

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JÚLIA FORMENTIN DAJORI

INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL.
ESTUDO DE CASO: MINERAÇÃO DE CARVÃO

CRICIÚMA, 21 DE NOVEMBRO DE 2016

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JÚLIA FORMENTIN DAJORI

INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL.
ESTUDO DE CASO: MINERAÇÃO DE CARVÃO

CRICIÚMA, 21 DE NOVEMBRO DE 2016

JÚLIA FORMENTIN DAJORI

**INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL.
ESTUDO DE CASO: MINERAÇÃO DE CARVÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof.^a MSc. Rosimeri Venâncio Redivo

CRICIÚMA, 21 DE NOVEMBRO DE 2016

JÚLIA FORMENTIN DAJORI

INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL.

ESTUDO DE CASO: MINERAÇÃO DE CARVÃO

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Gerenciamento Ambiental.

Criciúma, 21 de novembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a MSc. Rosimeri Venâncio Redivo (UNESC) - Orientadora

Prof.^o MSc. Michael Peterson (UNESC)

Prof.^o MSc. Sérgio Bruchchen (UNESC)

Dedico este trabalho aos meus pais Giovani e Lourdes e aos meus irmãos irmã Ana Luiza e Bruno pelo amor, educação, dedicação, apoio e companheirismo que sempre me deram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por tudo que sou e tenho.

Aos meus pais, Giovani Dajori e Maria de Lourdes Formentin Dajori, que sempre me deram forças e apoio na minha formação.

Aos meus irmãos Ana Luiza Formentin Dajori e Bruno Dajori, por estarem sempre presentes em minha vida.

A todos os professores de minha graduação pelo conhecimento transmitido.

À professora Rosimeri Venâncio Redivo, pela sua atenção e dedicação como orientadora, que foi fundamental para realização deste trabalho.

À empresa MC Consultoria em Gestão Ambiental Ltda. que me deu oportunidade de estágio, fundamental para a realização desta pesquisa.

Ao meu supervisor de campo Marcos Lindomar Cadorin, que me acompanhou e me ajudou.

Aos meus colegas, por todos momentos felizes que passamos juntos.

À banca examinadora, Prof.^o MSc Michael Peterson e Prof.^o MSc. Sérgio Bruchchen, por terem aceitado o convite de participar do enriquecimento deste trabalho.

A todos que contribuíram e me apoiaram a minha formação. Muito Obrigada.

“Precisamos cuidar do mundo que não veremos.”

Bertrand Russell.

RESUMO

A atividade de Mineração de Carvão gera diversos impactos ambientais em seu processo produtivo, com as exigências para o cumprimento das legislações vigente, licenças ambientais, projetos ambientais (EIA/RIMA e PRAD), o setor carbonífero de Santa Catarina ainda cumpre requisitos de contrato com as termoeletricas, dentre elas, a certificação ISO 14001/2004. A avaliação do desempenho ambiental nas empresas auxilia na detecção de pontos significativos e na manutenção do Sistema de Gestão Ambiental das empresas. A utilização de Indicadores, frente aos Riscos Ambientais, foi o objetivo principal deste estudo. A metodologia de Avaliação de Riscos levou em consideração a probabilidade de ocorrência e a gravidade. Esta ferramenta foi importante, para a definição dos indicadores, a fim de avaliar o desempenho ambiental da empresa, aliando-se aos objetivos, metas e programas da organização. Os indicadores ambientais foram classificados e avaliados a partir de Planilhas de Aspectos e Impactos Ambientais utilizados na Mineração de Carvão. Os resultados foram discutidos de forma a propor melhorias do gerenciamento do sistema de gestão ambiental implantado, através da criação dos indicadores. A empresa em estudo é atualmente certificada na NBR ISO 14001:2004, em breve passará por adequações para a certificação da ISO 14001:2015. Dentre os Indicadores de Desempenho Ambiental definidos a partir da Avaliação de Risco, destaca-se: Indicador de Horas sem Quedas de Energia; Índice de Manutenção do Sistema Elétrico; Indicador de Geração de Resíduos Classe I; Índice de Manutenção de Extintores; Índice da Medição dos Gases; Indicador de Consumo de Óleos e Graxas; Indicador do Consumo de Óleo por Tonelada de Rom Extraído; Índice de Descarte de Resíduos Classe I; Indicador Dias Sem Vazamento no Processo; Indicador das Manutenções Periódicas das Tubulações; Índice de Entrada de Finos na Barragem de Rejeitos; Indicador de Dias sem Vazamento na Barragem de Rejeitos.

Palavras-chave: Indicadores Ambientais, Avaliação do Desempenho Ambiental, Gestão Ambiental.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Indicadores Ambientais da Atividade de Lavra em Subsolo gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 59 |
| Tabela 2 - Indicadores Ambientais da Atividade de Beneficiamento do Carvão gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 61 |
| Tabela 3 - Indicadores Ambientais da Atividade de Barragem de Rejeitos gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 62 |
| Tabela 4 - Indicadores Ambientais da Atividade do Depósito de Rejeitos gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 63 |
| Tabela 5 - Indicadores Ambientais da Atividade de Transporte Rodoviário gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 65 |
| Tabela 6 - Indicadores Ambientais da Atividade de Recuperação de Passivos Ambientais gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 66 |
| Tabela 7 - Indicadores Ambientais da Atividade de Manutenção de Estradas e Pátios gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 67 |
| Tabela 8 - Indicadores Ambientais da Atividade da Central de Resíduos gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 67 |
| Tabela 9 - Indicadores Ambientais da Atividade de Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 68 |
| Tabela 10 - Indicador Ambiental da Atividade dos Escritórios gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 68 |
| Tabela 11 - Indicadores Ambientais das Atividades do Terminal de Embarque de Minérios gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 69 |
| Tabela 12 - Indicadores Ambientais da Atividade da Estação de Tratamento de Efluentes gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 71 |
| Tabela 13 - Indicadores Ambientais da Atividade de Armazenamento e Transporte de Combustíveis/Óleo gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 72 |
| Tabela 14 - Indicadores Ambientais da Atividade da Casa de Bombas gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 72 |
| Tabela 15 - Indicadores Ambientais da Atividade da Casa de Bombas gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1)..... | 72 |
| Tabela 16 - Periodicidade Recomendada para os Indicadores Ambientais analisados..... | 73 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileiras de Normas Técnicas

ACV – Análise do Ciclo de Vida

ADA – Avaliação do Desempenho Ambiental

AMREC – Associação dos Municípios da Região Carbonífera

BSC – *Balanced Scorecard*

CE 4500 – Carvão Energético 4500

DAM – Drenagem Ácida de Mina

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EVA – *Economic Value Added* (Valor Econômico Adicionado)

FATMA – Fundação do Meio Ambiente

ICA – Indicador de Condição Ambiental

IDA – Indicador de Desempenho Ambiental

IDG – Indicador de Desempenho Gerencial

IDO – Indicador de Desempenho Operacional

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial

NBR – Norma Brasileira

ISO – *International Organization of Standardization* (Organização Internacional para Normalização)

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PDCA – *plan, do, check, act* (planejar, executar, verificar e agir)

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SIECESC – Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 13 |
| 2.1 Histórico da Mineração no Sul de Santa Catarina | 13 |
| 2.2 Principais Impactos Ambientais na Mineração | 15 |
| 2.3 Composição e aplicação | 17 |
| 2.4 Incentivos à produção de energia elétrica a partir de carvão mineral..... | 17 |
| 2.5 Impactos da Mineração a Céu Aberto | 18 |
| 2.6 Impactos da Mineração Subterrânea..... | 18 |
| 2.7 Principais Atividades da Mineração de Carvão | 19 |
| 2.7.1 Extração | 19 |
| 2.7.2 Beneficiamento | 19 |
| 2.7.3 Transporte..... | 20 |
| 2.7.4 Geração de Energia | 20 |
| 2.8 Principais Poluentes Gerados | 21 |
| 2.8.1 Drenagem Ácida da Mina (DAM) | 21 |
| 2.8.2 Emissões Atmosféricas | 21 |
| 2.8.3 Monóxido de Carbono | 22 |
| 2.8.4 Dióxido de Carbono..... | 22 |
| 2.8.5 Enxofre..... | 23 |
| 2.8.6 Metano | 23 |
| 2.8.7 Óxidos de nitrogênio | 24 |
| 2.8.8 Material particulado | 24 |
| 2.8.9 Mercúrio | 24 |
| 3 METODOLOGIA..... | 49 |
| 3.1 Processo Produtivo | 50 |
| 3.2 Método de Trabalho | 50 |
| 3.3 Classificações do Risco..... | 52 |
| 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS | 53 |
| 4.1 Etapas do Processo Produtivo e Atividades de Apoio..... | 53 |
| 4.1.1 Lavra de Subsolo | 53 |
| 4.1.2 Beneficiamento do Carvão | 55 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.1.3 | Barragem de Rejeitos e Bacias de decantação | 57 |
| 4.1.4 | Depósito de Rejeito | 59 |
| 4.1.5 | Transporte Rodoviário | 60 |
| 4.1.6 | Recuperação de Passivos Ambientais | 61 |
| 4.1.7 | Manutenção de Estradas e Pátios | 62 |
| 4.1.8 | Central de Resíduos..... | 63 |
| 4.1.9 | Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva | 63 |
| 4.1.10 | Escritórios..... | 64 |
| 4.1.11 | Terminal de Embarque de Minérios..... | 65 |
| 4.1.12 | Estação de Tratamento de Efluentes..... | 65 |
| 4.1.13 | Armazenamento e Transporte de Combustível/Óleo..... | 67 |
| 4.1.14 | Casa de Bombas e Áreas de Apoio no Subsolo | 68 |
| 4.2 | Periodicidades dos Indicadores Ambientais do Sistema de Gestão Ambiental 69 | |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 71 |
| | REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO | 73 |
| | APÊNDICES | 75 |

1. INTRODUÇÃO

A certificação do Sistema de Gestão Ambiental tem se tornado mais comum nas Empresas, devido ao aumento da conscientização ambiental e a busca por adequação das exigências do mercado empreendedor. A implementação do Sistema de Gestão Ambiental depende do comprometimento das metas estabelecidas e dos colaboradores, bem como, no desempenho ambiental para manter assim uma estrutura consistente. O foco principal é alcançar a melhoria contínua do SGA, através da certificação da Norma ABNT ISO 14000. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a responsável por regulamentar o sistema, estabelecendo os requisitos de implementação e operação no Brasil.

Os indicadores ambientais norteiam a criação, diagnóstico e resolução de diversos pontos importantes que afetam o produto, o processo e o serviço realizado. O setor carbonífero vem buscando gerenciar seus impactos ambiental com o objetivo de atender seu maior cliente, Tractebel Energia, empresa também denominada atualmente como ENGIE, localizada em Capivari de Baixo, Santa Catarina.

No levantamento dos indicadores ambientais pode-se ter conhecimento dos pontos mais importantes a serem tratados para melhorias no SGA, utilizando esses Indicadores de Desempenho Ambiental como ferramentas para medir o desempenho ambiental do Sistema de Gestão Ambiental da Empresa Mineradora.

A partir de 2017 entrarão em vigor as certificações da nova estrutura da Norma 14001 aprovada no ano de 2015, propondo novas mudanças da versão anterior utilizada. O setor carbonífero necessita da adequação para o atendimento a esta nova versão focada em Riscos Ambientais. O Objetivo Geral deste trabalho é a Identificação dos Indicadores de Desempenho Ambiental, como ferramenta de prevenção de Impactos Ambientais na atividade de Mineração de Carvão. Os Objetivos Específicos são: Levantar os aspectos ambientais mais relevantes na atividade de mineração de carvão; Avaliar os riscos ambientais na fase de operação; Identificar os indicadores utilizados para a manutenção da ISO 14001; Avaliar os indicadores de desempenho ambiental na atividade, para prevenção de impactos

ambientais de forma a utilizar os indicadores ambientais como ferramentas de monitoramento. Prevenção de riscos e melhoria do SGA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da Mineração no Sul de Santa Catarina

No Brasil, a história do carvão se inicia há cerca de 280 milhões de anos, na época em que a crosta da Terra, constantemente convulsionada por terremotos, vulcões e maremotos. Estes fenômenos provocaram lentos ou violentos cisalhamentos e fizeram as montanhas e os limites costeiros separarem-se da África pelo Oceano Atlântico. (FRANCISCO, 2015).

Naquelas épocas geológicas, árvores gigantes e toda sorte de vegetação crescia, formando grandes e espessas florestas, favorecidas pela atmosfera muito rica em CO₂, permitindo a intensificação da função clorofiliana e o crescimento dos vegetais em um clima particularmente quente e úmido.

O carvão é então a parte celulósica da vegetação, transformada pelo tempo, pressão, bactérias e outros agentes anaeróbicos, em uma massa carbonosa. As sucessivas formações de florestas e afundamentos ocorreram ao longo de milhões de anos em uma mesma região, e então, camadas e camadas de carvões diferentes foram formadas. (ABCM, Associação Brasileira do Carvão Mineral, 2008).

A ocorrência do carvão no Brasil encontra-se principalmente nos estados do Rio Grande do Sul (28 bilhões de toneladas), Santa Catarina (3,3 bilhões de toneladas) e Paraná (104 milhões de toneladas).

Em Santa Catarina, o início das atividades carboníferas aconteceu no final do Século XIX, realizadas por uma companhia britânica que construiu uma ferrovia e explorava as minas. Em 1885 foi inaugurado o primeiro trecho da ferrovia Dona Tereza Cristina, ligando Lauro Müller ao Porto de Laguna, e chegando, em 1919, a São José de Cresciuma. Como o carvão catarinense era considerado de baixa qualidade, sua exploração não despertou muito o interesse por parte dos ingleses. Diante desse quadro, o Governo Federal repassou a concessão para indústrias cariocas, destacando-se, inicialmente, Henrique Lage e, depois, Álvaro Catão e Sebastião Netto Campos.

Com a queda da compra do carvão importado, durante a Primeira Guerra Mundial, o produto catarinense assistiu seu primeiro surto de exploração, época em que foram ampliados os ramais ferroviários no sul do estado e inauguradas novas empresas mineradoras. Em 1917 entra em operação a Companhia Brasileira Carbonífera Araranguá (CBCA) e, 1918, a Companhia Carbonífera Urussanga (CCU). Na década seguinte, em 1921, surgem a Companhia Carbonífera Próspera e a Companhia Carbonífera Ítalo-Brasileira, em 1922, a Companhia Nacional Mineração Barro Branco.

O segundo surto veio no Governo Federal Getúlio Vargas, com decreto determinando o consumo do carvão nacional e com a construção da Companhia Siderúrgica nacional (CSN). A obrigatoriedade da utilização do carvão nacional foi estabelecida em 10% em 1931, aumentando esta cota para 20% em 1940. A CSN foi construída em 1946. (ABCM, Associação Brasileira do Carvão Mineral, 2008).

Nos anos 40 e 50 várias minas operavam na região e pertenciam a pequenos proprietários locais, grandes empreendedores cariocas e uma estatal, a Companhia Próspera, subsidiária da CSN. Ao longo dos anos 60 ocorrem profundas mudanças no setor e, no início dos anos 70, estavam em atividades apenas 11 mineradoras, a maioria pertencente a empresários locais.

O último boom no setor foi com a crise do petróleo em 1973, com as atenções voltadas novamente para o uso do carvão nacional. No início da década de 90, o setor é desregulamentado por decreto do Governo Federal, mergulhando toda a região sul catarinense em profunda crise. (IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração, 2012).

O início de uma nova fase de desenvolvimento da atividade carbonífera no Sul do estado se avizinha com a implantação de um parque térmico na região. Estudos técnicos vêm sendo realizados com base em tecnologias avançadas já desenvolvidas nos Estados Unidos. O trabalho tem envolvido as empresas mineradoras da região que, nos últimos cinco anos, priorizaram políticas de recuperação e proteção ambiental, de segurança e saúde do trabalhador e investimentos na qualificação tecnológica das minas. (ABCM, Associação Brasileira do Carvão Mineral, 2008).

Ainda hoje, o carvão mineral é bastante utilizado, e a sua queima para a obtenção de energia gera vários problemas de ordem ambiental, pois durante esse processo ocorre a liberação de dióxido de carbono, causando a poluição atmosférica, intensificando o efeito estufa e contribuindo para a ocorrência de

chuvas ácidas. Outros agravantes são os descartes de resíduos sólidos, poluição térmica e os riscos durante sua exploração nas jazidas.

2.2 Principais Impactos Ambientais na Mineração

De acordo com a Resolução CONAMA 01 de 1986: Impacto Ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. as atividades sociais e econômicas;
- III. a biota;
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. a qualidade dos recursos ambientais.

Numa tentativa de aplicar todos esses procedimentos legais e racionais para explorar os bens minerais que são fornecidos, a ciência e a tecnologia modernas caminham ao encontro de uma sincronia harmoniosa e cristalina. Porém, os encargos que a atividade mineira deixa muitas vezes são tarefas duras de amenizar. Os aspectos relacionados durante todo o tempo desse tipo de atividade são os mais variados possíveis, podendo ou não ser controlados, mitigados ou, até mesmo, monitorados simultaneamente com as atividades em apreço. (KOPEZINSKI, 2002).

