	Recolhimento por empresa especializada	1	6	2	12	-

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Unidade de produção industrial, oficina, lubrificação automotiva	70 un	Embalagem usada de óleo lubrificante e graxas	À granel	8	4	6	192	Acondicionar as embalagens de acordo com a resolução CONAMA 275/2001	3	4	4	48	-
Unidade de produção industrial, oficina, lubrificação automotiva	1540 l	Óleo lubrificante usado a granel	Acondicionados em uma caixa de contenção com capacidade de 1500 Litros	4	8	4	128	Recolhimento por empresa especializada	4	8	3	96	A destinação final dos resíduos está sendo realizada corretamente, porém trata-se de um resíduo perigoso.
	12 un	Filtro automotivo usado	Acondicionados em bombonas de 200 litros	8	7	6	336	Recolhimento por empresa especializada	8	5	5	200	



Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Unidade de produção industrial, oficina, lubrificação automotiva	400 l	Pano/estopa contaminado	Acondicionados em bombonas de 200 litros	8	8	6	384	Separação no momento do descarte, para que os itens contaminados não contaminem os demais.	3	8	4	96	-
	200 l	EPI contaminado (uniformes, luvas e botas)		8	7	6	336		3	7	4	84	
Sedimentos oriundos da lavagem de caminhões e máquinas	70 l	Lodo da lavagem	Bombonas	7	5	3	105	Tratamento do lodo com destinação adequada	3	3	1	9	Utilização de filtro prensa.

Tabela 7 – FMEA de processo (continua)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Prédios, construções, reformas, manutenções e rede de energia elétrica	50 un	Lâmpadas fluorescentes	Caixas de papelão	1	2	2	4	Separação dos resíduos de acordo com a CONAMA 275/2001	1	2	1	2	-
	Variável	Solo	À granel	2	4	2	16	Utilização como aterro	1	4	1	4	-
		Tijolo		2	4	3	24		1	4	1	4	-
		Material Cerâmico		2	4	3	24		1	4	1	4	-

Tabela 7 – FMEA de processo (conclusão)

ORIGEM	PRODUÇÃO MENSAL	TIPOLOGIA	DESTINAÇÃO FINAL	S	O	D	R	SUGESTÕES	S	O	D	R	OBSERVAÇÕES
Prédios, construções, reformas, manutenções e rede de energia elétrica	Variável	Solventes	À granel	7	4	1	28	Disposição dos resíduos de acordo com a RDC 306/2004	3	4	1	12	-
		Concreto e argamassa		4	4	3	48	Utilização como aterro	1	4	1	4	-
		Madeira		2	4	3	24	Reutilização em fornos	1	1	1	1	-
		Compensado		2	4	3	24		1	1	1	1	-
		Aglomerado		2	4	2	16	Utilização como aterro	1	4	1	4	-
		Tubo de PVC		4	4	4	64	Separação dos resíduos de acordo com a CONAMA 275/2001	1	4	1	4	-
		Metal		5	4	5	100		1	4	1	4	-

## **5.4.1 Discussão da FMEA**

### **5.4.1.1 Áreas de extração mineral e unidade de britagem**

A produção mensal entre solo, rocha granítica e argila é de 36000t, enquanto o mesmo material advindo da unidade de britagem, é de 50 t, que são dispostas em pilhas de estéril, recuperação ambiental de cavas e recomposição topográfica de taludes, ou manutenção e conservação de estradas internas. Sugere-se que a parte deste material que não e utilizada seja cedida para a prefeitura municipal com o intuito de utilizá-la como aterro, diminuindo o risco associado à essas origens, ao realizar a destinação final corretamente.

### **5.4.1.2 Escritório, expedição, almoxarifado, sanitários e guarita da vigilância**

Os resíduos advindos do escritório, expedição, almoxarifado, sanitários e guarita da vigilância são resíduos comuns, como papel, papelão, plástico, vidro, papel higiênico, panos usados em limpeza (6m<sup>3</sup>) e tonner de impressoras (3 unidades) são armazenados em sacos plásticos em suas origens, porém, deve-se realizar a correta separação de acordo com a resolução CONAMA 275/2001. Estes resíduos não têm elevado risco associado, porém ressalta-se a importância da correta separação destes.Quanto aos tonners de impressoras, sugere-se a utilização de recarregáveis.

Para baterias automotivas (7 unidades) e pilhas pequenas (20 unidades), que são armazenadas em caixas de papelão, o recolhimento deverá ser realizado por empresa especializada.

