

Estudo de Caso: Análise do Sistema de Gestão Ambiental de  
uma Carbonífera Localizada no Município de Treviso - SC

Dário Souza Santos

Orientador: Prof. Fernando Sant'Anna

2015  
Semestre 2015/01

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL

Dário Souza Santos

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO  
AMBIENTAL DE UMA CARBONÍFERA LOCALIZADA NO  
MUNICÍPIO DE TREVISÓ - SC**

Trabalho apresentado à  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para Conclusão do  
Curso de Graduação em  
Engenharia Sanitária e  
Ambiental

Orientador: Prof. Fernando  
Sant'Anna, Dr

FLORIANÓPOLIS, SC

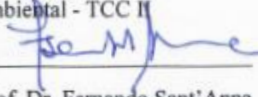
JUNHO/2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL


**ESTUDO DE CASO ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO  
AMBIENTAL DE UMA CARBONÍFERA LOCALIZADA NO  
MUNICÍPIO DE TREVISÓ - SC**

**DÁRIO SOUZA SANTOS**

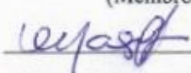
Trabalho submetido à banca  
examinadora como parte dos  
requisitos para Conclusão do  
Curso em Graduação em  
Engenharia Sanitária e  
Ambiental - TCC II

  
Prof. Dr. Fernando Sant'Anna

(Orientador)

  
Dr. Rodrigo de Almeida Mohedano

(Membro da Banca)

  
Prof. Dra. Maria Eliza Nagel Hassemer

(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)

JUNHO, 2015

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para elaboração deste trabalho. Principalmente ao pessoal da carbonífera, que me recebeu de forma muito atenciosa e prestativa.

## Índice Geral

Índice de Tabelas.....	1
Índice de Figuras .....	2
Resumo.....	3
1 Introdução .....	3
2. Objetivo Geral.....	6
2.1 Objetivos Específicos .....	6
3. Revisão Bibliográfica.....	6
3.1 Interferência da Mineração no Meio Ambiente.....	6
3.2 Sistema de Gestão Ambiental.....	8
3.3 Produção mais Limpa (Prevenção à Poluição) .....	12
3.4 Política Ambiental .....	13
4. Metodologia .....	13
4.1 Caracterização da Área de Estudo .....	13
4.2 Definição da Composição do Sistema de Gestão Ambiental Implementado .....	15
4.3 Dimensão Ambiental do Empreendimento.....	16
4.4 Identificação de Possíveis Melhorias do Sistema de Gestão Ambiental .....	16
5. Resultados e Discussão .....	17
5.1 Elementos do SGA da Empresa.....	17
5.2 Dimensão Ambiental da Empresa .....	24
5.3 Conjetura de Melhorias do Sistema de Gestão Ambiental ...	30
6. Conclusão.....	32
7. Glossário .....	32
8. Referências Bibliográficas .....	33

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1: Quadro estrutural da política ambiental da empresa.	15
Tabela 2: Plano de ação para implementação de melhorias no SGA. ...	20
Tabela 3: Plano de ação para provisão de recursos para o SGA. ....	21
Tabela 4: Plano de ação de produção mais limpa.....	21
Tabela 5: Plano de ação para o atendimento aos requisitos legais. ....	22
Tabela 6: Plano de ação nas atividades de recuperação de passivos ambientais. ....	22
Tabela 7: Planos de ações para preservação do meio ambiente. ....	23
Tabela 8: Planos de ação para treinamento da equipe. ....	24
Tabela 9: Matriz de aspectos e impactos ambientais.....	25
Tabela 10: Indicadores de desempenho ambiental. ....	26
Tabela 11: Matriz SWOT da carbonífera. ....	30

## Índice de Figuras

Figura 1: Cadeia de impactos ambientais na mineração do carvão. Fonte: De Luca (2001). .....	8
Figura 2: Modelo de gestão ambiental. Fonte: ABNT NBR ISO 14001 (2004). .....	10
Figura 3: Matriz das inter-relações da ferramenta de análise SWOT....	12
Figura 4: Mapa dos setores do empreendimento. ....	15
Figura 5: Consumo de energia por tonelada de carvão lavrado. ....	27
Figura 6: Demanda de água por tonelada de carvão lavrado.....	28
Figura 7: Área do empreendimento no ano de 2005. Fonte: Google Earth Pro® .....	29
Figura 8: Área do empreendimento no ano de 2014. Fonte: Google Earth Pro® .....	29

## Resumo

As carboníferas produzem grandes impactos ambientais e estão sujeitas a uma vigilância assídua dos órgãos ambientais e do Ministério Público. A atividade de mineração carbonífera, sendo ela a céu aberto ou subterrânea, altera o terreno nos processos de extração mineral e deposição de estéril e rejeitos, interfere no meio ambiente e apropria-se de recursos naturais como a água, ar e a vegetação. Para que os impactos oriundos dessa atividade não saiam de controle faz-se necessária a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), descrito integralmente na norma da ABNT ISO-14001. Sendo assim o presente trabalho teve como objetivo analisar os ganhos em desempenho ambiental adquiridos pela implementação de um SGA em uma carbonífera localizada no município de Treviso, Santa Catarina. Para realização desse estudo de caso foram efetuadas visitas técnicas à área do empreendimento, assim como entrevistas com os membros da equipe e estudos dos documentos internos referentes à manutenção do SGA. Como consequência foram elaboradas tabelas que esquematizam a estrutura do SGA implementado assim como figuras que evidenciam os ganhos em desempenho ambiental, e por fim foi proposto uma ação que possivelmente poderia aumentar ainda mais a competitividade da carbonífera em estudo.

**Palavras chave:** *Sistema de gestão ambiental; Carvão mineral; Desempenho ambiental; ISO-14001*

**Keywords:** *Environmental management systems; Mineral Coal; Environmental performance; ISO-14001*

## 1 Introdução

Os primeiros trabalhos de exploração carbonífera em nosso país ocorreram no século XIX, nas regiões de São Jerônimo, no Rio Grande do Sul, e em Lauro Müller, Santa Catarina. A produção era incipiente, existindo grandes dificuldades de escoamento até os pontos de consumo (ALBUQUERQUE et. al., 1995).

Esta região apresentou desde o início da sua colonização as atividades de extração e beneficiamento do carvão mineral, estando elas diretamente atreladas ao desenvolvimento local. Devido à complexidade dos diferentes tipos de carvão, normalmente existe a ocorrência de material inorgânico - argilas e piritas- misturado com material orgânico.



As argilas são as principais responsáveis pelas cinzas geradas após a combustão de carvões e a pirita pelo teor de enxofre, muitas vezes prejudicial ao processo empregado, como também danoso ao meio ambiente. A separação dessas impurezas é chamada de beneficiamento, cujo objetivo é a remoção de materiais não desejáveis que podem estar misturados ao carvão.

Já na lavra de carvão, atividade de extração do mineral em céu aberto ou subsolo, ocorrem associados problemas de erosão, geração de poeiras, ruídos, gases emanados das detonações e deposição de rejeitos. Esse conjunto de problemas pode causar severos impactos ambientais, afetando a qualidade da água em torno da mineração por meio da drenagem ácida de mina, sedimentação, poluentes químicos, metais traço e sólidos dissolvidos e suspensos. Outro forte aspecto de impacto ambiental é a liberação do gás metano no ambiente, principalmente no subsolo, que pode gerar risco de explosão.