O impacto ambiental, positivo e/ou negativo causado pela atividade extrativa dependerá exclusivamente da ação antrópica. A atividade humana é que determinará o tipo, a magnitude e as consequências da alteração ambiental no meio a ser minerado. Embora utilizem técnicas avançadas e modernas para amenizar os aspectos degradacionais produzidos, muitos procedimentos necessários para implantação do empreendimento mineira não podem ser evitados. Isso muitas vezes ocasiona impactos ambientais inevitáveis ao meio físico e meio biótico. (KOPEZINSKI, 2002).

Fornasari e colaboradores (1984) relacionam que o impacto ambiental ao meio físico é ligado diretamente a características pertinentes ao meio, como o relevo

e a geologia, tipo de extração, tipo de beneficiamento, os rejeitos resultantes, suas características químicas e formas de disposição.

O carvão mineral é subdividido de acordo com o poder calorífico e a incidência de impurezas, sendo considerado de baixa qualidade (linhito e sub-betuminoso) e alta qualidade (betuminoso, ou hulha e antracito).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (2012), o carvão mineral pode ser subdividido de acordo com a sua qualidade, o que depende de fatores como a natureza da matéria orgânica que o formou, clima e evolução geológica da área.

- **Turfa**

A extração da turfa ocorre antes da drenagem da área, o que reduz a sua umidade. É frequentemente depositada a céu aberto para perder mais umidade.

Usos: é cortada em blocos e usada como combustível em fornalhas, termoelétricas, obtenção de gás combustível, ceras, parafina, amônia e alcatrão (produto do qual se deriva óleos e outras substâncias de grande uso pela indústria química).

- **Linhito**

Pode ocorrer de duas formas, como um material marrom, ou preto e recebe diversas denominações.

Usos: gasogênios obtenção de alcatrão, ceras, fenóis e parafinas. A cinza proveniente da combustão pode ser aproveitada como cimento pozolânico e cerâmicas.

- **Hulha**

A hulha pode ser subdivida em dois tipos principais: o carvão energético (ou carvão-vapor) que é considerado o mais pobre. É usado diretamente em fornos, principalmente em usinas termelétricas; carvão metalúrgico (carvão de coque) é considerado nobre. O coque é material poroso, leve e de brilho metálico, usado como combustível na metalurgia (altos-fornos) A hulha também é usada na produção de alcatrão.

- **Antracito**

Possui combustão lenta, sendo indicado para o aquecimento doméstico. Também é usado em processos de tratamento de água.

2.3 Composição e aplicação

Em qualquer uma de suas fases, o carvão é composto por uma parte orgânica e outro mineral. A orgânica é formada por carbono e hidrogênio e pequenas proporções de oxigênio, enxofre e nitrogênio. O mineral é constituído por silicatos que compõem as cinzas. (ABCM, Associação Brasileira do Carvão Mineral, 2008).

Por ser subdividido em diversos tipos, os usos do carvão são muitos. O principal uso do carvão mineral é como fonte de energia. De acordo com a *International Energy Agency (IEA)* em 2010, o carvão mineral é responsável por 40% da produção de energia elétrica mundial. O carvão mineral também é empregado no setor metalúrgico.

2.4 Incentivos à produção de energia elétrica a partir de carvão mineral

Apesar de não renovável, há fortes incentivos econômicos para que a produção de energia elétrica a partir do carvão mineral. Os países como a China e Estados Unidos concentram seus investimentos nesta área atualmente.

Os dois principais argumentos a favor da produção de energia a partir do carvão mineral são a abundância de reservas, o que garante a segurança de suprimento e os baixos custos do minério, em comparação a outros combustíveis fósseis, e o processo produtivo. (ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008).

Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as reservas mundiais de carvão mineral totalizam 847,5 bilhões de toneladas. Essa quantidade seria suficiente para atender a produção atual de carvão por um período aproximado de 130 anos. Outro incentivo é que, diferentemente do petróleo e do gás natural, as reservas de carvão mineral são encontradas em quantidades expressivas em 75 países, embora aproximadamente 60% do volume total estar concentrado nos Estados Unidos (28,6%), Rússia (18,5%) e China (13,5%). De acordo com o Serviço Geológico do Brasil, o Brasil está na 10ª posição, com 1%.

Os maiores produtores mundiais de carvão são a China e os Estados Unidos, segundo a *World Coal Association*, seguidos da Índia, Indonésia e Austrália, respectivamente.

A maior parte da matriz energética, tanto da China quanto dos Estados Unidos é baseada na produção de energia elétrica a partir de carvão mineral, o qual também é representativo na matriz energética de outros países, como a Alemanha, Polônia, Austrália e África do Sul. (ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil, o Brasil tem suas reservas concentradas na região Sul do país.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008, as reservas brasileiras de hulha totalizam 32 bilhões de toneladas, com 89,25% do total concentrado no Rio Grande do Sul - Santa Catarina dispõe de 0,41%. Existem reservas menores no Paraná (0,32%) e em São Paulo (0,002%).

Porém, apesar das vantagens econômicas, a produção de energia elétrica a partir do carvão mineral é uma das formas mais agressivas de produção de energia do ponto de vista socioambiental. As externalidades negativas estão presentes ao longo de todo o processo produtivo, desde a extração do minério até o seu produto final e descarte dos rejeitos.

2.5 Impactos da Mineração a Céu Aberto

As escavações de grandes volumes de solo rochoso geram impactos ambientais visíveis na cobertura vegetal e fauna, sendo responsáveis pela degradação de largas áreas e poluição visual, sem contar a intensificação de processos erosivos. Além disso, o uso de máquinas e equipamentos também geram poluição sonora. (SOUZA, 2004).

2.6 Impactos da Mineração Subterrânea

Os principais impactos associados à mineração subterrânea são o rebaixamento do lençol freático, que pode contribuir para a extinção de fontes, o impacto na rede hidrológica superficial e as vibrações causadas pelas explosões. (KOPEZINSKI, 2002).

2.7 Principais Atividades da Mineração de Carvão

2.7.1 Extração

A extração ou mineração do carvão pode ser subterrânea ou a céu aberto. Isso irá variar de acordo com a profundidade em que o carvão é encontrado.

Quando a camada que recobre o minério é estreita, ou o solo não é apropriado (areia ou cascalho), a exploração tende a ser feita a céu aberto. (SOUZA, 2004).

Segundo a ANEEL, a mineração a céu aberto é a forma predominante de extração do minério no Brasil, e também mais produtiva do que a subterrânea. O que não corresponde à realidade internacional, na qual prevalece a exploração por mineração subterrânea, equivalendo a 60% da extração mundial de carvão.

A drenagem ácida da mina e a produção de rejeitos são impactos ambientais negativos comuns aos dois tipos de extração.

2.7.2 Beneficiamento

De acordo com a Associação Brasileira de Carvão Mineral – ABCM em 2008, o beneficiamento é o conjunto de processos ao qual o carvão mineral bruto (Run - Of - Mine - ROM), obtido diretamente da mina, é submetido para que haja a remoção da matéria orgânica e de impurezas, visando assegurar a sua qualidade. O tratamento do carvão depende das suas propriedades originais e do uso pretendido.

Segundo o relatório da ANEEL 2008, o beneficiamento gera rejeitos sólidos que são normalmente depositados na área próxima à mineração e lançados diretamente em barragens de rejeito.

Esses rejeitos normalmente contêm grandes concentrações de pirita (sulfeto de ferro - FeS_2) ou outros materiais sulfetados, que contribuem para a geração de ácido sulfúrico e para a intensificação do processo de “drenagem ácida da mina”.

2.7.3 Transporte

De acordo com a ANEEL em 2008, o transporte é a atividade mais custosa do processo produtivo do carvão mineral. Por tal motivo, normalmente, o carvão que é transportado é apenas aquele que possui baixo teor de impurezas, e maior valor econômico agregado.

Quando o uso pretendido do carvão mineral é a geração de energia elétrica, a termelétrica é construída nas proximidades da área de mineração, como ocorre nas usinas termelétricas a carvão mineral em atividade no país, a exemplo, a Usina Termelétrica de Juiz de Fora em Minas Gerais, a Usina Termelétrica de Campinha Grande na Paraíba, e a Usina Piratininga em São Paulo. Destaca-se o Complexo Termelétrico Jorge Lacerda (ENGIE) em Santa Catarina, que é formado por três usinas térmicas movidas a carvão, sendo o maior da América Latina com capacidade instalada total de 857 megawatts.

Do ponto de vista econômico, é mais vantajoso investir em linhas de transmissão para distribuir a energia elétrica já produzida, do que no transporte de carvão por longas distâncias.

Para distâncias curtas, o método mais eficiente é através de transportadores de correias. Também se faz o uso de dutos, através do qual o carvão, misturado à água, é transportado em forma de lama.

2.7.4 Geração de Energia

Segundo o relatório de Furnas (2014), uma usina termelétrica é definida como um conjunto de obras e equipamentos com a função de gerar energia elétrica através de um processo que é convencionalmente dividido em três etapas.

A primeira etapa consiste na queima do combustível fóssil para transformar a água da caldeira em vapor. No caso do carvão mineral, antes do processo de queima, este é transformado em pó. Isso garante o maior aproveitamento térmico do processo de queima.

A segunda etapa é a utilização do vapor produzido sob alta pressão, para girar uma turbina e acionar um gerador elétrico. A passagem do vapor pela turbina provoca a movimentação da turbina e também do gerador, que está acoplado à turbina, transformando energia mecânica em elétrica.

O ciclo é fechado na terceira e última etapa, em que o vapor é condensado e transferido para um circuito independente de refrigeração, retornando ao estado líquido, como água da caldeira.

A energia que foi gerada é transportada do gerador até um transformador via cabos condutores. O transformador, por sua vez, distribui a energia elétrica até os centros de consumo por meio de linhas de transmissão. (FURNAS, 2014).

2.8 Principais Poluentes Gerados

2.8.1 Drenagem Ácida da Mina (DAM)

A drenagem ácida da mina é realizada através de bombas, essa DAM quando não tratada causa alterações no solo de ordem mineralógica (formação de novos compostos), química (redução do pH) e física (baixa capacidade de retenção de água e permeabilidade), que variam de acordo com a geologia do terreno. (SOUZA, 2004).

A drenagem ácida da mina é, em geral, considerada um dos impactos mais significativos de processos de mineração, segundo o relatório do Ministério de Ciência e Tecnologia, 2014.

Como consequência dessas alterações no solo, a qualidade da água subterrânea também é comprometida. Pode ocorrer a redução do valor do pH da água, o que contribui para a solubilização de metais e para contaminação da água subterrânea que, em caso de ingestão, pode vir a afetar a saúde humana. (KOPEZINSKI, 2002).

A mitigação dos problemas químicos e físicos do solo ocasionados pela mineração é a primeira etapa da recuperação das áreas impactadas.

2.8.2 Emissões Atmosféricas

Quando o carvão é queimado, os elementos contidos nele são volatilizados (evaporam) e emitidos para a atmosfera juntamente com parte da matéria inorgânica que é liberada sob a forma de partículas de pó (cinzas volantes).

2.8.3 Monóxido de Carbono

O carvão mineral é um material com alta concentração de carbono. Desse modo, ao ser queimado, o carvão mineral emite grandes concentrações de monóxido de carbono.

O monóxido de carbono é gás tóxico extremamente nocivo à saúde humana e que pode, em casos de intoxicação aguda, levar à morte. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2008), a principal via de intoxicação por monóxido de carbono é a respiratória. Uma vez inalado, o gás é rapidamente absorvido pelos pulmões e se liga à hemoglobina, impedindo o transporte eficiente do oxigênio. Por isso, a exposição prolongada ao monóxido de carbono está ligada ao aumento na incidência de infarto entre idosos.

Além disso, uma vez na atmosfera, o monóxido de carbono pode ser oxidado, transformando-se em dióxido de carbono.

2.8.4 Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono pode ser emitido diretamente pela combustão do carvão e de outros combustíveis fósseis, ou ser formado na atmosfera a partir de reações químicas, como por exemplo, a partir da reação de oxidação do monóxido de carbono.

O dióxido de carbono é considerado um dos principais gases do processo de intensificação do efeito estufa, sendo associado ao aumento do aquecimento global. E é também um dos principais tipos de gases emitido pela queima do carvão. (UNESP, 2010).

É importante ressaltar que a combustão é a fase da cadeia produtiva do carvão na qual ocorre maior emissão de dióxido de carbono, mas as fases de estocagem e armazenamento de rejeitos também contribuem para as emissões totais. No entanto, segundo o relatório do Ministério de Ciência e Tecnologia 2015, o desconhecimento do tempo de estocagem do minério em cada caso é um fator limitante para o cálculo de emissões totais.

2.8.5 Enxofre

Segundo o relatório da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (2012), de todas as emissões das termelétricas a carvão, a que vem causando mais preocupação é a emissão de enxofre. Ao ser queimado, o enxofre forma uma série de compostos gasosos que são liberados na atmosfera caso não exista equipamentos para a sua captura. Destes, destaca-se, sobretudo o dióxido de enxofre (SO₂).

O dióxido de enxofre (SO₂) sofre oxidação na atmosfera e forma o trióxido de enxofre (SO₃) que, por sua vez, ao se ligar à água da chuva (H₂O), formará o ácido sulfúrico (H₂SO₄), dando origem à chuva ácida.

A chuva ácida têm impactos diretos na vida vegetal e animal, sobretudo aquática. Em vegetais, leva a mudanças na pigmentação e formação e à necrose. Em animais, causa a morte de organismos, como peixes e anfíbios. A chuva ácida também causa danos a bens materiais, à medida que favorece processos corrosivos.

De acordo com relatório do Ministério do Meio Ambiente (2010), em que documento, os impactos do dióxido de enxofre à saúde humana podem estar relacionados ao aumento na incidência de problemas respiratórios em geral e à asma, o que fica indicado pelo aumento das internações hospitalares.

2.8.6 Metano

O carvão mineral em sua maioria possui alto teor de metano (CH₄). A combustão do carvão mineral libera o metano na atmosfera, que pode se associar ao vapor d'água e ao dióxido de carbono e é considerado um dos principais gases do efeito estufa.

O metano é formado a partir do processo de decomposição da matéria orgânica. Por tal motivo, sua ocorrência é associada aos combustíveis fósseis. (UNESP, 2010).

É importante ressaltar, que apesar do processo de combustão do carvão mineral liberar quantidades significativas de metano na atmosfera, as emissões de metano no processo produtivo do carvão mineral ocorrem desde a extração do

minério, sobretudo em minas subterrâneas e na estocagem do material pós-mineração, como pode ser verificado no relatório do Ministério de Ciência e Tecnologia (2015).

2.8.7 Óxidos de nitrogênio

O carvão mineral também possui grande concentração de nitrogênio. Portanto, a combustão do carvão emite óxidos de nitrogênio na atmosfera. Os gases de combustão normalmente são constituídos, em sua maioria, pelo óxido de nitrogênio. Quando liberado na atmosfera, é rapidamente oxidado, transformando-se em dióxido de nitrogênio. (UNESP, 2010).

O dióxido de nitrogênio, ao se ligar à água da chuva (H_2O), produz o ácido nítrico (HNO_3) que, assim como o ácido sulfúrico (H_2SO_4), também provoca a chuva ácida.

Além disso, altas concentrações de NO_2 influenciam a formação do ozônio troposférico e processos de *smog* fotoquímico. (VESILIND, 2011).

2.8.8 Material particulado

Segundo a CETESB (2010), material particulado é todo o material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. O material particulado também se forma na atmosfera a partir dos anteriormente citados dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogênio (NO_x).

O tamanho das partículas está diretamente relacionado ao potencial de causar problemas de saúde.

2.8.9 Mercúrio

Além dos gases já mencionados, o carvão mineral também contém quantidades significativas de mercúrio, o qual através da combustão do minério é volatilizado para a atmosfera.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2008), o mercúrio volatilizado e presente na atmosfera, é incorporado ao ciclo da chuva, atingindo os corpos aquáticos e levando a contaminação ambiental e dano à vida aquática. A

contaminação por mercúrio também é uma questão de saúde pública, uma vez que o consumo de organismos aquáticos contaminados por mercúrio pode levar à intoxicação aguda, e alguns casos levar à morte.

2.9 Recuperação Ambiental

É inegável que, no mundo moderno, a mineração assume contornos de importância decisiva para o desenvolvimento, pois observa-se que o minério extraído da natureza está em quase todos os produtos utilizados. Entretanto, esta dependência gera um ônus para a sociedade, ou seja, o surgimento de imensas áreas degradadas que, no final da exploração, na maioria das vezes, não podem ser ocupadas racionalmente. (CALIJURI, 2013).

A atividade da mineração, quando exercida sem controle e de maneira inadequada, pode gerar degradação do solo e causar desequilíbrio nos processos físicos e/ou químicos. Para minimizar a degradação proveniente desta atividade, a mineração deve ser planejada antes da implantação do empreendimento e a área deve ser recuperada. Segundo Sánchez (2001), a recuperação destas áreas deve ser executada simultaneamente à mineração, agregando a recuperação ao cotidiano e não ao final do empreendimento. (CALIJURI, 2013).