### **5.4.1.3 Unidade de produção industrial**

Plástico, papelão, embalagens de aditivos e embalagens danificadas na produção (10t), são acondicionados em contentores big bag, e devem ser separados de acordo com a resolução CONAMA 275/2001.

#### **5.4.1.4 Refeitório**

Os resíduos gerados são papelão e embalagens plásticas, que devem ser separados de acordo com a resolução CONAMA 275/2001. Quanto à matéria orgânica gerada, sugere-se a aplicação da prática da compostagem já que a decomposição desse material é parte integrante do ecossistema e tem sido amplamente utilizado como condicionador do solo (BRAGA et al, 2002), podendo utilizar o composto gerado como adubo nas áreas de reflorestamento da empresa.

#### **5.4.1.5 Unidade de produção industrial, oficina**

Na unidade de produção industrial e na oficina, são gerados, mensalmente, 5t de metal de ferroso, 1t correias, dispostos à granel. Para ambos os resíduos, deve ser realizada a separação conforme a resolução CONAMA 275/2001. Muitas vezes esses resíduos podem ser reutilizados ou reciclados, no caso de correta segregação e armazenamento (DACROCE et al, 2016).

#### **5.4.1.6 Fornalha**

Nesta unidade são produzidas 2,5t de cinzas vegetais ao mês, a qual é armazenada à granel. Sugere-se que a mesma seja utilizada como adubo em áreas de reflorestamento da empresa, pois a utilização de cinzas resulta em substancial melhoria na agregação das partículas do solo, resultando significativos ganhos na fertilidade (GONÇALVES e MORO, 1995)

#### **5.4.1.7 Laboratório e ambulatório**

O descarte das soluções ácidas e básicas, indicadores e compostos inorgânicos (70 l) gerados no laboratório da empresa é realizado em embalagens plásticas e baldes com identificação. Estes devem ser repassados para empresas especializadas no descarte desses resíduos. As embalagens plásticas (100 l) devem receber o mesmo destino.

Os resíduos do ambulatório, como algodão, esparadrapo, gaze, luvas de látex e micropore, possuem geração mensal variável, de acordo com os acidentes de trabalho ocorridos na empresa. São classificados como resíduos da saúde e apresentam alto risco biológico, por isso ressalta-se a importância da disposição adequada conforme a RDC ANVISA 306/2004.

#### **5.4.1.8 Maquinário, caminhões, automóveis e carrinho de mão**

São geradas cerca de 30 unidades de pneus inaproveitáveis ao mês, que deverão ser recolhidos por uma empresa especializada, já que o descarte incorreto desses resíduos, como a queima, ou depósitos clandestinos pode trazer graves prejuízos ao meio ambiente, assim como à saúde pública, a partir do depósito de água, que pode ser foco para doenças (ALVES et al, 2015).

#### **5.4.1.9 Unidade de produção industrial, oficina, lubrificação automotiva**

Nesta unidade de produção, são gerados, mensalmente, 70 litros de embalagem usada de óleo lubrificante e graxas, que são acondicionados à granel; 1540 litros de óleo lubrificante usado a granel e acondicionados em caixas de contenção com capacidade de 1500 litros; 12 unidades de filtro automotivo usado, 400 litros de panos e estopas contaminados e 200 litros de equipamentos de proteção individual contaminados, os quais são acondicionados em bombonas de 200 litros. Todos esses resíduos são recolhidos por uma empresa especializada.

#### **5.4.1.10 Sedimentos oriundos da lavagem de caminhões e máquinas**

Nesta unidade são produzidos 70 litros de lodo, os quais são acondicionados em bombonas, os quais devem ser tratados adequadamente, sugerindo-se a utilização de filtro prensa.

#### **5.4.1.11 Prédios, construções, reformas, manutenções e rede de energia elétrica**

São descartados, mensalmente, por esta unidade, 50 lâmpadas fluorescentes, que são armazenadas em caixas de papelão. Além disso, são produzidos, em quantidade variável, solo, tijolo, material cerâmico, solventes, concreto e argamassa, madeira, compensado, aglomerado, tubos de PVC e metais, que são armazenados à granel. Para os resíduos de solo, tijolo, material cerâmico, concreto e argamassa e argamassa, sugere-se a utilização como aterro. Para a madeira e os compensados, sugere-se a reutilização em fornos, para os metais e os tubos de PVC, a separação conforme a resolução CONAMA 275/2001 e para os solventes, a disposição conforme a RDC 306/2004.