Para minimizar esses problemas, deve ser obedecido um planejamento de gerenciamento adequado dos aspectos ambientais dentro do escopo da norma ISO-14001. Na conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92), mais de cem países identificaram a necessidade da criação de normas internacionais de gestão ambiental, conhecidas como Normas ISO-14000. Essas normas têm como objetivo geral “fornecer assistência para as organizações na implantação ou no aprimoramento de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA)”, sendo este caracterizado como o mecanismo de controle e melhoramento do desempenho ambiental de uma empresa. Neste sentido, a série ISO-14000 prevê a avaliação da empresa através de ferramentas como auditorias ambientais e critérios de desempenho ambiental (LORA, 2000).

Faz-se fundamental também implementar ações de recuperação de áreas que foram degradadas anteriormente à vigência obrigatória da norma. Felizmente, a prática atual de mineração de carvão no Rio Grande do Sul e Santa Catarina tem mostrado uma forte evolução no que diz respeito à preservação e a recuperação do meio ambiente pelas empresas mineradoras.

Algumas alternativas que permitem a utilização do carvão de forma menos agressiva ao meio ambiente já estão sendo aplicadas nas últimas décadas em diversas regiões do mundo. Segundo Gavronski (2007), na técnica de beneficiamento do carvão, a lavagem, secagem e briquetagem (aglomeração de partículas finas com auxílio de pressão) podem reduzir o teor de enxofre nas cinzas contidas do carvão em até 50%,

diminuindo, assim, as emissões de SO<sub>2</sub> e aumentando a eficiência térmica nas usinas. Outra alternativa, como método de baixo custo, é a padronização das plantas de beneficiamento, com o intuito de melhorar a performance ambiental. Em alguns países como Japão, EUA, Rússia e China, por exemplo, o melhoramento da eficiência das usinas permitiu a redução da emissão de CO<sub>2</sub> em até 22%.

Em relação às emissões de particulados na atmosfera, como dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), a indústria encontrou uma opção de melhoria ambiental, respondendo ao desafio com novas tecnologias. Essas emissões particuladas agora são tratadas com operações através de diversos métodos, como precipitadores eletrostáticos, filtros de tela e lavadores de particulados.

As emissões de SO<sub>2</sub> estão sendo minimizadas e, em alguns casos, eliminadas. Os lavadores à água configuram-se como uma das tecnologias mais utilizadas. No caso dos EUA, onde o consumo de carvão aumentou em 70% nos últimos anos, atingiu-se uma redução de aproximadamente 60% de SO<sub>2</sub> por meio do emprego dessa tecnologia (IEA, 2004). Já as tecnologias para limitar às emissões de NO<sub>x</sub> estão sendo mais utilizadas agora, inclusive com o uso dos queimadores de baixo teor de NO<sub>x</sub>, que podem conseguir reduções de 80 a 90% (WCI, 2006d, *online* apud Gravonski, 2007).

Diante do exposto, percebe-se que a indústria do carvão, nas últimas décadas, passou a reexaminar as suas práticas tradicionais, induzindo o aparecimento de novas tecnologias. Nos projetos futuros das carboníferas estão sendo estudadas alternativas de instalação de usinas termelétricas nas proximidades dessas indústrias, que de alguma maneira insiram os efluentes gerados nos seus processos de produção, transformando os rejeitos em recursos para a elaboração de novos produtos. Uma vez que a atividade humana vem gradativamente ampliando sua capacidade de alteração do meio ambiente, torna-se fundamental a criação de possíveis métodos de controle e prevenção da poluição. Sendo assim, pensa-se que a aplicação de um Sistema de Gestão Ambiental em organizações e empresas é de suma importância para atingir-se o equilíbrio entre o desenvolvimento e a qualidade do ambiente. Mas, até que ponto a implantação de SGA em carboníferas é capaz de efetivamente reduzir seus impactos ambientais?

## **2. Objetivo Geral**

Analisar os ganhos em desempenho ambiental dos processos de uma carbonífera adquiridos pela implementação de um Sistema de Gestão Ambiental.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Analisar a dimensão ambiental do empreendimento.
- Estudar os elementos do SGA da carbonífera.
- Identificar possíveis melhorias na composição do SGA.

## **3. Revisão Bibliográfica**

### **3.1 Interferência da Mineração no Meio Ambiente**

A atividade minerária interfere no meio ambiente e apropria-se de recursos naturais como a água, ar e a vegetação. Toda a mineração inclusive a carbonífera, sendo ela a céu aberto ou subterrânea, altera o terreno nos processos de extração mineral e deposição de estéril e de rejeitos (IBRAM, 1992).

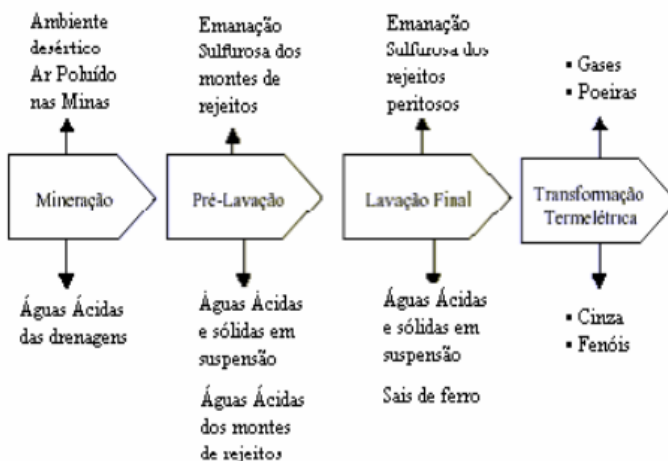
Há de se considerar também a existência de custos sociais, esses provenientes da poluição da água, visto que a sua utilização como insumo pode se fazer presente nas várias etapas e operações de um empreendimento minerário, assim como a poluição do solo, pela movimentação de grandes quantidades de material em um curto espaço de tempo, alterando e misturando os horizontes do solo e aumentando o teor de contaminantes, assim como a poluição do ar através da emissão de gases e particulados pelas chaminés das instalações de beneficiamento, causando efeitos adversos sobre a biota, matérias e saúde humana. (IBRAM, 1992).

Com respeito à mineração de carvão, o Estado de Santa Catarina é o local onde foram maiores os impactos devido à geração termelétrica e mineração desse composto. Este estado já foi o maior produtor de carvão do país. No processo de lavra a céu aberto, a remoção do capeamento foi realizada de forma desordenada, provocando a inversão das camadas, dando origem à chamada paisagem lunar (MILIOLI, 1999).

Na maioria das pilhas, a camada fértil do solo foi deixada na base, na crista, arenito, siltitos, folhelhos carbonosos e piritosos, fatos que tornam o processo de reabilitação muito oneroso (GAVRONSKI, 2007). Outro problema causado pela mineração em Santa Catarina é a grande quantidade dos rejeitos piritosos, que constituem cerca de  $\frac{3}{4}$  do material extraído. Os rejeitos constituídos pelos minerais e rochas associados ao carvão, tais como, pirita, arenitos, siltitos e folhelhos, eram considerados, até há pouco tempo, sem valor econômico. Este material era descartado sem técnica ou cuidados adequados, em áreas próximas ao lavador, ao longo de rodovias, banhados e margens de rios. Tal situação gerou um elevado passivo ambiental e social em extensas áreas cobertas com material acidificado com enxofre e metais pesados, sujeitos a autocombustão, com geração de gases tóxicos. Além disso, os aquíferos superficiais acabaram sendo contaminados por estes materiais por ocasião de chuvas e inundações.

Os municípios de Siderópolis, Urussanga e Lauro Muller entre outros, apresentam vastas áreas destruídas que comprometem atividades de agricultura, os mananciais de água e qualidade de vida das pessoas. Além disso, o Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas e a Universidade do Extremo Sul Catarinense (IPAT-UNESC, 2000) verificaram que 20% a 65% das amostras obtidas de águas subterrâneas estão contaminadas (por exemplo: contendo 17,7% de Fe, valor que a norma estipula como de 0,3%, e pH da água de 5,0 sendo que a norma estabelece de 6.5-8.5). De acordo com a Japan International Cooperation Agency 9% das reservas de água do solo na região estão contaminadas.