Segundo CALIJURI (2013), O projeto de recuperação de áreas degradadas necessariamente deve exibir as seguintes características:

- Atender às exigências de qualidade ambiental da área depois de reabilitada, fixando previamente a qualidade, compondo o cenário comportamental da área reabilitada e, a seguir, concebendo e desenvolvendo soluções para alcançar tal resultado.
- Incluir sempre justificativa fundamentada das ações e dispositivos integrantes do projeto.
- Incluir recomendações específicas de cunho executivo com vistas ao objetivo acima.
- Utilizar amplamente as características constitutivas e comportamentais do sistema ambiental local, em todos os aspectos de que dependam a economicidade da reabilitação, sua eficácia quanto à estabilidade dos resultados e o desempenho futuro da área reabilitada.
- Descrição e avaliação dos impactos e efeitos ambientais nas fases de implantação, operação, abandono e desativação do empreendimento nas áreas de influência direta e indireta, considerando os meios físico, biótico e antrópico.

A degradação de uma área, independentemente da atividade implantada, é verificada quando a vegetação e, por consequência, a fauna, são degradadas, removidas ou expulsas, bem como a camada de solo fértil é perdida, removida ou coberta, afetando a vazão e qualidade ambiental dos recursos hídricos. (KOPEZINSKI, 2002).

A recuperação de uma área degradada deverá ter por objetivo o retorno de tal área a uma forma de utilização que esteja de acordo com o plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de um meio ambiente mais estável. (KOPEZINSKI, 2002).

A recuperação de áreas degradadas está intimamente ligada à ciência da restauração ecológica, que é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Um ecossistema é considerado recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais. (KOPEZINSKI, 2002).

Dessa maneira, a recuperação se dá através da definição de um plano que considere os aspectos ambientais, estéticos e sociais, de acordo com a destinação que se pretende dar à área, permitindo um novo equilíbrio ecológico. A ação de recuperação, cuja intensidade depende do grau de interferência na área, pode ser realizada através de métodos edáficos (medidas de sistematização de terreno) e vegetativos (restabelecimento da cobertura vegetal). (KOPEZINSKI, 2002).

O dever de recuperar o meio ambiente degradado pela exploração de recursos minerais foi instituído pela Constituição Federal, de 1998, em seu Art. 225, “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da Lei”.

A Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto Nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Em seu Art. 4º, afirma que a Política Nacional do Meio Ambiente visará:

“VII – (..) obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.”

O Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei Nº 6.938, determina:

“Art. 1º – Os empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada.”

Em seu Art. 2º, o mesmo decreto define o conceito de degradação:

“(...) são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.”

Por fim, em seu Art. 3º, o decreto estabelece a finalidade dos PRAD:

“A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.”

Os Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) são importantes instrumentos da gestão ambiental para todos os tipos de atividades antrópicas.

A Resolução CONAMA Nº 001/86 define que o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é o conjunto de estudos realizados por especialistas de diversas áreas, com dados técnicos detalhados. O acesso a ele é restrito, em respeito ao sigilo industrial. No artigo 6º dessa resolução define que o EIA desenvolverá as seguintes atividades técnicas:

O relatório de impacto ambiental - RIMA, refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental – EIA. O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação. Dessa forma, o Relatório de Impacto Ambiental deverá conter os seguintes itens:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de

influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

De acordo com o artigo 2º da Resolução CONAMA 01/86, a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA), a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, devem ser realizados para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, na qual se encontra as atividades de:

VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração;

XVI- Qualquer atividade que utilizar carvão vegetal, derivados ou produtos similares, em quantidade superior a dez toneladas por dia;

2.10 Termo de Ajustamento de Conduta – TAC

O Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, como instrumento jurídico, tem se apresentado para ordenar as mais diversificadas questões, sendo comumente usada para ordenar as ações acordadas em diversas modalidades de conflitos.

O art. 3º, I, da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, já definia meio ambiente bem como caracterizava a responsabilidade objetiva do causador do dano e dava outras providências. O referido artigo define meio ambiente como, “O conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”; bem como caracterizava a responsabilidade objetiva do causador do dano e dava outras providências.

A preocupação com os problemas ambientais chegaram a ponto de existir no ordenamento jurídico mecanismos legais para a proteção do meio ambiente, inclusive de âmbito constitucional, mostrando a evolução de um novo direito: o Direito Ambiental.

Antes da promulgação de nossa CF/1988, já havia na sistemática jurídica a Lei da Ação Civil Pública, a Lei 7.347, de 24/07/85 que fortalecida pelo texto constitucional e posteriormente pelo Código de Defesa do Consumidor (LEI8.078/90), prevê o ajuizamento da ação civil pública para proteção do patrimônio ambiental, histórico, paisagístico etc., bem como serve para apurar a responsabilidade por danos a qualquer outro interesse difuso ou coletivo. Pela referida lei em seu art. 5º e o disposto na art. 129, III da Constituição Federal, estão legitimados a propor a ação civil pública, além do Ministério Público, a União, os Estados, e Municípios, autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista ou associações que tenham pelo menos um ano e tenham como finalidade a proteção dos valores protegidos por esta mesma lei.

Conhecer as ferramentas de proteção e mitigação é uma das formas de premeditar e minimizar tanto os danos ambientais como suas consequências de reparação, as quais resultam sempre em intervenções financeiras ou físicas que desgastam sensivelmente a imagem de quem as produziu. (IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração, 2012).

Há divergência na doutrina quanto à natureza jurídica do TAC. Parte dos doutrinadores entende que o Termo de Ajustamento de Conduta tem natureza jurídica de acordos bilaterais, outra parte, porém, entende que o TAC possui natureza jurídica de transação. Os que defendem a posição de acordos bilaterais afirmam que o Termo de Ajustamento de Conduta não pode ser visto como transação, por não ser possível fazer qualquer tipo de concessão sobre o meio ambiente, pois este é um bem indisponível.

O TAC, tem se mostrado uma excelente ferramenta para tratar as questões dos danos ambientais, pois através do termo de ajustamento celebram-se de forma harmoniosa as ações de reparação e recuperação do dano ambiental, onde as partes ajustam suas respectivas condutas minimizando as consequências mais severas, que podem culminar até com o desmonte de uma empresa.

2.11 Sistema de Gestão Ambiental

Organizações de diversas naturezas têm a necessidade de estarem alinhadas a um correto desempenho ambiental baseado no controle de suas atividades, produtos e serviços em acordo com padrões estabelecidos e reconhecidos pelo mercado (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2004).

Desde meados da década de 1990, as expectativas das partes interessadas em relação a uma boa gestão ambiental têm sido traduzidas em iniciativas internacionais para promovê-la, tais como a implantação de sistemas de gestão certificados através das normas ISO:14001, cuja primeira versão é de 1996.

No final dos anos 1990, ao menos 149 empresas brasileiras de diversos setores já estavam certificadas. Outras iniciativas surgidas nos anos 2000 especificaram melhor esses requisitos para a gestão e o desempenho ambiental do setor empresarial e de mineração em particular.

Essas iniciativas forneceram exemplos de como se processou essa evolução, bem como:

- Aumento da implantação e certificação de sistemas de gestão (maior parte dos entrevistados);
- A responsabilidade pela gestão ambiental, antes restrita aos profissionais de meio ambiente no nível departamental, passou a abranger pessoas em todas as funções da organização e ser coordenada por gerências ou diretorias, aumentando o compromisso da organização. (várias empresas);
- Os indicadores foram aprimorados abrangendo mais do que os impactos locais e diretos (multinacionais com operações no Brasil). Novos temas foram incorporados aos sistemas de gestão ambiental, tais como a biodiversidade (empresas de grande porte);

- Procedimentos de controle ambiental existentes foram incorporados aos sistemas de gestão certificados e desenvolvidos novos procedimentos (empresas de grande porte);

- As políticas de gestão ambiental foram incorporadas a políticas mais amplas de sustentabilidade (multinacional brasileira);

- Houve maior integração dos sistemas de gestão a outros temas de sustentabilidade (saúde e segurança, aspectos sociais);

- As lições aprendidas com incidentes ambientais aprimoraram as medidas para gestão de riscos (multinacionais com operações no Brasil).

O perfil global de algumas das empresas que atuam no Brasil busca replicar padrões e requisitos em todas as suas operações, independentemente da área geográfica ou do quadro de referência legal. As certificações ISO 14001 e controle corporativo tiveram papel como indutores para melhoria da gestão. A evolução dos sistemas de gestão para integrar aspectos ambientais e sociais ainda não é uniforme entre as respondentes. O desafio é a demonstração, pelas empresas, de desempenho frente aos compromissos, embora os respondentes não tenham mencionado os indicadores utilizados em relatórios de sustentabilidade como elementos de monitoramento e de indutores de melhoria.(IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração, 2012).

2.12 Pontos Fortes e Pontos Fracos do SGA

Conforme Assumpção (2010), Abreu (2000) e Reis (2012), as vantagens de um SGA indicadas pela maioria das unidades ambientalmente certificadas são:

- a) Acesso a novos mercados e melhoria na competitividade empresarial;
- b) Melhoria no desempenho ambiental da organização e atendimento da legislação;
- c) Facilidade na identificação de problemas ambientais e posterior solução dos mesmos;
- d) Evitar desperdício e redução de custos;
- e) Redução e eliminação de riscos e responsabilidades ambientais;
- f) Melhoria na imagem e na relação com os funcionários, clientes, fornecedores, vizinhos, fiscalização ambiental e outros detentores de interesses;
- g) Acesso a capital de baixo custo, menores impostos e seguros mais baixos.

Embora um SGA apresente muitas vantagens para as empresas, torna-se importante considerar que o processo de implementação de um SGA demanda recursos e muitos esforços de todos os colaboradores, representando uma das principais dificuldades para sua implantação no meio organizacional (Assumpção, 2010; Dias, 2007; Moura, 2008).

Portanto, dado o custo e complexidade de um SGA, é recomendável um planejamento adequado antes da sua implementação. A importância desse planejamento prévio está de acordo com a norma ISO 14.004 que orienta o SGA. sob o modelo de gestão baseado no ciclo PDCA, modelo esse que tem como ponto de partida o planejamento, seguido pela execução, verificação e análise pela administração (BARBIERI, 2007).

Algumas metodologias de planejamento do SGA já empregadas por empresas certificadas baseiam-se apenas na análise das características do impacto relacionadas à sua escala (ou abrangência) e severidade no meio ambiente, e à sua duração ou probabilidade de ocorrência, a partir da utilização de técnicas tradicionais de Avaliação de Impactos Ambientais - AIA. Estas metodologias, não incluem de maneira sistemática em sua estrutura, por exemplo, o custo e a dificuldade de alteração do impacto na avaliação de sua importância. Considerações desse tipo, relacionadas muito mais às questões gerenciais das organizações, podem ter um peso muito significativo na estruturação do Programa de Gestão Ambiental nas Pequenas e Médias Indústrias - PMI's - e devem ser cuidadosamente consideradas no planejamento do SGA, a fim de não inviabilizá-lo para uma organização de menor porte. Sugere-se, assim, uma nova abordagem para o planejamento do SGA no contexto das normas da série ISO 14.000, ponderando-se critérios de importância ambiental com critérios de importância gerencial, como uma ferramenta de gestão integrada, adequada à realidade das pequenas e médias indústrias" (TORQUETTI 2000).

A definição da política ambiental é a primeira etapa para o estabelecimento de um SGA e, além de indicar o rumo a seguir, provê a estrutura para ação e definição de objetivos e metas ambientais. Devido ao histórico de uma certificação ISO 14001 na instituição e à sua política ambiental já estruturada, a unidade analisada apresenta vantagem na implementação de um sistema, quando comparado com empresas que não possuem essa relação institucional.

2.13 Requisitos de Implantação SGA - Norma ISO 14001

A ISO 14000, uma das mais recentes propostas de normalização de âmbito internacional, sugere regras e normas para gerenciamento de sistemas ambientais, abrangendo técnicas de estudo de comportamento ambiental, como planejamentos, além de delinear modos de apresentação de documentos, como relatórios, projetos, etc. (KOPEZINSKI, 2002).

A ISO 14000 é constituída por uma série de normas que determinam diretrizes para garantir que determinada empresa (pública ou privada) pratique a gestão ambiental. Estas normas são conhecidas pelo Sistema de Gestão Ambiental (SGA), que é definido pela ISO (*International Organization for Standardization*).

O principal objetivo da ISO 14000 e de suas normas é garantir o equilíbrio e proteção ambiental, prevenindo a poluição e os potenciais problemas que esta poderia trazer para a sociedade e economia.

Para que uma empresa garanta o seu Certificado ISO 14000, ela deve se comprometer com as leis previstas na legislação ambiental de seu país. Este certificado simboliza que determinada empresa tem preocupação com a natureza e possui responsabilidades com o meio ambiente. Atualmente, este tipo de perfil empresarial colabora para a valorização dos produtos ou serviços da companhia e da marca. (KOPEZINSKI, 2002).

Além de se comprometer em cumprir a legislação ambiental do país que pertence, a empresa deverá treinar seus funcionários para seguirem todas essas normas, identificando e procurando soluções para todos os prováveis problemas que a empresa possa estar causando para o meio ambiente, diminuindo assim o seu impacto ambiental.

Existe uma versão brasileira do conjunto de normas da ISO 14000, conhecida por ABNT NBR ISO 14000.

O conjunto ISO 14000 é formado pelas seguintes normas:

- ISO 14001: trata do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).
- ISO 14004: trata do Sistema de Gestão Ambiental, sendo destinada ao uso interno da Empresa.
- ISO 14011: são normas sobre as Auditorias Ambientais. São elas que asseguram credibilidade a todo processo de certificação ambiental.
- ISO 14031: são normas sobre Desempenho Ambiental.

- ISO 14020: são normas sobre Rotulagem Ambiental.
- ISO 14040: são normas sobre a Análise do Ciclo de Vida.

2.14 Uso dos Indicadores como Sistema de Gestão

Indicadores são informações quantificadas, de cunho científico, de fácil compreensão usada nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade, úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo. Permitem a simplificação do número de informações para se lidar com uma dada realidade por representar uma medida que ilustra e comunica um conjunto de fenômenos que levem a redução de investimentos em tempo e recursos financeiros.

Indicadores ambientais são estatísticas selecionadas que representam ou resumem alguns aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

Os princípios de base dos sistemas de indicadores ambientais são os seguintes:

- Comparabilidade: os indicadores devem permitir estabelecer comparações e apontar as mudanças ocorridas em termos de desempenho ambiental;
- Equilíbrio: os indicadores ambientais devem distinguir entre áreas problemáticas (mau desempenho) e áreas com perspectivas (bom desempenho);
- Continuidade: os indicadores devem assentar em critérios similares e em períodos ou unidades de tempo comparáveis;
- Temporalidade: os indicadores devem ser atualizados com a regularidade necessária para permitir a adoção de medidas;
- Clareza: os indicadores devem ser claros e inteligíveis.

Para melhorar o desempenho ambiental, é fundamental que seja eficaz a administração das atividades, dos produtos e dos serviços que podem impactar o meio ambiente. Um Sistema de Gestão Ambiental deve constantemente comparar o seu desempenho ambiental com sua Política Ambiental e com seus objetivos. Neste contexto, a norma de Avaliação de Desempenho Ambiental (ISO 14.031) auxilia na identificação dos aspectos ambientais significativos e no estabelecimento de critérios para avaliação do desempenho.

É importante adicionar que os indicadores podem ser desenvolvidos em linha com a ISO 14.031, mesmo que a empresa não tenha implementado um Sistema de Gestão Ambiental.

A Avaliação de Desempenho Ambiental é um processo de gestão interna que utiliza indicadores para fornecer informações, comparando o desempenho ambiental de uma organização com os seus critérios. Este processo facilita as decisões gerenciais com relação ao desempenho ambiental de uma organização e compreende a seleção de indicadores, a coleta e análise de dados, a avaliação da informação em comparação com critérios de desempenho ambiental, os relatórios e informes, as análises críticas periódicas e as melhorias deste processo.

O Indicador de Desempenho Ambiental fornece informações sobre o desempenho ambiental das operações de uma organização. A ISO 14.031 define os Indicadores de Condição Ambiental e os Indicadores de Desempenho Ambiental.

A norma ISO 14.031 segue o método gerencial PDCA (do inglês “Plan, Do, Check and Act”) orientado para a melhoria contínua.

O ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) é uma sequência de ações que podem ser utilizadas para controlar algum processo. É uma ferramenta administrativa que auxilia na organização de um projeto ou processo. Seu nome deve-se a abreviatura de verbos em inglês:

- Plan (Planejar): consiste em estabelecer metas e objetivos, bem como os métodos que serão utilizados para que sejam realizados;
- Do (Executar, fazer): é a etapa de implementação de acordo com o que foi estabelecido anteriormente no planejamento;
- Check (Verificar, checar): analisar os dados e medir se os objetivos e metas foram alcançados da forma como desejado;
- Act (Agir): definir quais as mudanças necessárias para garantir a melhoria contínua do projeto.

2.15 Etapas do Ciclo PDCA

Segundo norma ISO 14001 (2015), o PDCA pode ser explicado conforme a seguir:

1. Planejar (PLAN)

Nesta etapa são realizadas diversas atividades como levantamento de dados, elaboração de processos, controles, análises de causas e efeitos, etc.

De uma forma geral, o planejamento do ciclo PDCA pode ser feito através das seguintes análises:

- Qual é o problema/processo a ser trabalhado?

Esta pergunta inicial do ciclo PDCA nada mais é do que o objetivo do trabalho, ou seja, onde deseja chegar com o seu projeto ou na solução de um problema. Deve ser o mais claro possível para facilitar os resultados.

- Como chegar a este objetivo ou solucionar este problema?

Quais são as opções disponíveis e acessíveis à empresa para que se alcance o seu objetivo ou resolva algum problema?