## **6 CONCLUSÃO**

Durante a realização da pesquisa, foi possível observar que a empresa avaliada está em fase de adaptação às NBRs pertinentes à mineração e almeja obter a certificação ISO 9001.

O estudo apresentado é inovador, pois não existe no Brasil uma FMEA de processo aplicada ao gerenciamento de resíduos sólidos oriundos da atividade de mineração.

As pontuações atingidas após a aplicação da ferramenta demonstraram que com poucas atitudes gerenciais se consegue um resultado satisfatório, minimizando os impactos ambientais causados pela falta de gerenciamento dos resíduos sólidos.

É possível agregar ao grupo de administradores, a utilização do ciclo PDCA. Ao (P) planejar e ao (D) fazer, aplica-se a FMEA de processo. Ao (C) checar, pontua novamente e inicia o (A) agir. Com certeza haverão resultados minimizados e fascinantes no cômputo total.

## REFERÊNCIAS

Brasil, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.º 01, 25 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação do Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.º 275, de 25 de abril 2001**. Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501.html>> Acesso em 10 set. 2015.

\_\_\_\_\_. **Lei N.º 12.305 de 02 de agosto de 2010** - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em 15 ago. 2017.

DA SILVA ALVES, Vitória Emanuella et al. Impacto Ambiental provocado pela destinação incorreta de pneus. **REVISTA ENIAC PESQUISA**, v. 4, n. 2, p. 162-175, 2015.

DIAS, R.. **Gestão ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

DNPM \_ **Departamento Nacional de Produção Mineral**. *Anuário Mineral Brasileiro*. Brasília, 1991.

DRACOCE, Noeli Pedroso; FUJIHARA, Hillary Mariane Lapas; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Resíduos de Oficina Mecânica: proposta de gerenciamento de resíduos sólidos–LP Radiadores e Baterias Ltda. [http://dx. doi. org/10.21714/19-82-25372016v10n2p97113](http://dx.doi.org/10.21714/19-82-25372016v10n2p97113). **REVISTA DA MICRO E PEQUENA EMPRESA**, v. 10, n. 2, p. 97-113, 2016.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - FEPAM. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/institucional/institucional.asp>>. Acesso em 16 out. 2016.

FLORIANO, E. P. **Planejamento ambiental**. 1ª.ed. Santa Rosa: AMORGS, 2004. Disponível em: <<http://www.ambienteinteiro.org.br/planejamentoambiental.pdf>>



Acesso em 10 ago. 2017.

GONÇALVES, JL de M.; MORO, L. Uso da cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, v. 48, n. 49, p. 28-37, 1995.

HARRINGTON, H. J; KNIGHT, A. **A implementação da ISO 14000**: como atualizar o SGA com eficácia. Atlas: São Paulo, 2001.

Institute of Healthcare Improvement. **FMEA Tools**. Disponível em: <<http://www.IHI.org/ihi/workspace/tools/fmea/>> Acesso em 17 out. 2017.

LOPES, G. V. **Resíduos de Oficina Mecânica. Proposta de Gerenciamento**. <<http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas/2007/Residuos.pdf>> Acesso em: jul. 2016.

MAROUN, C. A. **Manual de Gerenciamento de Resíduos**: guia de procedimentos passo a passo. ISBM: 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <[http://www.firjan.org.br/notas/media/manual\\_residuos2006.pdf](http://www.firjan.org.br/notas/media/manual_residuos2006.pdf)> Acesso em 15 ago. 2016.

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 10004 – **Resíduos Sólidos – Classificação** nov. 2004. Disponível em <<http://www.unaerp.br/documentos/2234-abnt-nbr-10004/file>> Acesso em 18 out. 2017.

NORMA BRASILEIRA ABNT 10006 - **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Mai. 2004. Disponível em: <<http://sites.unicentro.br/wp/educacaoambiental/files/2017/04/NBR-10006.pdf>> Acesso em 18 out. 2017.

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 1174 – **Armazenamento de Resíduos Classe II – A – Não Inertes e B – Inertes**, jul. 1990.

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 12235 – **Armazenamento de Resíduos sólidos perigosos**, abr. 1992.

Palady, P. (2002) **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos**. São Paulo: IMAN

SANTOS BRAGA, Florindo dos et al. Avaliação do aproveitamento de chorume proveniente de aterro sanitário na compostagem de resíduos sólidos urbanos. In: **VI**

**Simpósio Italo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** ABES, 2002. p. 1-15.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: Teoria e prática.** Oficina de textos. São Paulo, 2004.

Toledo, J. C. & Amaral, D. C. **FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha.** Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em 10 de novembro de 2015.