A figura 1 mostra a cadeia dos impactos ambientais que potencialmente são ocasionados pela mineração de carvão:



**Figura 1: Cadeia de impactos ambientais na mineração do carvão. Fonte: De Luca (2001).**

### 3.2 Sistema de Gestão Ambiental

Segundo a ABNT (2004), norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido. Este fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto. No que se refere especificamente às normas de gestão ambiental, estas têm por objetivo prover as organizações de elementos de um Sistema da Gestão Ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos. Não se pretende que estas normas, tais como outras normas, sejam utilizadas para criar barreiras comerciais não-tarifárias, nem para ampliar ou alterar as obrigações legais de uma organização (ABNT, 2004).

Devido à demanda contemporânea pela responsabilidade ambiental, as organizações se deparam com o desafio de introduzir protocolos e condutas em seu modelo de gestão. Diante dessa necessidade, um caminho natural a ser tomado são os modelos estabelecidos especificamente para essa situação. Entre as alternativas destaca-se o modelo expresso na norma ISO 14000, que tem uma abordagem sistêmica voltada ao equacionamento dos impactos ambientais gerados

pelas atividades da empresa. Ao lado de condutas e ferramentas para a gestão ambiental, a norma impulsiona a adequação das instalações e a redução dos impactos das operações (MACHADO, 2013).

A certificação por uma norma de gestão (ISO-9002, ISO-14001) não implica necessariamente em bom desempenho. O significado da certificação é atestar que o sistema de gestão é potencialmente capaz de produzir resultados sem especificar a velocidade com que estes resultados vão aparecer. O desconhecimento dos limites e objetivos de um processo de certificação por uma norma de gestão pode levar uma empresa a incorrer em diversos riscos decorrentes da visão distorcida de que basta um bom processo normalizado para a obtenção de resultados. Um destes riscos, por mais contraditório que possa parecer, está associado ao requisito da padronização de procedimentos, um dos pilares mais robustos das normas de gestão (KIPERSTOK et al, 2001).

Yin e Schmeidler (2009) identificam dois vetores no processo de implementação da NBR ISO 14001: grau de integração com as operações e inclusão de elementos de controle da performance ambiental. Convém lembrar que a NBR ISO 14001 abrange um conjunto de práticas/normas flexível, desenhado para aplicação em qualquer tipo de organização, independentemente do porte, do ramo de atividade ou da localização. Estabelece-se, assim, uma ampla margem de manobra para a administração, com diferentes graus de integração com as operações (BOIRAL, 2003). Algumas empresas podem fazer ajustes mínimos, visando unicamente obter a certificação, de modo que o sistema certificado não vai além daquilo que está “colocado no papel”.

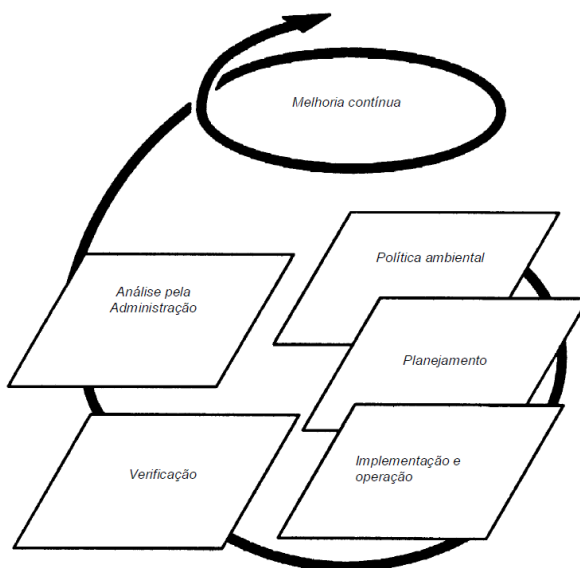
Os benefícios chaves do Sistema de Gestão Ambiental, segundo Stapleton et al (2001), são:

- ✓ Aumento da performance ambiental
- ✓ Responsabilidade reduzida
- ✓ Vantagem competitiva
- ✓ Aumento da confiança
- ✓ Redução de custos
- ✓ Diminuição de acidentes
- ✓ Participação dos empregados
- ✓ Melhoria da imagem ao público
- ✓ Aumento da confiança do cliente
- ✓ Crédito mais favorável
- ✓ Cumprimento dos requisitos do cliente

A previsão de fatos futuros é uma das abordagens do sistema de gestão ambiental, pois é mais viável trabalhar com prevenção do que com manutenção. Uma linha de pensamento que Stapleton et al (2001) sugere vem de uma série de perguntas, tais como: “seria melhor fazer um produto final na primeira vez ou aperfeiçoá-lo posteriormente?” “Seria mais barato prevenir um derramamento em primeira instância ou remediá-lo depois que aconteceu?” “O custo benefício é maior prevenindo a poluição ou manejando-a depois que já foi gerada?”

Este autor defende que um sistema de gestão ambiental (SGA) deve ser construído sobre o modelo “Planejar, fazer, checar, agir” para assegurar que os fatores da dimensão ambiental estejam sistematicamente identificados, controlados e monitorados. Essa abordagem irá ajudar a obter a garantia de melhoramento do SGA ao longo do tempo, assim como atender as metas visadas (STAPLETON et al., 2001).

A figura 2 ilustra as ferramentas chaves da melhoria contínua :



**Figura 2: Modelo de gestão ambiental. Fonte: ABNT NBR ISO 14001 (2004).**

Boiral (2003, 2007) demonstra que, embora sejam comuns as pressões para a introdução dos denominados sistemas certificados - como as séries normativas ISO 9000 e 14001 - a absorção das práticas

pela organização ocorre segundo formas distintas e em diferentes graus. Impelidas por pressões externas, as empresas interpretam os sistemas certificados com base em valores, normas, recursos e competências, resultando em considerável heterogeneidade no processo de implementação.

Machado (2013) aponta que a NBR ISO 14001 não enfatiza os resultados, tais como redução da poluição ou do consumo de energia, mas sim os processos. Nessa direção, fica a critério da administração a introdução de padrões de mensuração da performance, ou, mais precisamente, da especificação de critérios de medida e de sua evolução, considerando o estágio do sistema de gestão ambiental.

Outra ferramenta de gestão utilizada para consolidar as tomadas de decisão por gestores é o método de análise SWOT (figura 3). Segundo Camacho (2009), esta ferramenta consiste na análise das inter-relações entre as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (*strenghts, weaknesses, opportunities and threats*). Após a avaliação dos fatores críticos de sucesso, são estabelecidas quatro zonas de posicionamento dentro da matriz, que servem como indicadores da situação da organização no ambiente de negócio onde ela atua ou pretende atuar.





**Figura 3: Matriz das inter-relações da ferramenta de análise SWOT.**

### **3.3 Produção mais Limpa (Prevenção à Poluição)**

Uma das estratégias-chave que os gestores ambientais devem incluir no SGA é a Prevenção à Poluição. Esta se refere a qualquer prática, processo, técnica ou tecnologia que visa à redução ou eliminação em volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos na fonte geradora – prioritário a reciclagem, tratamento ou disposição, que enfatiza o uso ótimo dos recursos naturais. Esta estratégia reduz ou elimina a criação de poluentes e resíduos na fonte prioritária à reciclagem, tratamento ou disposição, envolvendo o uso ótimo dos recursos naturais (USEPA).