É importante lembrar que se deve ao menos considerar todas as opções antes de descartá-las.

- Quais os melhores métodos para alcançar o objetivo ou resolver o problema?

Depois que foram listadas as opções para a solução de problemas, é o momento no PDCA de ver quais aquelas que melhores se adaptam a empresa.

Deve-se tomar cuidado para não observar muito as estratégias dos concorrentes e querer copiá-las de qualquer forma, pois nem sempre os métodos dos concorrentes funcionarão. Isso acontece porque cada um possui objetivos diferentes.

No momento de decidir quais os melhores métodos para atingir os resultados, é interessante analisar se suas metas são para manter ou para melhorar alguma coisa, pois cada uma deve ter um procedimento diferente.

2. Fazer/Executar (DO)

Depois que já foi decidido aonde se quer chegar e se planejou o que será necessário para alcançar seus resultados, é o momento de “colocar a mão na massa” e fazer o que for necessário para chegar à sua meta, seja ela para manter uma situação ou solucionar um problema.

Um ponto muito importante nesta etapa do ciclo PDCA é o envolvimento das pessoas na execução das tarefas, pois se não há comprometimento, não há sucesso nos resultados.

Uma das maneiras de conseguir este comprometimento é investir no treinamento do pessoal e na conscientização da equipe sobre o objetivo da empresa em chegar aos resultados esperados.

Após ter uma boa equipe para a realização das tarefas, elas devem ser feitas da melhor maneira possível até que os dados possam ser coletados para a verificação do processo.

3. Checar/Verificar (CHECK)

Após a realização de todas as atividades de acordo com os objetivos da empresa, é o momento de verificar se os resultados alcançados conferem com os esperados. A partir disso será possível formular novas perguntas ou encontrar outras respostas.

O registro de todos estes dados do ciclo PDCA é essencial para que os mesmos possam ser avaliados futuramente.

Para fazer esta verificação é necessário observar atentamente as áreas envolvidas (quando tratar-se de índices de qualidade ou produtividade) ou efetuar cálculos.

4. Agir (ACT)

Depois de checar o que foi feito e avaliar os resultados será necessário criar um plano de ação para pôr em prática todas as medidas necessárias para alcançar o que ainda não teve sucesso ou criar novas mudanças.

De um modo geral, as etapas desta fase do ciclo PDCA podem ser divididas em:

- Tomar ações corretivas, caso o projeto tenha sido desviado dos objetivos.
- Analisar os resultados individualmente e, caso estejam fora dos padrões da empresa, analisar suas possíveis causas, bem como as ações que podem ser feitas para corrigi-lo.
- Promover melhorias em sistemas e métodos de trabalho, se necessário.

Por se tratar de uma ferramenta administrativa de controle que constitui um ciclo, é essencial que todas as partes sejam realizadas com o mesmo empenho para obter bons resultados. Caso falte alguma parte, o processo será prejudicado no todo. (PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, 2015).

2.16 Auditoria Ambiental

Atualmente, a auditoria ambiental é considerada uma das ferramentas da gestão ambiental de mais destaque. A competição internacional e o processo

acelerado de fusões e aquisições de empresas passaram a requerer verificações rigorosas, para que passivos ambientais existentes pudessem ser avaliados e seu valor levado em consideração nos negócios, criando assim a necessidade de auditorias ambientais. Além de necessitarem de grandes custos para sua remediação, passivos e danos ambientais podem ferir a imagem de uma empresa, o que levou as organizações a estabelecerem processos sistemáticos de verificação dos cuidados com o meio ambiente, como a auditoria ambiental, em suas matrizes e filiais. (PORTAL EDUCAÇÃO, 2016).

A Norma NBR ISO 14.010 define Auditoria Ambiental como o "processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências de auditoria para determinar se as atividades, eventos, sistemas de gestão e condições ambientais específicos ou as informações relacionadas a estes estão em conformidade com os critérios de auditoria e para comunicar os resultados deste processo ao cliente". (PHILIPPI JR. & AGUIAR, 2004).

Resumindo e simplificando o conceito acima tem-se que a Auditoria Ambiental é "um processo sistemático e formal de verificação, por uma parte auditora, se a conduta ambiental e/ou desempenho ambiental de uma entidade auditada atendem a um conjunto de critérios especificados." (PHILIPPI JR. & AGUIAR, 2004).

A auditoria ambiental é o retrato do desempenho ambiental da empresa em um determinado momento, ou seja, verifica se até aquele ponto a empresa está atendendo os padrões ambientais estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Ou seja, a auditoria ambiental visa principalmente verificar o sistema de gestão ambiental de uma organização. (PORTAL EDUCAÇÃO, 2012).

A auditoria ambiental serve exatamente para certificar se as empresas realmente estão cumprindo as leis e se as características divulgadas pelo marketing verde não ficam somente no discurso.

O Brasil conta com leis regularizando as auditorias desde a década de 90, mas em 2002 todas as legislações separadas foram substituídas e unificadas pela NBR ISO 19011, ou Diretrizes para auditorias de Sistema de Gestão de Qualidade ou Ambiental. Assim, a auditoria ambiental pode ser definida como um procedimento sistemático pelo qual organizações avaliam sua adequação a critérios ambientais preestabelecidos. (PHILIPPI JR. & AGUIAR, 2004).

2.17 Classificação das Auditorias Ambientais

As auditorias podem ser realizadas em órgãos fiscalizadores, entidades de controle externo e empresas privadas, dependendo do seu objetivo.

A auditoria de órgãos fiscalizadores tem como finalidade a fiscalização das atividades com relação ao atendimento da legislação ambiental, concessão de licenças, quantificação e qualificação de danos, apuração de denúncias, entre outros.

Normalmente as auditorias em entidades de controle externo servem para verificar se os investimentos públicos estão em conformidade, além de servir como critério para a concessão de financiamentos.

Segundo FARIA, 2016, setor privado utiliza sete tipos de auditoria ambiental:

- Auditoria de Conformidade Legal (Compulsória): avalia a adequação da empresa às normas ambientais aplicáveis à sua área de atuação. Normalmente é utilizada como preparação para requerimento de licenças ambientais ou forma de prevenção para multas;
- Auditoria de Avaliação de Desempenho: tem como objetivo avaliar a empresa com base em indicadores ambientais, como o consumo de água, energia, geração de resíduos e etc.;
- Auditoria de Descomissionamento: tem como finalidade a verificação de riscos para a população ou o meio ambiente após o fechamento de algum tipo de indústria;
- Auditoria de Responsabilidade: serve para investigar a existência de passivos ambientais que podem interferir em um processo de compra e venda de alguma organização;
- Auditoria de Cadeia Produtiva: auditoria realizada em toda a cadeia produtiva de um determinado produto incluindo os serviços relacionados;
- Auditoria Pós-acidente: tem como objetivo verificar as causas, responsáveis e a possibilidade de recorrência de acidentes ambientais;
- Auditoria de Sistema de Gestão: são realizadas para adequar, certificar ou verificar o atendimento da empresa aos requisitos de determinado sistema de gestão ambiental.

2.18 Avaliação do Desempenho Ambiental – ADA

Muitas organizações estão buscando caminhos para compreender, demonstrar e melhorar o seu desempenho ambiental. Se uma empresa possui um SGA os resultados podem ser medidos com base na política, objetivos e metas ambientais da organização. É um processo contínuo de coleta e avaliação de dados e informações para fornecer uma avaliação atual do desempenho ambiental da empresa.

A Avaliação do Desempenho Ambiental é uma ferramenta de gestão interna, planejada para prover uma gestão com informações confiáveis e verificáveis, para determinar se o desempenho ambiental de uma organização está adequada aos critérios estabelecidos pela administração da organização.

A ABNT NBR ISO 14031:2004 dá suporte aos requisitos da ABNT NBR ISO 14001, mas ela pode ser usada independentemente. A ADA ajuda a administração de uma organização a avaliar o status de seu desempenho ambiental e a identificar áreas onde melhorias são necessárias.

As informações geradas pela ADA podem auxiliar a empresa a identificar tendências e oportunidades para melhorar a gestão de seus aspectos ambientais e elevar a eficiência da organização.

Segundo a norma ISO 14031, a ADA integra 3 (três) fases principais:

(A) PLANEJAR: Planejamento da avaliação de desempenho ambiental
Esta fase engloba a seleção dos indicadores para avaliação do desempenho ambiental que inclui a determinação dos seguintes itens: aspectos ambientais relevantes sob o controle da organização; critérios de desempenho ambiental; as perspectivas das partes interessadas.

(B) EXECUTAR: Utilização dos dados originais e informação
Esta fase integra quatro passos fundamentais: obtenção de dados originais; análise e conversão de dados; avaliação da informação; comunicação.

(C) VERIFICAR E ATUAR: Revisão e melhoria do Desempenho Ambiental
Os resultados da ADA deverão ser continuamente revistos e analisados periodicamente, de forma a detectar situações que necessitem e/ou possam ser melhoradas. Esta operação contribuirá para que os gestores da organização possam empreender ações com vista a melhorar o desempenho ambiental das atividades de gestão e operação inerentes à organização, podendo assim resultar em melhorias do estado do ambiente.

2.19 Legislação Ambiental

2.19.1 Código Estadual do Meio Ambiente

A Lei Nº 14.675, de 13 de abril de 2009, Art. 1º, ressalta a competência da União e dos Municípios, estabelece normas aplicáveis ao Estado de Santa Catarina, visando à proteção e à melhoria da qualidade ambiental no seu território. Parágrafo único. Ficam excluídas deste Código as seguintes Políticas Estaduais:

- I - de Educação Ambiental;
- II - de Recursos Hídricos;
- III - de Saneamento.

Art. 2º Compete ao Poder Público Estadual e Municipal e à coletividade promover e exigir medidas que garantam a qualidade do meio ambiente, da vida e da diversidade biológica no desenvolvimento de sua atividade, assim como corrigir ou fazer corrigir os efeitos da atividade degradadora ou poluidora.

2.19.2 Licenciamento Ambiental

Devido a todos os impactos que a atividade de mineração pode gerar, foram elaboradas leis que estabelecem uma série de diretrizes para minimizá-los. De acordo com KOPEZINSKI (2000), um dos marcos da legislação brasileira é a Resolução CONAMA nº 01/01986, que se regulamenta na Lei nº 6.938/1981, definiu os empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental, entre eles a mineração. Os principais pontos dessa resolução, no que se refere à mineração, são:

- i) Toda atividade de mineração é obrigada ao licenciamento ambiental, inclusive a dos minerais empregados na construção civil;
- ii) São exigidos estudos prévios de impacto ambiental (EIA);
- iii) O EIA consolida-se no relatório de impacto ambiental (RIMA);
- iv) O Órgão estadual competente, sempre que achar necessário, deve promover audiência pública com os interessados para a discussão do RIMA.

O licenciamento ambiental específico para as atividades de mineração foi regulamentado pelas Resoluções Conama nº 09/1990 e nº 10/1990, publicadas em 28/12/1990.

Segundo o parágrafo 2º do Artigo 225 da Constituição Federal de 1988: “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma de lei”. O Decreto Federal nº 97.1989 fixou prazo de 180 dias para minerações já existentes apresentarem o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), além de obrigar a apresentação do PRAD juntamente com o EIA/RIMA para os futuros empreendimentos minerários.

Antes da implantação dessas leis, a atividade de mineração era realizada de maneira precária, gerando a degradação ambiental de extensas áreas. Portanto, os impactos ambientais em solos gerados pelas atividades de mineração devem ser identificados e estas áreas devem ser recuperadas, dando novo uso para estes solos. Nesse contexto, as investigações geológicas e geotécnicas vêm contribuindo para o entendimento dos processos de degradação causados pela mineração, além de subsidiarem a elaboração de propostas de recuperação destas áreas. (CALIJURI, 2013).

2.19.3 Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010

A Lei Federal n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010: Estabelece o Plano Nacional de Segurança de Barragens, criou o SNISB e definiu o Plano de Segurança de Barragens como um dos instrumentos da Política.

Art.1º. Esta lei aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água, disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais:

Art.4º. São fundamentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB): I - a segurança de uma barragem deve ser considerada nas suas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros; (...) III - o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la; Art. 17. O empreendedor da barragem obriga-se a:

I - Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;

II - Providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;

III - Organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;

IV - Informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;

V - Manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem;

VI - Permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do SINDEC ao local da barragem e à sua documentação de segurança;

VII - Providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem, observadas as recomendações das inspeções e as revisões periódicas de segurança;

VIII - Realizar as inspeções de segurança previstas no art. 9º desta Lei;

IX - Elaborar as revisões periódicas de segurança;

X - Elaborar o PAE, quando exigido;

XI - Manter registros dos níveis dos reservatórios, com a respectiva correspondência em volume armazenado, bem como das características químicas e físicas do fluido armazenado, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;

XII - Manter registros dos níveis de contaminação do solo e do lençol freático na área de influência do reservatório, conforme estabelecido pelo órgão fiscalizador;

XIII - Cadastrar e manter atualizadas as informações relativas à barragem no SNISB. Parágrafo único.

Para reservatórios de aproveitamento hidrelétrico, a alteração de que trata o inciso IV também deverá ser informada ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

2.19.4 Portaria nº 416, de 03 de Setembro de 2012

A Portaria nº 416, de 03 de Setembro de 2012, regulamenta os artigos 7º (cadastro), 8º (Plano de Segurança); 9º (Inspeções) e 10º (Revisões Periódicas). Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de

setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.

Por esse fato, a definição coerente, correta e assertiva de o que seriam as “Barragens de Mineração” foi um trabalho minucioso e cuidadoso, com o fim de abarcar todas as estruturas existentes na mineração: Art. 2º. Para efeito desta Portaria consideram-se:

I – Barragens de Mineração: barragens, barramentos, diques, reservatórios, cavas exauridas com barramentos construídos, associados às atividades desenvolvidas com base em direito minerário, utilizados para fins de contenção, acumulação ou decantação de rejeito de mineração ou descarga de sedimentos provenientes de atividades em mineração, com ou sem captação de água associada, compreendendo a estrutura do barramento e suas estruturas associadas. Devem ser declaradas todas as barragens de mineração (em construção, em operação e as desativadas). Não apenas as que se enquadrarem nos critérios da Lei.

2.20 Aspectos Ambientais

2.20.1 Qualidade do Solo

Os solos, quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, tendem a um novo estado de equilíbrio, refletido em diferentes manifestações de seus atributos, as quais podem ser desfavoráveis à conservação da capacidade produtiva destes solos. Os efeitos diferenciados sobre os atributos do solo, devido ao tipo de preparo, característico de cada sistema de cultivo, são dependentes da intensidade de revolvimento, do trânsito de máquinas, do tipo de equipamento utilizado, do manejo dos resíduos vegetais e das condições de umidade do solo no momento do preparo. A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento de indicadores físicos, químicos e biológicos. (GOMES, 2016).

Segundo Gomes (2016), a avaliação quantitativa da qualidade do solo é fundamental na determinação da sustentabilidade dos sistemas de manejo utilizados. A determinação de indicadores de qualidade de solo se faz necessária para possibilitar a identificação de áreas com problemas utilizadas na produção, fazer estimativas realistas de produtividade, monitorar mudanças na qualidade

ambiental e auxiliar agências governamentais a formular e avaliar políticas agrícolas de uso da terra.

A identificação eficiente de indicadores apropriados para avaliar a qualidade do solo depende da habilidade em considerar os componentes múltiplos que determinam a sua capacidade em desempenhar suas funções, como a produtividade e o bem-estar ambiental. Esta identificação é dificultada pela multiplicidade dos atributos físicos, químicos e biológicos, que controlam a intensidade dos processos biogeoquímicos e suas variações temporais e espaciais. (GOMES, 2016).

2.20.2 Qualidade da Água

Segundo Nunes (2004), a água que representa a essência da vida de todos os seres, tem seus principais usos direcionados para o abastecimento humano, a dessedentação animal, a irrigação, a geração de energia, a recreação/lazer e a preservação dos ecossistemas aquáticos, além de se construir em insumo básico de processos industriais.

Por conta das intervenções humanas, os recursos hídricos vêm sendo paulatinamente degradados com sua qualidade seriamente afetada. Isso tem gerado enormes preocupações não apenas para as sociedades contemporâneas, mas também, para as gerações vindouras. A busca permanente da melhoria da qualidade das águas é uma exigência do processo de gestão, como forma de assegurar um aumento da disponibilidade hídrica. (NUNES, 2014).

2.20.3 Resíduos Sólidos

Os Resíduos Sólidos são todos os restos sólidos ou semissólidos das atividades humanas ou não humanas, que embora possam não apresentar utilidade para a atividade fim de onde foram gerados, podem virar insumos para outras atividades. Exemplos: aqueles gerados nas residências e que são recolhidos periodicamente pelo serviço de coleta da sua cidade e também a sobra de varrição de praças e locais públicos que podem incluir folhas de árvores, galhos e restos de poda. (FARIA, 2012).

Para os processos industriais, os resíduos são definidos como “matéria-prima e insumos não convertidos em produto”, logo sua geração significa perda de

lucro para a indústria e, por isso, tecnologias e processos que visem à diminuição dessas perdas ou reaproveitamento dos resíduos são cada vez mais visados. Tem-se ainda a classificação segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e 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 o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.” (NBR 10004, 2004).

A caracterização dos Resíduos Sólidos consiste em determinar suas principais características físicas e/ou químicas, qualitativa e/ou quantitativamente, dependendo da abrangência e aplicação do resultado que se quer obter. A caracterização deve ser feita por profissional especializado e, dependendo da complexidade, em laboratórios de análises, para que sejam feitos testes específicos.

Para que os resíduos sólidos sejam devidamente caracterizados deve-se conhecer sua origem, seus constituintes e características. Durante a caracterização, que é feita seguindo padrões específicos de amostragem e testes, são determinados por exemplo, se um resíduo é inflamável, corrosivo, combustível, tóxico, etc. Também são estudadas suas características físicas (granulometria, peso, volume, resistência mecânica, etc.) e químicas (reatividade, composição, solubilidade, etc.). Algumas normas utilizadas nesse procedimento são:

- ABNT NBR10004/2007 – Resíduos Sólidos – Classificação.
- ABNT NBR10005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
- ABNT NBR10006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
- ABNT NBR10007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.
- ABNT NBR12808:1993 – Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação.
- ABNT NBR14598:2000 – Produtos de petróleo – Determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso fechado Pensky-Martens.

- USEPA – SW846 – Test methods for evaluating solid waste Physical/chemical methods.

2.20.4 Resíduos Perigosos

A classificação definida pela ABNT na norma NBR10004:2004, aponta que os Resíduos Perigosos são classificados da seguinte forma:

Resíduos Perigosos (Classe I): aqueles que por suas características podem apresentar riscos para a sociedade ou para o meio ambiente. São considerados perigosos também os que apresentem uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade. Na norma estão definidos os critérios que devem ser observados em ensaios de laboratório para a determinação destes itens. Os resíduos que recebem esta classificação requerem cuidados especiais de destinação.

2.20.5 Resíduos Não Perigosos

A classificação definida pela ABNT na norma NBR 10004:2004, define que os Resíduos Não Perigosos (Classe II) são aqueles que não apresentam nenhuma das características acima, podem ainda ser classificados em dois subtipos:

Classe II A – não inertes: são aqueles que não se enquadram no item anterior, Classe I, nem no próximo item, Classe II B. Geralmente apresenta alguma dessas características: biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Classe II B – inertes: quando submetidos ao contato com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, com exceção da cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da norma NBR 10004:2004.

2.20.6 Barragens de Disposição de Rejeito

As barragens para disposição de rejeitos e as pilhas de estéril são elementos estruturais usualmente presentes nas atividades do setor de mineração que representam grandes riscos e podem causar impactos à segurança das pessoas e ao meio ambiente.

Os demais resíduos das atividades de mineração e processamento de minérios são usualmente em menor quantidade (quando comparados à quantidade de rejeito e estéril). Entretanto, podem compreender resíduos perigosos e, devido à localização frequentemente remota das operações, contam com poucas alternativas para disposição final adequada.

As empresas avaliam e definem as alternativas para disposição de estéril e rejeito; se possuem programas para segurança e controle geotécnico das barragens de rejeitos e pilhas de estéril; se monitoram as águas superficiais e subterrâneas nas áreas de drenagem dessas estruturas; foi previsto nos planos de fechamento de minas as medidas para reabilitá-las; como é a gestão dos demais resíduos da operação e, particularmente, quais as práticas para evitar riscos relacionados à sua disposição final. (SOUZA, 2004).

Embora haja domínio das técnicas de construção e das ferramentas de monitoramento, ainda há falhas vinculadas à gestão da segurança de barragens. Estado de conservação das estruturas, ausência de procedimentos de monitoramento, ou ineficiência deles são exemplos de causas de acidentes relacionados à gestão da segurança das barragens.

Especialistas apontam que a maioria dos acidentes e incidentes também decorrem da falta da aplicação de tecnologias já consagradas por parte de empresas e também por falhas na fiscalização do poder público. Há espaço, portanto, para aperfeiçoar o papel desempenhado pelos dois lados envolvidos diretamente na questão. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

Os estéreis são dispostos, geralmente, em pilhas e utilizados algumas vezes no próprio sistema de extração do minério. Os rejeitos são resultantes do processo de beneficiamento do minério, contem elevado grau de toxicidade, além de partículas dissolvidas e em suspensão, metais pesados e reagentes.

Nas estruturas da construção de uma barragem de rejeitos é importante a escolha da localização até o fechamento, que deve seguir as normas ambientais e os critérios econômicos, geotécnicos, estruturais, sociais e de segurança e risco. (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINEIROS - CPRM, 2016).

3 METODOLOGIA

O trabalho de conclusão de curso se enquadrou na Pesquisa Descritiva Qualitativa Explicativa, pois, identificou os fatores que determinou ou que contribuíram para a ocorrência dos fenômenos. É o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso, é o tipo mais complexo e delicado. (GIL, 2008).

O projeto se desenvolveu através do levantamento dos Impactos e Riscos Ambientais, onde foram mapeados na operação da atividade da mineração de carvão.

Foram elaborados a partir deste levantamento, os Indicadores de Desempenho Ambiental baseados na Norma 14001/2015, por fim, foi realizada a análise de prevenção e classificação de impactos ambientais, conforme as etapas abaixo:

Etapa I – Foi avaliado o processo produtivo através do levantamento *in loco*.

Etapa II – Foi elaborada uma metodologia de levantamento de riscos ambientais, levando em consideração a gravidade e a probabilidade.

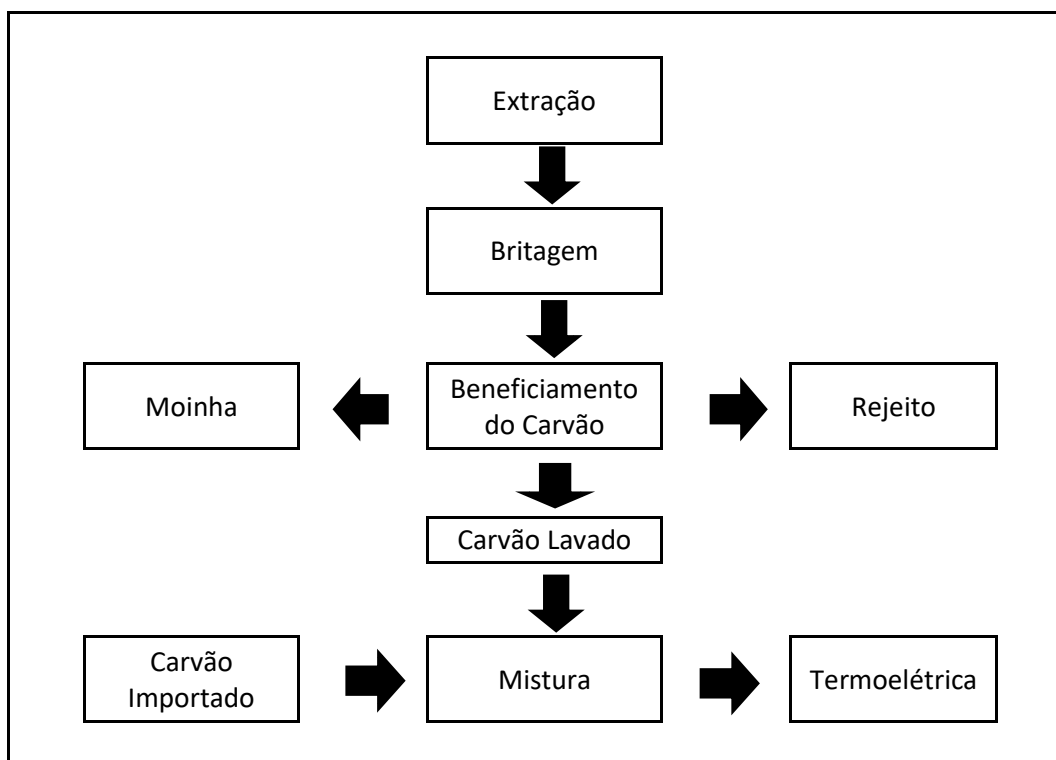
Etapa III – Foram definidos indicadores ambientais, conforme a Norma ABNT 14031. Seguindo as etapas abaixo:

- Os dados foram coletados a partir dos monitoramentos, medições e registros;
- Na sequência foi realizada a análise e conversão de dados;

Etapa IV: Foram transformados dados em informações, conforme a NBR 14031/2004.

3.1 Processo Produtivo

Figura 1. Fluxograma do Processo Produtivo de Carvão Mineral em Subsolo.



Fonte: do Autor, 2016.

3.2 Método de Trabalho

Para a execução do trabalho, inicialmente, foram identificadas e analisadas todas as etapas do processo produtivo da empresa, com seus respectivos aspectos.

Para a identificação dos aspectos foram utilizados instrumentos metodológicos através do método de Aspectos e Impactos Ambientais. Os aspectos foram identificados e avaliados segundo seu grau de risco com a apresentação do quadro de avaliação de riscos ambientais, conforme pode ser visto no quadro 1.

Quadro 1: Quadro de Avaliação de Riscos Ambientais

| 1. Atividade | 2. Aspectos | 3. Risco Associado | 4. Atribuição de Valores | | 5. Valor | 6. Classificação do risco |
|--------------|-------------|--------------------|--------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| | | | a. Gravidade | b. Probabilidade | | |

Fonte: Do Autor, 2016.

1. Aspectos: Identifica às principais atividades, produtos ou serviços que possam causar acidentes e impactos ao meio ambiente.

2. Risco Associado: Identifica o risco à segurança e ao meio ambiente, associado com o perigo.

3. Atribuição de Valores:

a) Gravidade: todo aspecto que tem potencial de gerar acidentes e impactos ao meio ambiente em função de sua natureza, concentração ou intensidade.

Grau 1 – Gravidade desprezível: Eventos que podem ser resolvidas no próprio setor, sem necessidade de envolvimento de demais setores da Empresa. Causam impactos insignificantes ao meio ambiente.

Grau 3 – Gravidade moderada: Eventos que necessitam de um ou demais setores da Empresa para serem resolvidos. Causam impactos significantes ao meio ambiente.

Grau 5 – Gravidade catastrófica: Eventos que necessitam de setores externos da Empresa. Impactos críticos ao meio ambiente.

b) Probabilidade:

Grau 1 – Baixa: Não é provável que ocorra numa determinada área de trabalho definida sob circunstâncias normais.

Grau 3 – Ocasional: Já ocorreu antes, mas não se espera que ocorra novamente.

Grau 5 – Provável: As chances são propícias para que ocorra.

4. Valor: Calcular a significância do risco através da seguinte fórmula:

$$\text{Risco} = (\text{Gravidade} \times \text{Probabilidade})$$

3.3 Classificações do Risco

Através do resultado da fórmula anterior, classificam-se os riscos associados à segurança no trabalho e ao meio ambiente, observando o seguinte critério como mostra o quadro 2:

Quadro 2 Matriz de riscos.

| | | | |
|----|----|----|----|
| G5 | 5 | 15 | 25 |
| G3 | 3 | 9 | 15 |
| G1 | 1 | 3 | 5 |
| | P1 | P3 | P5 |

Fonte: Do autor, 2016.

Risco baixo: 1 – 5

Risco médio: 9 – 15

Risco alto: 25

Através dessa metodologia de levantamento e classificação de riscos, foi realizada uma análise para identificação dos indicadores.

A partir da definição dos cenários, foram elaborados os Planos de Ações para os indicadores que apresentaram riscos ambientais de grande magnitude, além de formas de monitoramento e possíveis procedimentos operacionais de emergência a serem realizados em cada situação.

Para atender a norma ISO 14001, todas as definições utilizadas para identificação e classificação dos riscos, indicadores e planos de ação foram baseados nos impactos ambientais já conhecidos e analisados na etapa de operação do empreendimento carbonífero.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

De acordo com a classificação, todos os Riscos já descritos na Metodologia, que apresentaram Magnitude Média, ou seja, com pontuação entre 9 e 15, geraram Indicadores Ambientais consistentes com a função exercida e o impacto gerado. Para os Riscos apresentados que possuíam pontuação de acima de 15 pontos, foram gerados um Plano de Ação Emergencial para atender a necessidade de maior atenção e ações imediatas. Para melhorar as discussões dos resultados as atividades e seus indicadores foram separados em subitens considerando cada etapa do processo produtivo descrito a seguir.

4.1 Etapas do Processo Produtivo e Atividades de Apoio

4.1.1 Lavra de Subsolo

Conforme a tabela 1 e o apêndice 1, foram gerados 5 (cinco) Indicadores de Desempenho Ambiental, descritos abaixo da Tabela 1.

Tabela 1. Indicadores Ambientais da Atividade de Lavra em Subsolo gerados da Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---------------|--|---|
| Lavra Subsolo | Avançamento | <ul style="list-style-type: none">• Indicador de Horas sem Quedas de Energia;• Índice de Manutenção do Sistema Elétrico;• Indicador de Geração de Resíduos Classe I;• Índice de Manutenção de Extintores;• Índice da Medição/ Concentração dos Gases. |
| | Transporte de Insumos - Veicular | |
| | Furação de Frente | |
| | Escoramento de Teto | |
| | Carregamento e Transporte de Carvão por correias | |
| | Detonações | |
| | Manutenção de Máquinas | |
| | Uso de Minerador Contínuo | |
| | Sistema de Drenagem | |
| | Uso de Veículos | |
| | Manutenção de Correias e Equipamentos | |
| | Ventilação | |
| | Manutenção Elétrica | |
| | Armazenagem de Explosivos | |
| | Câmara de Refúgio | |
| Higienizados | | |

Fonte: Dajori, 2016.

A atividade de lavra em subsolo é a etapa, onde é realizada a furação conforme plano de fogo. Posteriormente são colocados os explosivos, ocorrendo à

detonação. O carvão bruto desmontado é carregado na correia transportadora, através de bobcat. Em algumas minas as lavras são mistas, ou seja, tem painéis de explosivos e concomitante com painéis de minerador contínuo. Nos painéis que a extração é realizada por minerador, não são utilizados explosivos.

O método de explosivos está sendo substituído na medida em que mineradores contínuos consolidam-se como nova tecnologia implantada. Todavia, a mudança é gradativa em função das adequações dos equipamentos de forma a operar em minas brasileiras, além da necessidade de qualificação da mão de obra que inclui desde o operário até o engenheiro.

Os materiais necessários ao desenvolvimento da lavra são o uso de madeiras, parafusos de teto, resina, cruzetas, dinamite e acessórios, peças mecânicas para equipamentos, dentre outros, que chegam às frentes de operação por meio de veículos automotores que, conforme a legislação, devem ser equipados com catalisadores.

Conforme apêndice 1, na etapa de extração foram identificados oito riscos, classificados como riscos médio: destacando-se a queda de fornecimento de energia, vazamento de produto químico no subsolo e risco alto liberação de gases e deslocamento de teto e colapso de pilares.

Para o gerenciamento dos riscos ambientais, sugere-se o monitoramento de horas de funcionamento do gerador (Queda de Energia) de forma avaliar a frequência e o tempo de falta de energia, a fim de garantir a ventilação adequada e funcionamento das bombas no subsolo. Também recomenda-se monitorar horas de manutenção preventiva dos geradores, além das inspeções de extintores e a medição dos gases, correlacionando ventilação e concentração de gases.

Nesta etapa do processo, conforme apêndice 01, destacam-se na mineradora em estudo, que os controles geralmente já vem sendo realizados tais como: Horas de fornecimento de energia, Treinamentos, Simulado de Emergência, manutenção preventiva periódica, Controle de horímetros/hidrômetros das bombas, manutenção preventiva periódica das drenagens e tubulações adjacentes, estado de conservação das bandejas de contenção de óleos e graxas.

É esperado que, com técnicas corretas de extração, não ocorram subsidência afetando a superfície, principalmente em função das medidas e procedimentos adotados durante a lavra, seja pela dimensão dos pilares e galerias, e/ou pela impermeabilização de falhas e fraturas ou concretagem e vedação para

que fugas de água não provoquem desequilíbrio hídrico. Em caso acidental de ocorrência, recomendam-se as seguintes medidas mitigadoras:

- a) Isolamento do local, tanto em nível de superfície quanto de subsolo;
- b) Amparo total e imediato aos moradores de imóveis atingidos, inclusive arcando com todas as despesas de aluguel de imóvel substituto, reparação/reforma dos danos e/ou indenização;
- c) Aterramento e condicionamento ambiental imediato do local atingido em superfície;
- d) Em subsolo a contenção imediata do processo, seja mediante reconstrução de pilares, quando possível enchimento de galerias com rejeitos com sucessivo lacre das galerias em concreto;
- e) Monitoramento dos locais afetados, tanto em superfície (levantamentos planialtimétricos), quanto em subsolo (extensômetros).
- f) Registro e comunicação aos órgãos competentes.

4.1.2 Beneficiamento do Carvão

A segunda etapa levantada após a Lavra em Subsolo é o Beneficiamento do Carvão, que consiste basicamente em uma série de processos que visam à redução da matéria inorgânica retirada, tais como rochas (estéril) e impurezas existentes no carvão a fim de melhorar sua qualidade e melhorar sua estrutura. Após o carvão bruto ser obtido diretamente da mina em subsolo, o mesmo é denominado de minério Run - Of - Mine (ROM).

O carvão lavado, como também pode ser denominado carvão beneficiado, refere-se ao tratamento dado ao carvão ROM, a fim de assegurar a qualidade do mesmo e aumentar sua potencialidade para o uso. Este tratamento posterior depende das propriedades do carvão e sua finalidade, podendo exigir uma simples lavagem/moagem ou necessitar de processos mais complexos de tratamento para agregação de valor.