O termo prevenção à poluição tem sua origem relacionada ao programa de redução de resíduos desenvolvido em 1975 nos Estados Unidos pela 3M. Denominado 3P – ‘*Pollution Prevention Pays*’ - este programa é mundialmente reconhecido e considerado um dos programas pioneiros no uso de técnicas de redução na fonte. O programa

demonstrou com sucesso que os investimentos em estratégias de redução na fonte são compensados pela redução de custos com o tratamento e disposição de resíduos e pela otimização no uso de matérias-primas (BISHOP, 2000).

### **3.4 Política Ambiental**

Segundo Almeida, Mello e Cavalcanti (2004) a política ambiental se refere a uma preocupação explícita quanto à proteção, conservação e uso dos recursos naturais e do meio ambiente. Essas políticas, expressas na legislação e na organização institucional correspondente, definem os instrumentos de intervenção do Estado na administração dos recursos e da qualidade do meio ambiente;

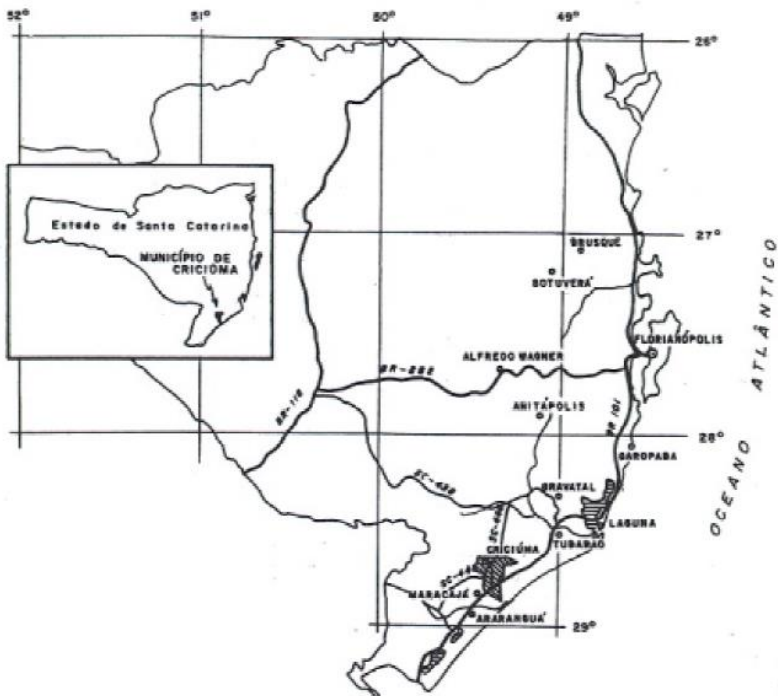
Na política ambiental de uma organização deve estar incluído o cumprimento dos requisitos legais e compromissos voluntários. Também deve constar os requisitos referentes à prevenção à poluição, à melhoria contínua na performance ambiental, incluindo áreas que não estão sujeitas à regulação e também o compartilhamento de informações da performance ambiental e da operação do Sistema de Gestão Ambiental com a comunidade (STAPLETON et al, 2001).

## **4. Metodologia**

### **4.1 Caracterização da Área de Estudo**

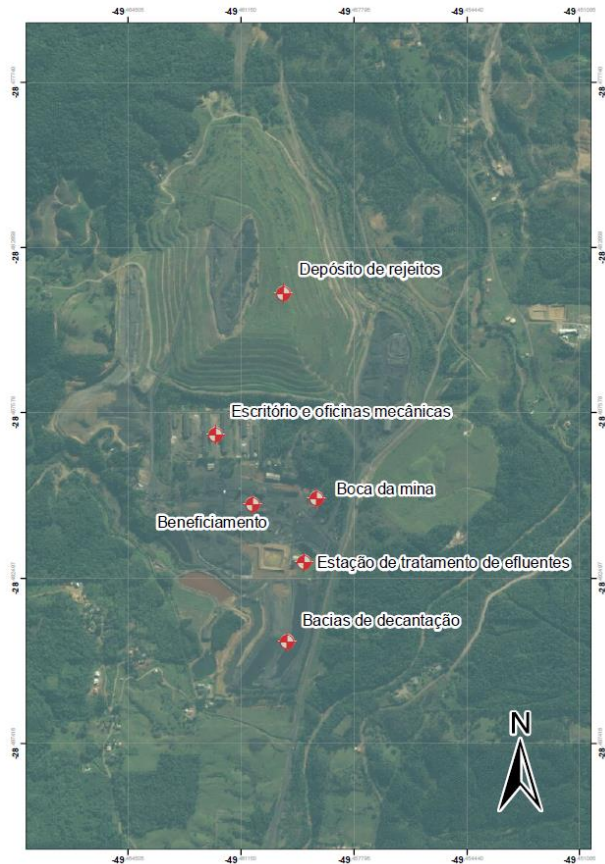
A carbonífera em estudo está situada na Bacia Carbonífera Sul Catarinense, e localiza-se no município de Treviso, Santa Catarina.

Conforme ilustrada na Figura 5, a Bacia Carbonífera Sul Catarinense estende-se das proximidades de Araranguá – Arroio Silva, no litoral ao sul, até as cabeceiras do rio Hipólito, ao norte. No limite oeste, atinge Nova Veneza e, a leste, a linha natural de afloramento vai até Lauro Müller e Brusque do Sul. A bacia possui um comprimento conhecido de 95 km e uma largura média de 20 km (CETEM, 2001).



**Figura 3: Mapa de Localização da Região Carbonífera de Santa Catarina. (CETEM, 2001)**

A distribuição espacial dos setores da carbonífera em estudo estão representados na figura 6, que foi elaborada através de um software de geoprocessamento SIG (Sistema de Informação Geográfica). A definição dos setores foi elaborada através de visitas técnicas e entrevistas com os membros das equipes.



**Figura 4: Mapa dos setores do empreendimento.**

#### **4.2 Definição da Composição do Sistema de Gestão Ambiental Implementado**

A definição da estrutura do SGA da carbonífera estudada foi desenvolvida a partir dos dados recebidos pela empresa, sendo eles cópias de certificados, licenças ambientais, registros fotográficos, entrevistas com os membros da equipe e visitas a campo. Durante as visitas, foram tiradas diversas fotografias da empresa com o enfoque na temática do SGA. Após o recebimento dos dados, foi elaborada uma seleção dos aspectos que se destacaram no escopo deste trabalho.

As atividades na frente de trabalho, que se enquadram no contexto da manutenção do SGA, foram identificadas através de visitas técnicas, sendo visitados os setores de separação de resíduos sólidos, beneficiamento e transporte do carvão, assim como a frente de trabalho no subsolo. Por sua vez, o histórico da evolução do SGA foi desenvolvido por meio do estudo dos relatórios fornecidos pela empresa, sendo eles provenientes de auditorias externas e internas.

### **4.3 Dimensão Ambiental do Empreendimento**

A caracterização da dimensão ambiental foi efetuada através da consulta dos estudos de impacto ambiental e relatórios recebidos pela empresa, conjuntamente com visitas de campo. A matriz de aspectos e impactos ambientais fornecida pela empresa também complementou essa caracterização, pois nela constam as relações entre as atividades (aspectos) e seus potenciais impactos. Os seguintes aspectos ambientais foram abordados:

- a) emissões atmosféricas;
- b) lançamentos em corpos d'água;
- c) lançamentos no solo e degradação da superfície;
- d) uso de matérias-primas e recursos naturais;
- e) uso da energia;
- f) energia emitida, por exemplo, calor, radiação, vibração;
- g) resíduos e subprodutos.

### **4.4 Identificação de Possíveis Melhorias do Sistema de Gestão Ambiental**

A identificação das possíveis melhorias do SGA implementado pela empresa foi desenvolvido através da interpretação dos dados recebidos pela empresa, conversas com membros da equipe e estudo de relatórios de empresas concorrentes, em conjunto com uma análise das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, utilizando-se para tanto o método SWOT.

## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1 Elementos do SGA da Empresa**

A carbonífera em estudo atua no ramo da mineração e beneficiamento do carvão mineral, com uma produção de 100 a 120 mil t/mês de carvão Run of Mine (carvão lavrado) e de 1.200 t/mês de Concentrado Piritoso (informações retiradas de auditorias).

A empresa iniciou seus processos de adequações ambientais no ano de 2007 devido às exigências do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), da Fundação do Meio Ambiente (FATMA) e do Ministério Público do Estado de Santa Catarina (MPSC). Estes órgãos celebraram em conjunto com a empresa um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado no ano de 2005. Entre as diversas exigências presentes no TAC, destaca-se a Complementação do Sistema de Gestão Ambiental – SGA, atendendo integralmente a norma NBR 14.001. Esse compromisso abrange todas as atividades operacionais, sendo estas:

- lavra de carvão em subsolo, beneficiamento e deposição de rejeitos;
- transporte rodoviário de carvão mineral;
- blendagem e embarque ferroviário de carvão mineral;
- recuperação dos passivos ambientais.

Essas atividades de mineração demandam adequações pertinentes às licenças ambientais expedidas pela FATMA/SC, pelo Código de Mineração e pela Norma Reguladora de Mineração – NRM / Ministério de Minas e Energia. Para lidar com o gerenciamento dos requisitos legais, a empresa dispõe de um sistema de gestão integrado que auxilia a equipe no controle da documentação, indicando através de um calendário informativo as validades das licenças e certificados. Neste sistema também estão contidos os documentos que identificam os aspectos ambientais, requisitos legais, assim como as instruções de trabalho a serem realizados, objetivos, metas e programas de melhoria contínua.

Esta implementação da gestão integrada dos documentos trouxe grande benefício no cumprimento de prazos, pois antes da sua implementação, no ano de 2014, o controle era feito de forma manual, sendo ele vulnerável a erros. Com esse controle automatizado os funcionários passaram a receber avisos automáticos dos prazos a serem

cumpridos, facilitando as tomadas de decisão voltadas à manutenção do SGA.

Uma das diretrizes descritas na norma ISO-14001 é a elaboração de uma Política Ambiental. Seguindo essa orientação, a carbonífera elaborou uma tabela de itens ambientais que compõem a Política Integrada da Empresa. Nessa matriz constam os objetivos gerais e específicos, com os seus planos de ações relacionados para o ano de 2015. A tabela 1 esquematiza a estrutura política da empresa, e nela pode-se notar que a empresa possui uma Política Ambiental explicitamente definida que abrange o comprometimento com a busca pela melhoria contínua, o atendimento aos requisitos legais, a prevenção à poluição dos ativos e recuperação de passivos ambientais.

**Tabela 1: Quadro estrutural da Política Ambiental. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

<b>Política Integrada - Itens Ambientais</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Programas</b>
<b>Assegurar a melhoria contínua dos processos nas áreas de saúde, segurança, meio ambiente e qualidade.</b>	Melhorar continuamente os processos com foco no desempenho das ações do SGA.	Desenvolver ações de melhoria ambiental dos processos a partir de dados técnicos, estudos e sugestões de colaboradores e demais partes interessadas.	<u>Plano de Ação 1</u> <u>Melhorias Ambientais</u>
		Prover instalações e recursos adequados aos processos visando à prevenção de impactos ambientais significativos.	<u>Plano de Ação 2</u> <u>Provisão de Recursos</u>
		Utilizar os recursos naturais (RN) e energia de forma racional e com responsabilidade ambiental	<u>Plano de Ação 3</u> <u>Racionalização RN</u>
<b>Atender à legislação e demais requisitos</b>	Garantir que os requisitos legais e das partes interessadas sejam atendidos	Manter a legislação ambiental atualizada e seus requisitos legais (RL) atendidos	<u>Plano de Ação 4</u> <u>Atendimento aos RL</u>
		Responder prontamente as solicitações das partes interessadas garantindo a confiança e a satisfação.	
<b>Prevenir a poluição, através do controle de seus principais aspectos e impactos ambientais, especialmente em relação à água e solo;</b>	Não poluir as águas o solo e o ar a partir das atividades operacionais dos processos	Não poluir as águas superficiais e subterrâneas a partir dos efluentes dos processos de extração e beneficiamento do carvão, mantendo a qualidade dos efluentes lançados dentro dos padrões estabelecidos na legislação.	<u>Plano de Ação 6</u> <u>Preservação do SAA</u>
		Não poluir o solo a partir de resíduos dos processos.	
		Preservar áreas não contaminadas pelos rejeitos de carvão e resíduos dos processos de manutenção e serviços, evitando a contaminação direta do solo	
		Buscar a melhoria da qualidade do ar através do controle das emissões de veículos, máquinas e da redução de poeiras nos acessos internos.	
<b>Reabilitar as áreas anteriormente degradadas</b>	Recuperar áreas dos passivos ambientais conforme projetos aprovados	Concluir no prazo as recuperações dos passivos ambientais (PA) de nossa responsabilidade	<u>Plano de Ação 5</u> <u>Recuperação de PA</u>
<b>Proporcionar qualificação aos seus colaboradores</b>	Conscientizar os funcionários para que desempenhem suas atividades respeitando o meio ambiente e evite a poluição.	Garantir que todos os funcionários, recebam treinamentos periódicos e que sejam integrados em suas funções prontamente a suas contratações.	<u>Plano de Ação 7</u> <u>Educação e Treinamento</u>



A seguir, estão apresentados por meio de tabelas os quadros estruturais de cada plano de ação citado anteriormente, listados na Política Integrada de Meio Ambiente. Vale ressaltar que a empresa investe mensalmente em torno de 600 mil reais na manutenção do seu SGA implementado, possuindo planos para a implementação das melhorias, provisão dos recursos necessários e sua racionalização, cumprimentos legais, recuperação dos passivos ambientais, preservação do meio ambiente e treinamento da equipe, inserindo as diretrizes do ciclo de melhoria contínua contidas na norma ISO-14001 na composição do seu SGA.

**Tabela 2: Plano de ação para implementação de melhorias no SGA. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de Ação 1 - Melhorias Ambientais			
Ações / Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Realizar estudo para definir as possibilidades de aproveitamento do lodo para geração de energia.	Testar a queima do rejeito PCS < 2100 e do Lodo PCS < 2500 kcal/kg	dez/15.	Estudo realizado e resultado negativo. Novo estudo em andamento na Espanha.
Aumentar o aproveitamento do carvão.	Realizar testes de flotação para o aproveitamento de carvão do lodo do tratamento de efluente.	dez/15	Realizado teste piloto flotador ERIEZ e em andamento reativação das células de flotação existente.
Promover a integração dos colaboradores e a melhoria operacional.	Implantar rotina de seminários de redução de custos nos setores, iniciando com os operadores dos Lamelas.	dez/15	Realizado o primeiro seminário abordando a redução de custos no DM. A CTE em execução propiciará a implantação das ações mais significativas de redução de custos.