Na Mineradora em estudo, a etapa do Beneficiamento do Carvão são utilizados maquinários necessários para a segregação do carvão e do rejeito, denominados Lavadores de Carvão. Estas estruturas são subdividida em diversas etapas que constituem basicamente:

a) Britagem: Utiliza grelhas e peneiras vibratórias para a classificação granulométrica do material, juntamente com britadores primários e secundários, garantindo assim a redução necessária para o processo posterior;

b) Jigue: Nesta etapa é produzido um concentrado final em torno de 43% de cinzas e também um pré-concentrado para adequação à etapa posterior que exige o uso de uma ciclone meio denso. Na etapa de jigagem se rejeita as frações granulométricas mais pesadas, como por exemplo, a pirita;

c) Ciclone meio-denso: Onde o pré-concentrado, obtido da etapa anterior, é dirigido até o tanque de meio denso, cuja densidade relativa é controlada com a adição de magnetita ou água, onde é bombeado para os ciclones que separam um produto final (CE 4500) e descarte de mais uma fração de rejeito;

d) Circuito de finos: Os finos de carvão mineral no final da etapa do jigue são selecionados em um circuito próprio para carvões de granulometria baixa. Este circuito possui hidrociclones, flotação, espirais de Humphrey e peneiras circulares. Após essas etapas, o carvão é transportado para as próximas etapas.

Conforme levantamento realizado na Planilha de Riscos (Apêndice 01), foram gerados 3 (três) Indicadores Ambientais de Risco Médio: Indicador de Consumo de Óleos e Graxas; Indicador do Consumo de Óleo por Toneladas de Rom Extraído e Índice de Descarte de Resíduos Classe I. Contudo, também foram classificados 2 (dois) Indicadores Ambientais de Risco Alto: Indicador de Dias Sem Vazamento nas tubulações que alimentam o processo e Indicador de Manutenções Periódicas das Tubulações.

Os Indicadores Ambientais de Risco Médio permitirão que o SGA controle as estruturas básicas do processo como o consumo de produtos e o descarte adequado dos mesmos, antecipando a contenção de óleos e graxas necessários neste setor e evitando a contaminação do solo e água. Os Indicadores Ambientais de Risco Alto permitirão a antecipação de situações graves que podem causar maiores danos, internos e externos a Empresa. Um Rompimento de uma Tubulação, por exemplo, causaria danos ao solo e recursos hídricos próximos, conseqüentemente atingindo as comunidades no entorno. O Indicador de Dias Sem Vazamento no Processo permitirá a antecipação de qualquer dano nas tubulações ligadas à Barragem de Rejeito e até um vazamento em sua estrutura.

Na tabela 2 é apresentado o resumo dos indicadores sugeridos para essa etapa do processo.

Tabela 2. Indicadores Ambientais da atividade de Beneficiamento de Carvão gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---------------------------------|--|--|
| Beneficiamento de Carvão | Britagem | <ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Consumo de Óleos e Graxas; • Indicador do Consumo de Óleo por Tonelada de Rom Extraído; • Índice de Descarte de Resíduos Classe I; • Indicador Dias Sem Vazamento no Processo; • Indicador das Manutenções Periódicas das Tubulações. |
| | Separação Densimétrica | |
| | Bombeamento | |
| | Produção de Finos | |
| | Peneiramento | |
| | Armazenagem de Carvão e Rejeito | |
| | Carregamento e Transporte de Carvão por correias | |
| | Manutenção Elétrica | |
| | Geração de Ar Comprimido | |
| | Transporte | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.3 Barragem de Rejeitos e Bacias de decantação

A finalidade de uma Barragem de Rejeito é armazenar resíduos de mineração, os quais são definidos como as águas de processo produzida pelo beneficiamento de minérios, com alto percentual de sólidos. Este processo é a sequência do processo mecânico e/ou químico que divide o mineral bruto em concentrado e rejeito, visto na etapa anterior. O rejeito é um material que não possui maior valor econômico e suas características variam de acordo com o tipo de mineral e de seu tratamento no Beneficiamento. Os rejeitos granulares são permeáveis e possuem uma boa resistência ao cisalhamento, enquanto os rejeitos de granulometria fina apresentam alta plasticidade, alta compressibilidade e são de difícil sedimentação.

As quantidades geradas de Rejeito no processo de Beneficiamento são altas, necessitando assim uma área de disposição em superfície ou vinculadas ao processo de extração de forma subterrânea. A determinação desse processo depende das variáveis econômicas das Empresas Mineradoras, que buscam a melhor forma de realizar o processo com menor custo e eficiência, atendendo as legislações e licenças ambientais.

O projeto da barragem de rejeitos e seu planejamento devem conter os programas de ensaio em campo e em laboratório das fundações, rochas e materiais

de empréstimo, avaliando suas propriedades físicas, mecânicas, características das águas subterrâneas, sua localização e composição.

Nesta etapa três Indicadores foram levantados, 1 (um) de Risco Médio: Índice de Entrada de Finos na Barragem de Rejeitos, que permitiria através das bombas, calcular a vazão que está sendo depositado na bacia, prevendo assim um bloqueio e/ou vazamentos nas tubulações. Contudo, conforme tabela 3 são propostos 2 (dois) Indicadores Ambientais de Risco Alto: Indicador de Dias Sem Vazamentos na Barragem de Rejeitos e o Indicador de Manutenção Periódica das Barragens de Rejeito. Estes dois Indicadores Ambientais de Risco Alto, proporcionará uma antecipação de acidentes ambientais graves, com medidas de planejamento de deposição, Plano de Ações Emergenciais e Simulados de Emergência com as comunidades entorno. Além da realização de balanço anual das condições das Barragens e o atendimento a Lei Federal n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece o Plano Nacional de Segurança de Barragens.

Tabela 3. Indicadores Ambientais da Atividade de Barragem de Rejeitos gerados da Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|-----------------------------|------------------------------------|--|
| Barragem de Rejeitos | Deposição de efluentes do processo | <ul style="list-style-type: none"> • Índice de Entrada de Finos na Barragem de Rejeitos; • Indicador de Dias sem Vazamento na Barragem de Rejeitos; • Indicador de Manutenção Periódica das Barragens de Rejeito. |
| | Deposição de efluentes pluviais | |
| | Manutenção de bacias | |
| | Transporte de resíduos | |
| | Bombeamento - circuito fechado | |
| | Limpeza das barragens com máquinas | |
| | Captação de Água | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.4 Depósito de Rejeito

O objetivo dessa etapa é depositar em cavas os rejeitos sólidos em uma área selecionada conforme projeto aprovado pelo órgão fiscalizador. Esta área determinada deve possuir uma cota máxima superior das atuais cristas de estéreis, o local deverá ser recoberto com uma camada de argila e o solo devidamente impermeabilizado para impedir a infiltração das águas de chuva, além de suportar o fluxo intenso de maquinário depositando diariamente os rejeitos sólidos.

À medida que essas áreas estejam sendo esgotadas, inicia-se um planejamento para continuar com essas atividades em novos locais com condições idênticas, permitindo assim a recomposição de áreas antigamente degradadas e sem impactar novas áreas não atingidas pela mineração. A metodologia de disposição dos rejeitos grossos prevê camadas compactadas pelos veículos de transporte e complementarmente por trator de esteira, carregadeira sobre pneus e rolos compactadores. As águas que possam invadir as áreas da deposição de rejeitos são paralelamente desviadas na implantação do depósito, através de drenagens conforme projeto.

Conforme apresentado na Tabela 4, apenas 1 (um) Indicador se mostrou extremamente importante, sendo classificado como de Risco Médio. O Índice de Manutenções nas Estruturas do Depósito de Rejeito, indicará através de testes de impermeabilização se haverá infiltrações na estrutura do depósito, além do controle periódico e necessidade de corte de vegetação com raízes pivotantes e fasciculadas em seu entorno.

Tabela 4. Indicadores Ambientais da Atividade de Deposição de Rejeitos gerados da Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---------------------|-------------------------|---|
| Depósito de Rejeito | Ampliação de depósitos | <ul style="list-style-type: none">Índice de Manutenções nas Estruturas do Depósito de Rejeitos. |
| | Construção de drenagens | |
| | Terraplanagem | |
| | Deposição de Rejeitos | |
| | Drenagens de Efluentes | |
| | Revegetação dos Taludes | |
| | Formação de Taludes | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.5 Transporte Rodoviário

O objetivo principal das Empresas Mineradoras é a venda do carvão para produção de energia nas usinas termoeletricas. O principal comprador do carvão de Santa Catarina é a Gerasul - Centrais Geradoras do Sul do Brasil, usado como combustível para geração de energia na ENGIE, instalado em Capivari de Baixo (SC). O transporte do carvão é ferroviário, através da Rede Ferroviária Tereza Cristina.

Além desse transporte, há os transportes rodoviários internos e externos a Empresa Mineradora. De acordo com a Resolução ANTT nº 420/2004, o carvão de origem mineral ou vegetal é identificado com o número ONU 1361.

A Autorização Ambiental, emitida pelo IBAMA para Transporte de Produtos Perigosos, não exige a necessidade de outras licenças e autorizações necessárias e exigidas em Leis, tais como as certificações do INMETRO, autorizações específicas para disposição de resíduos, transporte de produtos controlados pelo Exército e pela Polícia Federal. Portanto, todo transporte realizado em apenas uma unidade da Federação devem utilizar o licenciamento ou autorização ambiental como regra, conforme Art. 8º da Lei Complementar nº 140/2011.

Conforme tabela 5, nesta atividade 3 (três) Indicadores Ambientais foram dispostos como sugestão para o SGA, todos como Indicadores Ambientais de Risco Médio: Índice de Descarte de Resíduos Classe I do Resultado de Tombamentos, este permitiria um balanço de descarte dos resíduos gerados nas vias acessadas pelos caminhões; o Indicador das Manutenções Periódicas dos Veículos e o Indicador de Consumo de óleo por Veículo, complementariam os controles para uma balanço mensal e possíveis danos nos estruturas internas dos veículos.

Tabela 5. Indicadores Ambientais da atividade de Transporte Rodoviário gerados da Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|-----------------------|-------------------------|---|
| Transporte Rodoviário | Uso de Veículos | <ul style="list-style-type: none"> • Índice de Descarte de Resíduos Classe I do Resultado de Tombamentos; • Indicador das Manutenções Periódicas nos Veículos; • Indicador de Consumo de óleo por Veículo. |
| | Manutenção dos Veículos | |
| | Carga e Descarga | |
| | Uso de Rodovias | |
| | Passagem sobre pontes | |
| | Rotas em Áreas Urbanas | |
| | Transporte de Carvão | |
| | Transporte de Rejeito | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.6 Recuperação de Passivos Ambientais

O Gerenciamento dos Passivos Ambientais estabelece necessidades de projeto e planejamento, derivando da aplicação dos Princípios da Precaução e do Poluidor – Pagador, constituintes do Direito Ambiental Brasileiro. Nesta etapa a recuperação dos passivos gerados são de responsabilidade da Empresa Mineradora. Estas áreas degradadas são resultados da disposição inadequada dos rejeitos. As áreas que, foram recuperadas necessitam de monitoramentos ambientais periódicos. As áreas que não foram totalmente recuperadas ou estão em processo de recuperação preveem uma série de medidas adotadas pelo SGA.

Nesta etapa do processo, segundo descrito na tabela 6, foram gerados 2 (dois) Indicadores Ambientais de Risco Médio: Indicador de Teste de Impermeabilização, possibilitado no controle de possíveis rupturas das áreas recuperadas, melhorando o monitoramento das mesmas. O Índice de Toneladas Removidas por Hectare possibilitando um controle da capacidade das estruturas de recuperação, gerando um balanço anual realizado pelo SGA.

Tabela 6. Indicadores Ambientais da Atividade de Recuperação de Passivos Ambientais gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| Recuperação de Passivos Ambientais | Construção de Vias de Acesso | <ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Teste de Impermeabilização; • Índice de Toneladas Removidas por Hectare. |
| | Terraplanagem | |
| | Drenagens de Efluentes | |
| | Conformação de Terrenos | |
| | Recobrimentos | |
| | Uso de Veículos | |
| | Revegetação | |
| | Manutenção dos Equipamentos | |
| | Uso de Áreas de Empréstimos | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.7 Manutenção de Estradas e Pátios

Nesta etapa, todas as vias de acesso utilizadas pelo transporte externo do carvão ou de maquinário interno da Empresa, devem sofrer manutenções periódicas, afim de diminuir riscos e aumentar sua viabilidade sem maiores danos as estruturas.

Conforme tabela 7 e apêndice 1, foi sugerido 1 (um) Indicador Ambiental de Risco Médio: o Indicador das Manutenções Periódicas de Vias que controla as manutenções que devem ser realizadas, assim permitindo ao SGA que realize melhorias de suas estruturas ou planejamentos necessários. Se a via de acesso é de estrada de chão, recomenda-se controlar a umidificação das estradas, através do controle da quilometragem do caminhão-pipa. O Índice de Deformações e Recalque, classificado como Indicador Ambiental de Risco Alto, permitirá uma segurança para as vias de acesso com trechos mais perigosos ou de difícil acesso, além de danos nas estruturas das impermeabilizações pelo tráfego intenso de veículos e maquinários nos pátios.

Tabela 7. Indicadores Ambientais da atividade de Manutenção de Estradas e Pátios gerados da Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---------------------------------|----------------------------|--|
| Manutenção de Estradas e Pátios | Drenagens | <ul style="list-style-type: none"> Indicador das Manutenções Periódicas de Vias; Índice de Deformações e Recalque. |
| | Terraplenagem | |
| | Reconstituição do solo | |
| | Revegetação | |
| | Uso de veículos e máquinas | |
| | Umidificação de vias | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.8 Central de Resíduos

Todos os resíduos Classe I e II são depositados em uma estrutura externa ao processo produtivo, sofrendo uma segregação para então ser descartado corretamente por Empresas licenciadas. Na tabela 8 estão as sugestões dos indicadores para esta etapa. Um dos indicadores significativos é o controle (limpeza) do separador de água e óleo, que fornecerá um indicativo do vazamento de óleo no depósito de resíduos.

Tabela 8. Indicadores Ambientais da Atividade de Segregação na Central de Resíduos gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---------------------|---------------------------|--|
| Central de Resíduos | Armazenagem de resíduos | <ul style="list-style-type: none"> Indicador das Manutenções Periódicas da Central de Resíduos; Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo; Índice de Manutenção de Transformadores. |
| | Destinação de resíduos | |
| | Transportes de resíduos | |
| | Manutenção da central | |
| | Classificação de material | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.9 Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva

Diversas Empresas Mineradoras contam com sua própria oficina automotiva e setores de manutenção elétrica e mecânica próprios em sua rotina

diária. Outras realizam a terceirização deste serviço. Essas estruturas próprias permitem maior eficiência em um tempo reduzido, já que o deslocamento é menor e os custos se tornam mais rentáveis. Nas suas atividades incluem a Manutenção de Equipamentos Elétricos; Substituição, Soldagem, Lavagem, Fabricação e Pintura de peças; Lubrificações; Manutenção dos Veículos e Trocas de Óleos.

Nesta etapa (Tabela 9), foram levantados 4 (quatro) Indicadores Ambientais de Risco Médio; Indicadores das Manutenções de Equipamentos Elétricos e Mecânicos; Indicador de Manutenção dos Veículos; Índice de Manutenção de Separadores de Água/Óleo; Índice de Manutenção de Transformadores.

Tabela 9. Indicador Ambiental da Atividade de Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva da Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---|--------------------------------------|---|
| Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva | Manutenção de equipamentos elétricos | <ul style="list-style-type: none"> • Indicador das Manutenções de Equipamentos Elétricos e Mecânicos; • Indicador de Manutenção dos Veículos; • Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo; • Índice de Manutenção de Transformadores. |
| | Manutenção de equipamentos mecânicos | |
| | Substituições de peças | |
| | Soldagem de peças | |
| | Fabricação de peças | |
| | Lubrificações | |
| | Manutenção de veículos | |
| | Troca de óleos | |
| | Rebobinagem | |
| | Pintura | |
| | Borracharia | |
| | Lavação de peças | |
| | Geração de ar comprimido | |

Fonte: Dajori, 2016

4.1.10 Escritórios

Os escritórios incluem as rotinas administrativas, nesta etapa não estão previsto riscos ambientais significativos. Na Tabela 10 é apresentado somente como indicador o gerenciamento de resíduos sólidos.

Tabela 10. Indicador Ambiental da Atividade dos Escritórios gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 01).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|-------------|----------------------------|---|
| Escritórios | Atividades administrativas | <ul style="list-style-type: none"> Índice de resíduos. |
| | Reuniões | |
| | Planejamento | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.11 Terminal de Embarque de Minérios

Nesta etapa, o carvão já beneficiado é armazenado, manuseado, transportado por correias até o terminal de embarque de Minérios, para então ser carregado em vagões e levado ao destino final. Nesta fase, há uma grande perda de materiais pelo percurso.

Foram levantados dois (dois) Indicadores Ambientais de Risco Médio importantes nesta etapa: Indicador das Manutenções Periódicas dos Transformadores e Indicador de Derramamento de Carga, conforme Tabela 11.

Tabela 11. Indicador Ambiental da Atividade do Terminal de Minérios gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|----------------------------------|--|---|
| Terminal de Embarque de Minérios | Armazenagem de materiais | <ul style="list-style-type: none"> Indicador de Manutenção Veículos de Transporte. Índice Derramamento de carga |
| | Manuseios de materiais | |
| | Recebimento de materiais | |
| | Transportes de materiais | |
| | Recolhimento peças - EPI usados | |
| | Aquisição de material | |
| | Movimentação de materiais por máquinas | |
| | Carregamento dos vagões | |
| | Manutenção de equipamentos | |

Fonte: Dajori, 2016

4.1.12 Estação de Tratamento de Efluentes

Atualmente, diversas Empresas direcionam todos os efluentes gerados na Atividade Mineradora para a Estação de Tratamento de Efluentes. Outras

direcionam apenas as Drenagens Ácidas geradas na Mina, onde o tratamento é obrigatório por Legislação e previsto como exigência na Licença Ambiental no EIA/RIMA, antes mesmo da instalação das estruturas.

Os produtos mais utilizados para o tratamento são aditivos químicos básicos, soda ou leite de cal, que sofrem aeração para oxidação dos metais. Depois são conduzidas a uma bacia de estabilização/sedimentação para precipitações de metais, para depois serem descartados no corpo hídrico, dentro dos parâmetros atualmente exigidos pelos órgãos competentes, Resolução CONAMA 430/2011 e Código Estadual do Meio Ambiente 14.675/2009.

Esta atividade se mostra ainda mais importante para os Impactos Ambientais, pois, apesar de haver monitoramentos constantes previstos na Empresa, algumas falhas podem prejudicar o tratamento e lançar efluentes fora dos parâmetros estabelecidos na legislação, trazendo prejuízos financeiros e jurídicos a empresa.

Na Estação de Tratamento de Efluentes foram identificados 4 (quatro) Indicadores Ambientais de Risco Médio, previstos na Tabela 12.

Tabela 12. Indicadores Ambientais da Atividade de Tratamento de Efluentes gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---|------------------------------|---|
| Estação de Tratamento de Efluentes | Operacionalização e Controle | <ul style="list-style-type: none"> • Indicador de Horas Sem Quedas de Energia na ETE; • Índice de Manutenção do Sistema Elétrico; • Indicador de Vazão; • Índice de Manutenção de Bombas; • Índice de Consumo de Produtos Químicos; • Indicador Dias Sem Vazamento. |
| | Acionamento | |
| | Acompanhamento | |
| | Desligamento | |
| | Manutenção e Limpeza | |
| | Tratamento de água - ETE | |
| | Manutenção dos equipamentos | |
| | Transporte do lodo | |
| | Carregamento do lodo | |
| | Calibração de pHmetro | |

Fonte: Dajori, 2016.

- Indicador de Horas Sem Quedas de Energia na ETE: este indicador contribui na necessidade do tratamento ser interrompido por queda de energia, necessitando de um Plano de Ação conjunto para que o efluente não seja

prejudicado. Este controle também permite que o SGA organize ações corretivas e melhorias contínuas necessárias para o Sistema ISO 14001;

- Índice de Manutenção do Sistema Elétrico: controle das manutenções realizadas no sistema como prevenção de novas quedas e prejuízos no tratamento;
- Indicador de Vazão: Indicador mais comum, realizado em diversas Empresas para mantimento dos monitoramentos ambientais obrigatórios. Contribui para uma estimativa média e balanços anuais da Mineração.
- Índice de Manutenção Preventiva das Bombas: Diversas Estações sofrem como o problema mais comum de defeitos e bombas na ETE, esse problema comum acaba causando ineficiência dos mecanismos do tratamento. Portanto, esse Indicador cooperaria para a manutenção geral e bom funcionamento das estruturas; porque em situações de alta precipitação pluviométrica a ineficiências das bombas, podendo causar um grave dano ambiental, devido o risco de transbordo de bacias, seguida de rompimento de talude.
- Índice de Consumo de Produtos Químicos: a ETE apresenta um consumo alto de produtos químicos dosados diariamente, especialmente no tratamento da DAM (Drenagem Ácida de Mina), além dos demais efluentes gerados nas instalações. Desta forma, este Indicador contribui para o gerenciamento destes produtos e manutenção do estoque mínimo dos produtos químicos.

Na classificação, conforme apêndice 1 e Tabela 12, identificou-se 1 (um) Indicador Ambiental de Risco Alto:

- Indicador Dias Sem Vazamento: Um rompimento de tubulações em uma Estação de Tratamento de Efluentes acarretaria a contaminação de solo e recursos hídricos no entorno, além de prejudicar as comunidades entorno. Por tanto, esse indicador deve aliar-se aos Planos de Ações Emergenciais e Simulados de Emergências na empresa, atendendo assim os requisitos ambientais e de segurança. Esse indicador está correlacionado à vida útil das tubulações.

4.1.13 Armazenamento e Transporte de Combustível/Óleo

No caso de a empresa obter seu próprio Armazenamento do Combustível e transporta-lo, há a necessidade de 2 (dois) Indicadores Ambientais (Tabela 13) de Risco Médio (apêndice 1): Índice de Consumo e Combustível/Óleo e o Índice de Manutenção e Limpeza dos Locais de Abastecimentos. Além de controlar o

consumo de Combustível/óleo e limpeza das estruturas manterá maior controle, prevendo possíveis vazamentos e contaminação ao solo e corpos hídricos entorno.

Tabela 13. Indicadores Ambientais da Atividade de Armazenamento e Transporte de Combustível/Óleo gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 01).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---|-------------------------------------|---|
| Armazenamento e transporte de Combustível/ Óleo | Abastecimento de combustível | <ul style="list-style-type: none"> Índice de Consumo de Combustível/Óleo; Índice de Manutenção e Limpeza dos Locais de Abastecimento. |
| | Reposição de combustível | |
| | Movimentação de veículos e máquinas | |
| | Limpeza do separador de água/óleo | |

Fonte: Dajori, 2016.

4.1.14 Casa de Bombas e Áreas de Apoio no Subsolo

Nas tabelas 14 e 15, estão apresentados os indicadores propostos para estas duas atividades, onde para as bombas sugere-se controlar os horímetros, que além de ser um dado importante para o balanço hídrico, também dará um indicativo da vida útil das bombas e o momento da manutenção, porque quando as bombas estão com problemas começam a ter uma perda de carga maior.

Tabela 14. Indicadores Ambientais da Atividade na Casa de Bombas gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|----------------|-------------|--|
| Casa de Bombas | Bombeamento | <ul style="list-style-type: none"> Índice dos Horímetros/Hidrômetros das Bombas; Índice de Manutenção de Bombas. |
| | Manutenção | |

Fonte: Dajori, 2016

Tabela 15. Indicadores Ambientais da Atividade nas Áreas de Apoio no Subsolo gerados na Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 1).

| Processo | Atividades | Indicadores Ambientais |
|---------------------------|------------------------------|---|
| Áreas de Apoio no Subsolo | Monitoramento | <ul style="list-style-type: none"> Indicador de Vazão, Índice de Manutenção de Bombas Índice de Manutenção dos Transformadores Índice de Consumo de Óleo. |
| | Vistoria no transporte | |
| | Armazenamento de Óleo | |
| | Abatimento de poeira | |
| | Abastecimento de Óleo Diesel | |
| | Treinamento | |
| | Saúde e Segurança | |

| | |
|--|----------------------------------|
| | Coleta seletiva |
| | Apontadoria |
| | Transporte de pessoal e material |

Fonte: Dajori, 2016

4.2 Periodicidades dos Indicadores Ambientais do Sistema de Gestão Ambiental

Conforme os Indicadores Ambientais foram determinados anteriormente da Planilha de Riscos Ambientais, houve a necessidade da recomendação de uma periodicidade para os mesmos presentes na Tabela 16. Contudo, essas informações variam dependendo da necessidade e determinação pelo próprio Coordenador do Sistema de Gestão Ambiental, como quem realizará os controles, quando realizará e onde será armazenado essas informações.

Tabela 16. Periodicidade Recomendada para os Indicadores Ambientais Analisados.

| Processo | Indicadores Ambientais | Periodicidade Recomendada |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Lavra Subsolo | Indicador de Horas sem Quedas de Energia | Mensal |
| | Índice de Manutenção do Sistema Elétrico | Mensal |
| | Indicador de Geração de Resíduos Classe I | Mensal |
| | Índice de Manutenção de Extintores | Semestral |
| | Índice da Medição dos Gases | Diário |
| Beneficiamento | Indicador de Consumo de Óleos e Graxas | Mensal |
| | Indicador do Consumo de Óleo por Tonelada de Rom Extraído | Mensal |
| | Índice de Descarte de Resíduos | Mensal |
| | Indicador Dias Sem Vazamento | Diário |
| | Indicador das Manutenções Periódicas | Mensal |
| Barragem de Rejeitos | Controle da Entrada de Finos | Mensal |
| | Indicador de Dias sem Vazamento | Diário |
| | Indicador de Manutenção Periódica da Barragem de Rejeito | Mensal |
| Depósito de Rejeito | Índice de Manutenções nas Estruturas do Depósito de Rejeitos | Mensal |
| Transporte Rodoviário | Índice de Descarte de Resíduos Classe I do Resultado de Tombamentos de Veículos | Mensal |
| | Indicador das Manutenções Periódicas nos Veículos | Mensal |

| | | |
|---|--|-----------|
| | Indicador de Consumo de óleo por Veículo | Mensal |
| Recuperação de Passivos Ambientais | Indicador de Teste de Impermeabilização | Anual |
| | Índice de Toneladas Removidas por Hectare | Anual |
| Manutenção de Estradas e Pátios | Indicador das Manutenções de Vias | Mensal |
| | Índice de Deformações e Recalque | Semestral |
| Central de Resíduo | Indicador das Manutenções Periódicas | Mensal |
| | Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo | Semestral |
| | Índice de Manutenção de Transformadores | Semestral |
| Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva | Indicador das Manutenções Periódicas nos Veículos | Mensal |
| | Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo | Anual |
| | Índice de Manutenção de Transformadores | Semestral |
| Escritórios | Índice de resíduos | Semestral |
| Terminal de Embarque de Minérios | Indicador de Manutenção | Semestral |
| | Inspeção de Derramamento de Carga | Mensal |
| Estação de Tratamento de Efluentes | Indicador de Horas Sem Quedas de Energia | Diário |
| | Índice de Manutenção do Sistema Elétrico | Mensal |
| | Indicador de Vazão | Diário |
| | Índice de Manutenção de Bombas | Mensal |
| | Índice de Consumo de Produtos Químicos | Mensal |
| | Indicador dias sem vazamento | Diário |
| Armazenamento e transporte de Combustível / Óleo | Índice de Consumo de Óleo | Mensal |
| | Índice de Manutenção e Limpeza dos Locais de Abastecimento | Semestral |
| Casa de Bombas | Índice dos Horímetros/Hidrômetros das Bombas | Mensal |
| | Índice de Manutenção de Bombas | Mensal |
| Áreas de Apoio no Subsolo | Índice de Manutenção de Bombas | Mensal |
| | Índice de Manutenção dos Transformadores | Mensal |
| | Índice de Consumo de Óleo | Mensal |

Fonte: Dajori, 2016

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Indicadores Ambientais se mostraram de suma importância para o mantimento do Sistema de Gestão Ambiental, pois o mesmo proporciona um entendimento melhor da organização e o controle maior de todos os impactos gerados nos setores e seus riscos ambientais. A metodologia utilizada foi adequada e através dela foi possível construir a matriz de riscos ambientais.

A Planilha de Riscos Ambientais (Apêndice 01) gerou 43 Indicadores de Desempenho Ambiental de Risco Médio e Alto, definidos a partir de 15 setores analisados, destacando-se: Indicador de Horas sem Quedas de Energia; Índice de Manutenção do Sistema Elétrico; Indicador de Geração de Resíduos Classe I; Índice de Manutenção de Extintores; Índice da Medição dos Gases; Indicador de Consumo de Óleos e Graxas; Indicador do Consumo de Óleo por Tonelada de Rom Extraído; Indicador Dias Sem Vazamento no Processo; Indicador das Manutenções Periódicas das Tubulações; Índice de Entrada de Finos na Barragem de Rejeitos; Indicador de Dias sem Vazamento na Barragem de Rejeitos; Indicador de Manutenção Periódica das Barragens de Rejeito; Índice de Manutenções nas Estruturas do Depósito de Rejeitos; Índice de Descarte de Resíduos Classe I do Resultado de Tombamentos; Indicador das Manutenções Periódicas nos Veículos; Indicador de Consumo de óleo por Veículo; Indicador de Teste de Impermeabilização; Índice de Toneladas Removidas por Hectare; Indicador das Manutenções Periódicas de Vias; Índice de Deformações e Recalque; Indicador das Manutenções Periódicas da Central de Resíduos; Índice de Manutenção de Transformadores; Indicador das Manutenções de Equipamentos Elétricos e Mecânicos; Indicador de Manutenção dos Veículos; Índice de Manutenção de Separadores de Água/Óleo; Indicador de Manutenção Veículos de Transporte; Indicador de Horas Sem Quedas de Energia na ETE; Índice de Manutenção do Sistema Elétrico; Indicador de Vazão de Efluente; Índice de Manutenção de Bombas; Índice de Consumo de Produtos Químicos; Indicador Dias Sem Vazamento; Índice de Consumo de Combustível/Óleo; Índice de Manutenção e Limpeza dos Locais de Abastecimento; Índice dos Horímetros/Hidrômetros das Bombas; Indicador de Vazão; Índice de Manutenção de Bombas; Índice de Consumo de Óleo.

A maioria dos Sistemas de Gestão Ambiental das empresas mineradoras utilizam em média 20 Indicadores de Desempenho Ambiental em suas rotinas de

atividades, isso dimensiona o quão é importante todo o levantamento e planejamento dos Riscos Ambientais Associados.

Recomenda-se que todos os Indicadores Ambientais estejam entrelaçados ao Sistema de Segurança da Empresa, pois muitos se mostraram ótimas oportunidades de melhorias neste setor, além dos requisitos ambientais analisados. Outros Indicadores mostraram necessitar de Plano de Ação, de Treinamentos e/ou Simulados de Emergências para o atendimento completo dos Riscos Ambientais e as ações de respostas dos mesmos. Deste modo, as empresas carboníferas que apoiarem o sistema de gestão em indicadores de riscos ambientais atenderão aos requisitos ambientais, de segurança e a prevenção de possíveis danos financeiros e jurídicos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.001.**

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Fontes Não Renováveis Parte III – Carvão Mineral. 2008. Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf> Acessado em 20 de Agosto de 2016.

ASSUMPÇÃO, Luiz Fernando Joly. **Sistemas de gestão ambiental:** manual prático para implementação de SGA e Certificação ISO 14.001. 2. ed. Curitiba, 2007.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial:** conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Editora Saraiva, 2004.

BRASIL. Decreto nº 5098, de 3 de junho de 2004. Dispõe sobre a criação do plano nacional de prevenção, preparação e resposta rápida a emergências ambientais com produtos químicos perigosos - P2R2, e dá outras providências.

Diário Oficial da União; Brasília, DF, 3 jun.2004. Disponível em: Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5098.htm>. Acesso em: 20 mar. 2016.

CAJAZEIRA, Jorge Emanuel Reis. **ISO 14001:** manual de implantação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Risco de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência.** Norma Técnica. 2. ed. São Paulo, 2011.

FAZENDA, J.M.R. **Tintas e Vernizes: Ciência e tecnologia.** 5 ed. São Paulo: ABRAFAT, 2009.

FRANCISCO, Wagner De Cerqueira E. "Carvão Mineral"; 2015. *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/carvao-mineral-combustivel.htm>>. Acesso em 14 de setembro de 2016.

Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história. IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração, 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/>>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Guia técnico Ambiental Tintas e Vernizes. São Paulo, 2008. 70 p. Disponível em: <<http://consumosustentavel.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/39/2013/11/tintas.pdf>>. Acesso em: 07 agosto. 2016.

HARRINGTON, H James; KNIGHT, Alan. **A Implantação da ISO 14000:** como atualizar o sistema de gestão ambiental com eficácia. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E DA AMAZÔNIA LEGAL. **Cidades sustentáveis.** Brasília: MMA, 2000. 155p.

NASCIMENTO, A. R. Recuperação ambiental de áreas mineradas no Brasil: ocorrência de planejamento a longo prazo. 2001, 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NBR10004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação, 2004. Disponível em: http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicoseobras/residuos_solidos/0002 Acessado em 15 de Agosto de 2016.