**Tabela 3: Plano de ação para provisão de recursos para o SGA. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de Ação 2 - Provisão de Recursos para o SGA			
Ações / Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Implantar sistema de monitoramento remoto do processo de tratamento de efluentes (DAM e Beneficiamento)	Implantação de um sistema central de monitoramento (sala de operação) utilizando sensores de pH, Turbidez, Condutividade	dez/15	Aguardando CTE-Central de Tratamento Efluente
Melhorar o controle de documentos e a análise dos monitoramentos ambientais no SGA.	Implantar um Software, gerenciando melhor os controles existentes e facilitando a análise crítica dos pontos de monitoramento.	dez/15	Iniciado e implantação

**Tabela 4: Plano de ação de produção mais limpa. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de ação 3 - Racionalizar Recursos Naturais			
Ações / Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Melhorar Eficiência do Sistema Elétrico, otimizando dimensionamento dos motores elétricos onde possível;	Fazer estudo e levantamento da demanda e carga instalada identificando possibilidade de melhorias e adequação.	dez/15	Contratado profissional para realizar o estudo (em andamento)
Reduzir os gastos quanto à energia elétrica, coleta seletiva e desperdício de água.	Discutir na reunião de análise crítica		Assunto discutido na reunião e registrado
Reduzir o uso de neutralizante no tratamento de efluente.	Apresentando justificativa técnica aos órgãos fiscalizadores e/ou desenvolver um novo processo de tratamento	dez/15	Levado ao conhecimento do DNPM /SIECESC / GTA / Realizado experimento para remoção do manganês em pH abaixo de 9 (negativo). Novas ações para remoção do manganês em curso

**Tabela 5: Plano de ação para o atendimento aos requisitos legais. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de ação 4 - Atendimento aos Requisitos Legais			
Ações/ Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Participar dos eventos ambientais direcionados ao setor carbonífero	Acompanhando agendas dos eventos SIECESC e outras entidades	Contínuo	Participação na reunião sobre a recuperação de carvão via flotação. Participação na reunião do SIECESC referente às Bacias de decantação
Participar das reuniões do Grupo Técnico de Assosseramento (GTA)	Cumprir agenda do MPF	Sob demanda MPF	Reuniões ordinárias trimestrais e convocações
Elaborar procedimento de atendimento as reclamações dos superficiários	Elaborar procedimento / formulário para registro das reclamações e seus respectivos pareceres.		Elaborado fluxograma de atendimento e definido o procedimento de atendimento

**Tabela 6: Plano de ação nas atividades de recuperação de passivos ambientais. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de ação 5 - Recuperação de Passivos Ambientais			
Ações / Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Recuperar a área de passivo - 81 hectares	Cronograma		Em andamento
Recuperar a área de passivo (Bocas de Mina Abandonadas) - 74 bocas	Cronograma		Em andamento
Recuperar a área de passivo - 20 hectares	Cronograma		Aguardando MPF
Recuperar a área de passivo - 13 hectares	Cronograma		Aguardando MPF
Garantir o estágio de recuperação dos passivos ambientais.	Continuar executando os monitoramentos periódicos.	Contínuo	

**Tabela 7: Planos de ações para preservação do meio ambiente. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de ação 6 - Preservação do Solo, Água e Ar			
Ações / Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Reduzir a quantidade de lodo que vai para as bacias e posteriormente para o depósito. Diminuir o número de viagens em 25%	Instalar unidade de desague de lodo (filtro prensa)	dez/15	Filtro prensa trabalhando provisoriamente
	Aumentar o espessamento do lodo nas bacias A e B	dez/15	Instalada caixa floculadora para teste inicial na bacia A
Desviar as águas incidentes nas áreas recuperadas, reduzindo a geração de efluente contaminado.	Implantar meio fio nas áreas recuperadas no pátio do lavador	dez/15	Instalado meio fio nas vias de acesso contíguas as áreas recuperadas
	Cobrir as áreas contaminadas e drenando para os canais de água sem contaminação	01/12/2016 / exceto novo depósito	Redução de 60 ha dos 125 ha de área / processo contínuo
Recuperar áreas de pátios	Levantar área em desuso pelas áreas operacionais	dez/15	Levantado aproximadamente 65 ha
	Cobrir áreas em desuso e desviar as águas da chuva	dez/15	Redução de 60 ha dos 125 ha de área / processo contínuo
Melhorar a disposição do final da bacia de clarificação, visando à prevenção em casos de emergência.	Fechar aproximadamente 500m <sup>2</sup> no final da bacia para seja alcalinizada e se necessário descartada		Executada o dique / iniciado teste de tratamento

**Tabela 8: Planos de ação para treinamento da equipe. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

Plano de ação 7 - Educação e Treinamento do Pessoal			
Ações / Meta	Como Implementar	Prazo Previsto	Status
Mantem a competência do pessoal com base no requisito profissional da atividade ocupada	Acompanhar cumprimento do requisito estabelecido pelo SGA / matriz de treinamento	Rotina	Atualização de rotina
Estudar a redução do consumo de energia elétrica em 30%, proveniente do aquecimento de água dos banheiros mineiros	Verificar a viabilidade técnica e econômica de utilizar o aquecedor solar para água de chuveiro nos banheiros	Nov./14	Levantamento de dados no inverno de 2015, em andamento
Reduzir em 10 % a captação de água do rio	Utilizar a água tratada da ETE na lavagem dos veículos, máquinas, peças, banheiros, substituindo pelo uso de água industrial.	Jun./14	Tanque instalado e operando
Programar e desenvolver treinamentos necessários	Programar anualmente os treinamentos	Contínuo	Realizado
Otimizar o funcionamento das bombas controladas pela, garantindo o monitoramento 24h.	Implantar o Sistema Remoto para Monitoramento das Bombas.	Dez/15	Realizado um teste piloto que funcionou parcialmente. Programado instalar na CTE
Repassar aos funcionários a Política Ambiental da empresa, dos objetivos ambientais e sua contribuição para o alcance das metas.	Utilizar o programa de integração (novo) e as mídias que a empresa dispõe; jornal, home page, mobilizações / monitor e auditorias internas para avaliar / reuniões com a engenharia / Diretor	Dez/15	Esta previsto no programa de integração / jornal / home page /
Promover a conscientização dos colaboradores.	Utilizar as datas comemorativas: meio ambiente, jornal da empresa, home page, reunião diária com a engenharia / direção / palestras de mobilização / mídia no monitor utilizado para informações aos funcionários.	Contínuo	Jornal bimestral com página dedicada / home page / monitor com informações diárias /

## 5.2 Dimensão Ambiental da Empresa

Por meio da análise dos dados, percebeu-se que os muitos anos de ausência de um Sistema de Gestão Ambiental na carbonífera ocasionaram uma série de questões ambientais a serem resolvidas. Através dos documentos recebidos pela empresa e de estudos do histórico do empreendimento, foi elaborado um quadro estrutural da matriz de aspectos e impactos ambientais.

Devido à grande quantidade de aspectos documentados, foram selecionados, neste trabalho, apenas os dados considerados relevantes em relação aos seus correspondentes impactos. Cada aspecto foi categorizado através do produto das notas atribuídos à duração (tempo), extensão (dimensão) e magnitude (importância). A seguir, é apresentada essa matriz (tabela 9):

**Tabela 9: Matriz de aspectos e impactos ambientais. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

MATRIZ DE ASPECTOS X IMPACTOS								
Atividade	Aspecto	Impacto	D	E	M	Nota	Situação	MEDIDA DE CONTROLE
Detonação	Vibrações	Danos na Estrutura	5	5	5	125	Anormal	Vistoria pré mineração
		Avarias na Superfície	5	2	5	50		
		Alteração na Qualidade da Água	4	4	4	64	Normal	CTE
	Geração de Efluentes Contaminados (água)	Acidificação do Solo	4	4	4	64	Normal	CTE
		Polição do Solo	4	4	4	64		
		Alteração na Qualidade da Água	5	4	4	80		
Ameaça a Vida Aquática	4	4	4	64				
Usina de Moagem e Secagem de Carvão Mineral	Emissão de Efluentes Atmosféricos	Polição do Ar	4	4	4	64	Normal	Monitoramento das Emissões
	Incêndios	Polição do Ar	4	5	5	100	Anormal	Brigada de Incêndio
			5	5	5	125		
	Emissão de Efluentes Atmosféricos	Polição da Água	3	4	4	48	Normal	CTE
Vazamento de Óleo dos Transformadores	Polição do Solo	5	5	5	125	Anormal		
Lavação de Peças	Geração Resíduos Classe I	Polição do Solo	4	4	4	64	Normal	CTE
		Polição da Água	4	4	4	64		
	Caixa Separadora Água e Óleo	Polição da Água	4	4	4	64	Normal	
		Polição do Solo	4	4	4	64		
	Geração de Resíduos - Óleo	Polição do Solo	5	3	5	75	Normal	
			4	5	5	100		
	Geração de Efluentes Contaminados	Polição da Água	4	5	5	100		
			5	5	5	125		
	Geração de Resíduos - Lâmpadas Fluorescentes	Polição do Ar	5	5	5	125		
			5	5	5	125		
Incêndios	Polição do Ar	5	5	5	125	Emergencial	Brigada de Incêndio	
		5	5	5	125			
Geração de Resíduos - Óleo	Polição do Solo	5	5	5	125	Normal	CTE	
		5	5	5	125			
Rampa de Lavação e lubrificação	Geração de Efluentes Contaminados	Polição do Solo	5	5	5	125	Normal	CTE
			5	5	5	125		
	Geração de Lodo da Lavação	Polição do Solo	5	5	5	125	Normal	CTE/Depósito de Rejeitos
			5	5	5	125		
	Geração de Resíduos Classe I - Pilhas, Baterias, Telhas de Fibrocimento, etc)	Polição da Água	4	4	4	64	Normal	CTE
			4	4	4	64		
	Incêndios	Polição do Ar	5	5	5	125	Emergencial	Brigada de Incêndio
	Derramamento de Carvão nos Trilhos	Polição do Solo	4	4	4	64	Anormal	Retirada do material
			4	4	4	64		
	Geração de Lodo	Polição do Solo	4	4	4	64	Normal	Depósito de Rejeitos
			4	4	4	64		
	Geração de Resíduos Classe I (óleo e Lâmpadas Fluorescentes)	Polição do Solo	5	4	5	100	Normal	CTE
			5	5	5	125		
4			4	4	64			
Incêndios	Polição do Ar	5	5	5	125	Emergencial	Brigada de Incêndio	
		4	4	4	64			

	Incêndios e Explosão	Poluição do Ar	5	5	5	125	Emergencial	Brigada de Incêndio
Fechamento de Mina	Geração de DAM	Poluição do Solo	4	4	5	80	Normal	CTE
		Poluição da Água	5	5	5	125		

**Legenda:**

**D** - Duração= 1 a 5 (tempo)

**E** - Extensão= 1a 5 (área)

**M** - Magnitude= 1a 5 (importância)

**Nota** = D x E x M

**CTE:** Central de tratamento de efluentes

Os indicadores de desempenho ambiental servem como um diagnóstico do SGA da empresa. Por meio do histórico dessa análise, foi possível definir em quais dimensões ocorreram ganhos ou perdas de desempenho ambiental, auxiliando o gerente nas suas tomadas de decisão. Os dados da tabela 10 foram fornecidos pela empresa e nela constam os indicadores de desempenho ambiental do empreendimento.

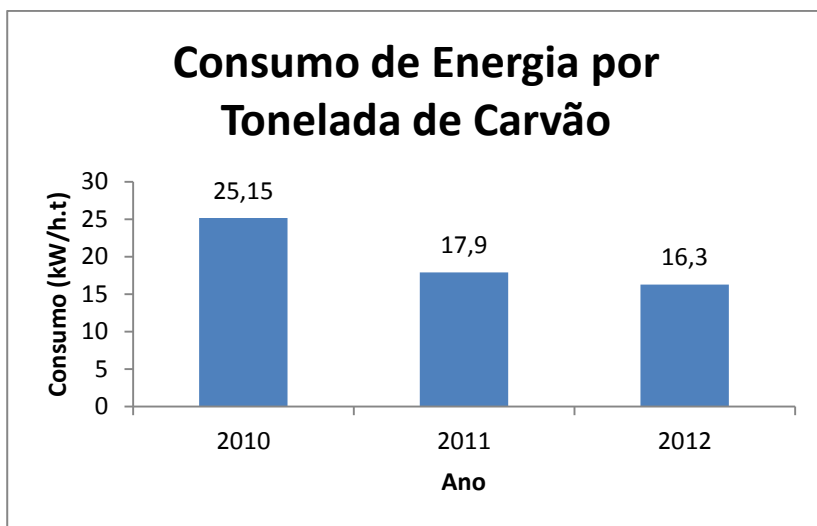
**Tabela 10: Indicadores de desempenho ambiental. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

INDICADORES/AÇÕES AMBIENTAIS		RESULTADO	2010/2011	2011/2012
1	Índice de Consumo de Energia Elétrica	Média de 2010 (25,15) - Média de 2011 (17,9) - Média de 2012 (16,3) kW/h por Tonelada	-29%	-9%
2	Índice de Consumo de Água Captada do Rio	Média de 2010 (0,47) - Média de 2011 (0,41) - Média de 2012 (0,36) Litros por Tonelada	-13%	-12%
3	Índice de Consumo de Óleo Hidráulico	Média de 2010 (0,20) - Média de 2011 (0,17) - Média de 2012 (0,08) Litros por Tonelada	-15%	0%
4	Índice de Geração de Resíduo Classe I	Média de 2010 (0,014) - Média de 2011 (0,011) - Média de 2012 (0,014) Quilograma por Tonelada	-21%	27%
5	Índice de Consumo de Toalha Industrial	Média de 2010 (12,8) - Média de 2011 (11,4) - Média de 2012 (13) Toalhas por Funcionário	-11%	14%
6	Índice de Hora de Treinamento	Média de 2007 (0,9%) - Média de 2008 (1,3%) - Média de 2009 (0,9%) - Média de 2010 (1,1%) - Média de 2011 (1,6%) - Média de 2012 (1,1%) das Horas Úteis	45%	-31%

Nota-se uma grande evolução na redução do consumo de energia elétrica por tonelada de carvão lavrado, o que indica uma redução de 8,85 kilo Watt/hora por tonelada de carvão extraído, entre os anos de 2010 e 2012. Essa redução de consumo de energia elétrica seria o suficiente para abastecer durante o período de um mês uma população de 438 habitantes, com um índice de consumo médio de 2.422 kW/h por habitante (cálculo realizado através dos dados contidos no anuário estatístico energético de 2014 do estado de Santa Catarina). Levando-se

em conta que a empresa extrai em média 120.000 toneladas de carvão bruto mensalmente, isto resultaria em uma economia na ordem de 1.062.000 kilo Watt/hora mensais, como mostra a figura 5. Essa redução de energia foi alcançada através da manutenção e substituição de máquinas que apresentaram eficiência abaixo do normal.

Essa “política” de melhoria da eficiência é evidenciada pelo ganho no índice de consumo de óleo hidráulico entre os anos de 2010 e 2012, que baixou de 0,20 litros por tonelada de carvão lavrado para 0,08 litros por tonelada.



**Figura 5: Consumo de energia por tonelada de carvão lavrado.**

Já a redução do índice do consumo médio de água captada do rio nas operações de extração de carvão, entre os anos de 2010 e 2012, foi de 0,11 litros por tonelada de carvão lavrado.