NBR ISO 14.001 - Sistemas de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para uso. ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

NBR ISO 14.001 - Sistemas de Gestão Ambiental - Especificações e Diretrizes para uso. ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

NBR ISO 14.031 - Gestão Ambiental - Avaliação de Desempenho Ambiental diretrizes. ABNT, Rio de Janeiro, 2004

NBR 16.001 - Responsabilidade Social Sistema de Gestão - Requisitos. ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. Paracambi: FAETEC/IST, 2007. 40 p. Disponível em: <http://unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica.pdf>. Acesso em: 06 agosto 2016.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

Sistema de Gestão Ambiental – requisitos e orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

SOUZA, Mauricio Novaes. **Degradação E Recuperação Ambiental E Desenvolvimento Sustentável**. Viçosa : UFV, 2004. 371p. Disponível em: <http://www.riopomba.ifsudestemg.edu.br/portal/sites/default/files/arq_paginas/3tese_final_mauricio_novaes.pdf>. Acessado em 15 de Agosto de 2016.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Planilha de Riscos Ambientais

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------|---|-------------------------------|---|---------------|--|--|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Lavra Subsolo | Avançamento Furação de Frente Transporte de Insumos - Veicular Escoramento de Teto Carregamento e Transporte de Carvão por correias Detonações Manutenção de Máquinas Uso de Minerador Contínuo Sistema de Drenagem Uso de Veículos Manutenção de Correias e Equipamentos Ventilação Manutenção Elétrica Armazenagem de Explosivos Câmara de Refúgio Higienizados | Consumo de Energia Elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Médio | Controle de horas de fornecimento de energia, Treinamentos, Simulado de Emergência, manutenção preventiva periódica | Indicador de Horas Sem Quedas de Energia, Índice de Manutenção do Sistema Elétrico |
| | | Geração de DAM | Vazamento em solo | Médio | Controle de horímetros/hidrômetros das bombas, manutenção preventiva periódica das drenagens e tubulações adjacentes | Índice dos Horímetros/Hidrômetros das Bombas, Índice de Manutenção de Bombas |
| | | Geração de Gases de Combustão | Liberação de Metano | Baixo | Manutenção preventiva, Treinamentos, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de Resíduos Classe I | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência. | Indicador de Geração de Resíduos Classe I |
| | | Subsídências na Superfície | Movimentação de Solo | Baixo | Controle de movimentação de solo, Treinamento, Simulado de Emergência, | - |
| | | Falhas em Subsolo | Movimentação de Solo | Baixo | Controle de movimentação de solo, Treinamento, Simulado de Emergência, | - |
| | | Incêndios no Subsolo | Movimentação de Solo | Baixo | Manutenção e troca de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência. | - |
| | | Explosões no Subsolo | Liberação de Gases Tóxicos, Sobreposição de Pilares | Alto | Manutenção e troca de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | Índice de Manutenção de Extintores, Índice da Medição/ Concentração de Gases |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------|---|--|--|---------------|--|---|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Beneficiamento | Britagem Separação Densimétrica Bombeamento Produção de Finos Peneiramento Armazenagem de Carvão e Rejeito Carregamento e Transporte de Carvão por correias Manutenção Elétrica Geração de Ar Comprimido Transporte | Consumo de Energia Elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, Treinamentos, manutenção preventiva periódica | |
| | | Geração de Resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Indicador de Consumo de Óleos e Graxas, Indicador Consumo de Óleo por Tonelada ROM extraído, Índice de Descarte de Resíduos |
| | | Geração de DAM | Vazamento em solo | Baixo | Controle de horímetros/hidrômetros das bombas, manutenção preventiva periódica das drenagens e tubulações adjacentes | - |
| | | Geração de Rejeito de Carvão | Derramamento de Rejeito direto no Solo | Baixo | Enlonamento dos caminhões transportadores, cuidados da carga e descarga | - |
| | | Geração de Resíduo - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Vazamento de Óleo - dos Compressores e Transformadores | Derramamento de óleo no Solo | Baixo | Manutenção preventiva, controle de horas de funcionamento dos compressores | - |
| | | Rombimento de Tubulações | Contaminação do solo | Alto | Manutenção preventiva, Treinamentos, Simulados de Emergência | Indicador Dias sem Vazamento, Indicador das Manutenções Periódicas das Tubulações |

Análise de Riscos Ambientais

| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
|-----------------------------|--|----------------------------------|------------------------|----------------------|--|---|
| Barragem de Rejeitos | Deposição de efluentes do processo Deposição de efluentes pluviais Manutenção de bacias Transporte de resíduos Bombeamento - circuito fechado Limpeza das Bacias com máquinas Captação de Água | Geração de DAM | Vazamento em solo | Baixo | Controle de horímetros/hidrômetros das bombas, manutenção preventiva periódica das drenagens e tubulações adjacentes | - |
| | | Geração de Gases de Combustão | Liberação de SO1 | Baixo | Manutenção preventiva, treinamentos, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de Finos | Derramamento no Solo | Médio | Controle de entrada de finos, Treinamento, Simulado de Emergência | Índice de Entrada de Finos |
| | | Percolação no solo - infiltração | Derramamento no Solo | Baixo | Teste de resistibilidade da bacia, Treinamento, Simulado de Emergência | - |
| | | Rompimento em tubulações | Derramamento no Solo | Alto | Manutenção preventiva, treinamentos, Simulados de Emergência | Indicador dias sem vazamento, Indicador de Manutenção Periódica |

Análise de Riscos Ambientais

| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
|----------------------------|---|--|------------------------|----------------------|--|---|
| Depósito de Rejeito | Ampliação de depósitos Construção de drenagens Terraplanagem Deposição de Rejeitos Drenagens de Efluentes Revegetação dos Taludes Formação de Taludes | Geração de Gases de Oxidação de Pirita | Liberação de SO1 | Baixo | Manutenção preventiva, treinamentos, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de DAM | Vazamento em solo | Baixo | Controle de horímetros/hidrômetros das bombas, manutenção preventiva periódica das drenagens e tubulações adjacentes | - |
| | | Geração de Material em Suspensão | Contaminação do solo | Baixo | Controle na deposição do rejeito, Treinamento | - |
| | | Percolação no solo | Contaminação do solo | Médio | Controle na deposição do rejeito, Treinamento, Simulado de Emergência | Índice de Toneladas de Deposição de Rejeito |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------|---|----------------------------------|--|---------------|--|--|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Transporte Rodoviário | Uso de Veículos Manutenção dos Veículos Carga e Descarga Uso de Rodovias Passagem sobre pontes Rotas em Áreas Urbanas Transporte de Carvão Transporte de Rejeito | Geração de Material em Suspensão | Contaminação do Ar, Solo e Recurso Hídrico | Baixo | Controle na deposição do rejeito, Treinamento | - |
| | | Geração de Gases de Combustão | Contaminação do Ar | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Geração de Resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Indicador de Descarte de Resíduos Classel do Resultados de Tombamentos |
| | | Fluxo em Área Urbana - Incomodo | Tombamento de Carga | Baixo | Controle de Trafego, limpeza e umidificação das vias utilizadas | - |
| | | Vazamento de Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Indicador das Manutenções Periódicas, Indicador de Consumo de óleo por Veículo |
| | | Incêndios em Veículos | Risco de Explosão | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | - |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------------|---|--|---------------------------------|---------------|--|---|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Recuperação de Passivos Ambientais | Construção de Vias de Acesso Terraplanagem Drenagens de Efluentes Conformação de Terrenos Recobrimentos Uso de Veículos Revegetação Manutenção dos Equipamentos Uso de Áreas de Empréstimos | Remoção dos Solos | Movimentação de Solo | Baixo | | - |
| | | Geração de Resíduos Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Geração de Gases de Oxidação de Pirita | Liberação de SO1 | Baixo | Manutenção preventiva, treinamentos, Simulados de Emergência | - |
| | | Percolação no Solo | Derramamento no Solo | Médio | Controle na deposição do rejeito, Treinamento, Simulado de Emergência | Indicador de Teste de Impermeabilização |
| | | Remoção e Movimentação de Solo Contaminado | Movimentação de Solo | Médio | Controle de Recuperação | Índice de Toneladas Removidas por Hectare |
| | | Geração de Efluentes Contaminados | Derramamento no Solo | Médio | Controle de Recuperação | Indicador de Teste de Impermeabilização |
| | | Vazamento de Óleo | Derramamento no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|---------------|---|---------------------------------------|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Manutenção de Estradas e Pátios | Drenagens Terraplenagem Reconstituição do solo Revegetação Uso de veículos e máquinas Umidificação de vias | Geração de efluentes contaminados | Derramamento de Rejeito | Médio | Enalonamento do Caminhão, Inspeção de Veículos, Limpezas periódicas, treinamento, Simulado de Emergência. | Inspeção e Veículos e Vias Utilizadas |
| | | Vazamentos de óleos | Derramamento no Solo | Baixo | Manutenção de Veículos | - |
| | | Geração de gases de combustão | Explosão | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Geração de resíduos - Classe I | Derramento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Erosões de taludes | Rompimento de Bacia | Alto | Manutenção dos taludes, Corte de Raízes Pivotantes. | Índice de Deformações e Recalque |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------|--|---|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Central de Resíduo | Armazenagem de resíduos Destinação de resíduos Transportes de resíduos Manutenção da central Classificação de material | Consumo de combustível | Derramamento no Solo, Explosão, Incêndio | Baixo | Controle de consumo de Combustível, Treinamento, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de gases de combustão | Geração de Gases Tóxicos | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Geração de efluentes contaminados | Derramamento no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Indicador das Manutenções Periódicas |
| | | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção do Separador Água/Óleo |
| | | Vazamento de óleo dos transformadores | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção de Transformadores |
| | | Vazamentos de água contaminada | Derramamento no Solo | Baixo | Manutenção Periódica | - |
| | | Incêndios | Contaminação do solo | Baixo | Manutenção de Extintores, Treinamento, Simulado de Emergência | - |

Análise de Riscos Ambientais

| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
|-------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Departamento Comercial | Armazenagem de materiais | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | Manuseios de materiais | Geração de Resíduo Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | Recebimento de materiais | Vazamentos de óleos e outros produtos perigosos | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | Transportes de materiais | Incêndios | Liberação de Gases Tóxicos | Baixo | Manutenção de Extintores, Treinamento, Simulado de Emergência | - |
| | Recolhimento peças - EPI usados | | | | | |
| | Aquisição de material | | | | | |

Análise de Riscos Ambientais

| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
|---|--|---|----------------------------------|----------------------|--|---|
| Manutenção Elétrica, Mecânica e Oficina Automotiva | Manutenção de equipamentos elétricos Manutenção de equipamentos mecânicos Substituições de peças Soldagem de peças Fabricação de peças Lubrificações Manutenção de veículos Troca de óleos Rebobinagem Pintura Borracharia Lavação de peças Geração de ar comprimido | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Indicador das Manutenções Periódicas dos Veículos |
| | | Geração de gases de combustão | Explosão | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Geração de água contaminada com óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo |
| | | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | - |
| | | Geração de resíduos - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Vazamento de óleo dos Compressores | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Vazamento de óleo dos transformadores | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção de Transformadores |
| | | Vazamentos de água contaminada com óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo |
| | | Vazamentos de óleos | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção de Separadores de Água/ Óleo |
| | | Incêndios | Liberação de Gases Tóxicos | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | - |

Análise de Riscos Ambientais

| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
|--------------------|--|--|----------------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Escritórios | Atividades administrativas Reuniões Planejamento | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | - |
| | | Geração de resíduos - Classe I (pilhas, baterias, etc) | Contato direto com o Solo | Médio | Armazenamento em local adequado, Treinamento, Destinação correta do resíduo | Índice de Resíduos |
| | | Vazamento de óleo dos transformadores | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Incêndios | Liberação de Gases Tóxicos | Baixo | Manutenção de Extintores, Treinamento, Simulado de Emergência | - |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------------------|--|---------------|--|---|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Terminal de Embarque de Minérios | Armazenagem de materiais Manuseios de materiais Recebimento de materiais Transportes de materiais Recolhimento peças - EPI usados Aquisição de material Movimentação de materiais por máquinas Carregamento dos vagões Manutenção de equipamentos | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | - |
| | | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Geração de gases de combustão | Liberação de Gases Tóxicos | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Geração de água contaminada | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Treinamento, Simulado de Emergência | - |
| | | Derramamento de carvão no pátio | Derramamento no Solo | Médio | Limpeza contínua, Treinamento | Indicador de Manutenção de Veículos de Transporte |
| | | Consumo de combustível | Derramamento no Solo, Explosão, Incêndio | Baixo | Controle de consumo de Combustível, Treinamento, Simulados de Emergência | - |
| | | Derramamento de carvão nos trilhos | Derramamento no Solo | Baixo | Limpeza contínua, Treinamento | - |
| | | Geração de resíduos - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Médio | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Derramamento de Carga |
| | | Vazamento de óleo dos transformadores | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Vazamento de água contaminada | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Vazamentos de óleos | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Incêndios | Liberação de Gases Tóxicos | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | - |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------------|---|---------------|--|--|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Estação de Tratamento de Efluentes | Operacionalização e Controle Acionamento Acompanhamento Desligamento Manutenção e Limpeza Tratamento de água - ETE Manutenção dos equipamentos Transporte do lodo Carregamento do lodo Calibração de pHmetro | Geração de água tratada | Rompimento de Tubulação | Baixo | Manutenção Periódica, Treinamento, Simulados de Emergência | - |
| | | Utilização de produtos químicos | Derramamento no Solo, Incêndio, Explosão | Baixo | Controle de Consumo de Produtos, Treinamento, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de lodo da ETE | Derramamento em Solo | Baixo | Controle de Efluentes da ETE, Destinação do Lodo gerado | - |
| | | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Médio | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | Indicador de Horas Sem Quedas de Energia, Índice de Manutenção do Sistema Elétrico |
| | | Geração de gases de combustão | Explosão | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Consumo de combustível | Derramamento no Solo, Explosão, Incêndio | Baixo | Controle de consumo de Combustível, Treinamento, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de resíduos - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Ineficiência no tratamento de água | Lançamento de efluente não tratado adequadamente em Recurso Hídrico | Médio | Planilhas de Tratamento, Controle dos Insumos, Análises periódicas, Treinamento, Simulados de Emergência | Indicador de Vazão, Manutenção de Bombas, Horímetro |
| | | Vazamento de produtos químicos | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Controle de consumos de produtos, Descarte correto, Treinamento, Simulados de Emergência | Índice de Consumo de Produtos Químicos |
| | | Vazamento de água contaminada | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Vazão, Índice de Manutenção de Bombas, Horímetro |
| | | Rompimento em tubulações | Contaminação do solo | Alto | Manutenção preventiva, treinamentos, Simulados de Emergência | Indicador dias sem vazamento, Indicador das Manutenções Periódicas |
| | | Incêndios | Risco de Explosão | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | - |

Análise de Riscos Ambientais

| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
|----------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|--|--------------------|
| Paiol de Explosivos | Armazenamento de Explosivos Movimentação de Explosivos Transporte de Explosivos | Geração de resíduos - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Geração de gases de combustão | Explosão | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Incêndios e explosão | Risco de Explosão | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | - |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|---------------|---|---|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Armazenamento e transporte de Combustível / Óleo | Abastecimento de combustível Reposição de combustível Movimentação de veículos e máquinas Limpeza do separador de água/óleo | Consumo de combustível | Derramamento no Solo, Explosão, Incêndio | Baixo | Controle de consumo de Combustível, Treinamento, Simulados de Emergência | - |
| | | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Valas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Consumo de Óleo, Índice de Manutenção e Limpeza dos Locais de Abastecimento |
| | | Fluxo em área urbana - incômodo | Tombamento de Carga | Baixo | Inpeção de Veículos, Treinamento, Simulado de Emergência | - |
| | | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | - |
| | | Geração de gases de combustão | Explosão | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | - |
| | | Geração de resíduos contaminado | Contato direto com o Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Geração de resíduos - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | - |
| | | Vazamento de combustível / Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Valas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Consumo de Óleo, Índice de Manutenção e Limpeza dos Locais de Abastecimento |
| | | Incêndios e explosão | Derramamento no Solo, Explosão, Incêndio | Baixo | Controle de consumo de Combustível, Treinamento, Simulados de Emergência | - |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------|--|--|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Balança | Pesagem Limpeza da balança | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | |
| | | Geração de Gases de combustão | Explosão | Baixo | Controle de calibração dos Detectores de Gases portáteis, Treinamentos, Simulados | |
| Casa de Bombas | Bombeamento Manutenção | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | |
| | | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice dos Horímetros/Hidrômetros das Bombas, Índice de Manutenção de Bombas |
| | | Vazamentos de óleos | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | |
| | | Incêndios | Risco de Explosão | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | |

| Análise de Riscos Ambientais | | | | | | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--|---------------|--|--|
| Processo | Atividades | Aspecto | Risco Associado | Classificação | Ações Existentes | Indicadores |
| Áreas de Apoio no Subsolo | Monitoramento Vistoria no transporte Armazenamento de Óleo Abatimento de poeira Abastecimento de Óleo Diesel Treinamento Saúde e Segurança Coleta seletiva Apontadoria Transporte de pessoal e material | Consumo de combustível | Derramamento no Solo, Explosão, Incêndio | Baixo | Controle de consumo de Combustível, Treinamento, Simulados de Emergência | |
| | | Geração de resíduos - Óleo | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | |
| | | Consumo de água não contaminada | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Indicador de Vazão, Índice de Manutenção de Bombas |
| | | Consumo de energia elétrica | Queda no Fornecimento de Energia | Baixo | Controle de horas de fornecimento de energia, treinamentos, manutenção preventiva periódica | |
| | | Geração de resíduos - Classe I | Derramamento de Produto em Solo | Baixo | Bandejas de contenção de Produtos, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | |
| | | Vazamento de óleo dos Compressores | Derramamento de Produto no Solo | Baixo | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | |
| | | Vazamento de óleo dos transformadores | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Manutenção dos Transformadores |
| | | Vazamentos de óleos | Derramamento de Produto no Solo | Médio | Bandejas de contenção de óleos e graxas, Treinamento, Simulado de Emergência, Controle de uso dos materiais. | Índice de Consumo de Óleo |
| | | Incêndios | Risco de Explosão | Baixo | Manutenção e troca de extintores, controle de extintores, Treinamento, Simulados de Emergência | |