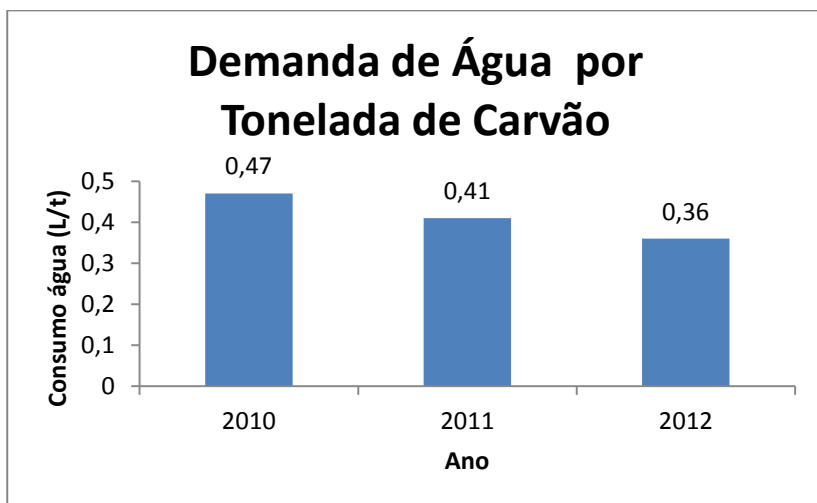
Essa redução foi atingida graças as implementações de melhorias na racionalização da água, sendo elas:

- Operação da usina em circuito fechado de efluentes e reutilização dos efluentes líquidos na etapa de beneficiamento



- Captação e destinação da água de pior qualidade originária de efluentes do subsolo e da drenagem local para o uso nos processos de beneficiamento

Essas medidas implementadas possibilitaram a redução mensal de 43,2 metros cúbicos de água captada dos rios por tonelada de carvão lavado. A figura 6 demonstra a redução no índice de consumo de água da carbonífera em estudo.



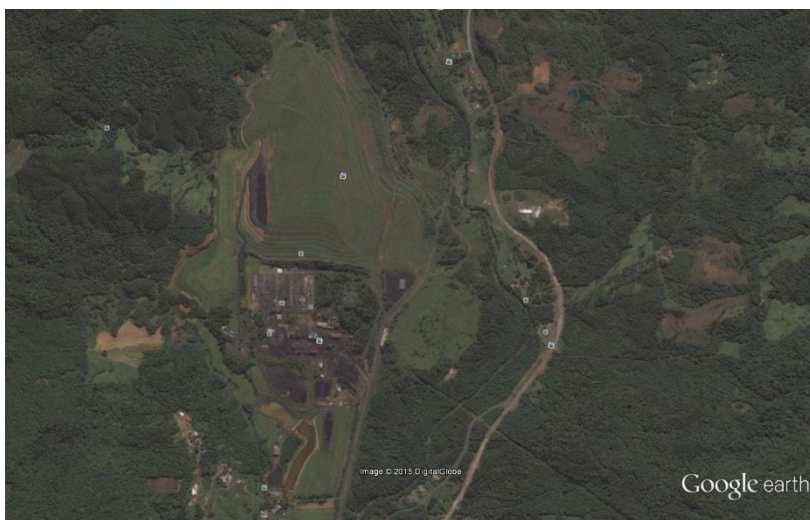
**Figura 6: Demanda de água por tonelada de carvão lavado.**

A evolução da recuperação das áreas sujeitas aos passivos ambientais gerados pela empresa está demonstrada nas figuras 5 e 6, através das imagens de satélites dos anos de 2005 e 2015. Pode-se observar a grande área recuperada após as ações implementadas pelo SGA da empresa. Anteriormente os rejeitos ficavam expostos à céu aberto, fazendo com que as águas pluviais do pátio da carbonífera fossem enviadas aos rios próximos com altas concentrações de sulfetos e metais dissolvidos, fato esse causado pela lixiviação desses rejeitos. Para lidar com essa situação foram construídas calhas de drenagem que isolam, em um circuito fechado, toda a água escoada no pátio da

carbonífera, sendo elas posteriormente usadas no processo de beneficiamento.



**Figura 7: Área do empreendimento no ano de 2005. Fonte: Google Earth Pro®**



**Figura 8: Área do empreendimento no ano de 2014. Fonte: Google Earth Pro®**

### 5.3 Conjetura de Melhorias do Sistema de Gestão Ambiental

A matriz SWOT abaixo lista os fatores internos e externos da empresa referentes ao SGA implementado. Esse quadro de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças foi estruturado por meio dos dados fornecidos pela empresa.

**Tabela 11: Matriz SWOT da carbonífera. Dados fornecidos pela empresa e adaptados pelo autor.**

	Fatores Internos	Fatores Externos
Positivos	<b>Forças</b> Suporte financeiro para cumprimento da política ambiental da empresa. Atendimento às demandas sem ocorrência de multas ou ameaças de paralisação da atividade mineira. Equipe envolvida com as questões ambientais da empresa. Bom relacionamento com as partes interessadas. Cooperação entre todas as áreas da empresa. Monitoramento ambiental. Estações de tratamento devidamente equipadas.	<b>Oportunidades</b>  Linhas de crédito subsidiadas para elaboração de projetos ambientais.  Surgimento de novos negócios a partir do reaproveitamento dos rejeitos.
	Negativos	<b>Fraquezas</b> Automação dos processos de tratamento dos efluentes. Marketing ambiental. Custo operacional. Grande área de contribuição de drenagem ácida de mina (DAM). Capacitação dos auxiliares e operadores das estações de tratamento. Emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE)

Através da interpretação das fraquezas e ameaças identificadas pela equipe de meio ambiente da empresa, foi elaborada a conjectura de ações para um cenário otimista do mercado de carvão energético.

Segundo dados emitidos pela ONU em 2014, estima-se que até o ano de 2100 a emissão dos gases do efeito estufa (GEE) deverá ser extinguida a fim de evitar possíveis mudanças climáticas irreversíveis a nível global.

Considerando essa hipótese, no contexto do SGA da empresa surge a ideia de implementar uma ferramenta de controle dos GEE emitidos pela empresa na composição do SGA. Como ponto de partida recomenda-se quantificar as emissões de gases de efeito estufa, provenientes das operações diretas e indiretas da carbonífera, como: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoreto de enxofre.

Esta tarefa envolve a identificação de fontes de emissão, coleta de dados por fonte emissora e interpretação desses dados através do cálculo das emissões. Com o objetivo de exemplificar apenas um desses principais gases, e servindo como uma ferramenta de gestão ambiental, foi calculado de forma genérica um valor estimado da emissão do gás

metano, baseado na atividade de lavra média mensal do empreendimento. Sendo ele:

$$Emissão_{CH_4} = \text{Produção de Carvão} \left( \frac{\text{ton}}{\text{ano}} \right) \cdot \text{Fator de Emissão} \left( \frac{\text{m}^3 \text{ metano}}{\text{ton Carvão}} \right)$$

Utilizando um valor estimado de produção anual de carvão igual a 1,44 milhões de toneladas e considerando-se um fator de emissão nível 1 igual a 10 m<sup>3</sup> de metano por tonelada, IPCC (1996) chegou-se no valor emitido de 14.400 m<sup>3</sup> anuais. Totalizando 9504 toneladas de metano emanadas para atmosfera todos os anos oriundas diretamente da rocha extraída.

Essa ferramenta poderia ser utilizada no entendimento, quantificação e gerenciamento das emissões dos GEE, fazendo com que a empresa participe e tenha acesso aos instrumentos e padrões de qualidade internacionais do mercado industrial global. Além disso, essas informações caberiam em relatórios com fins de obtenção de subsídios na elaboração de projetos e aumento da valoração das ações da empresa, incluindo a posterior venda das Reduções Certificadas de Emissões (RCEs).

A implementação de uma ferramenta de gestão com enfoque na emissão dos GEE pela empresa também pode servir como promoção de marketing, trazendo ganhos em competitividade de mercado e atraindo investimentos.

## 6. Conclusão

Através da realização do presente trabalho concluiu-se que:

- A empresa cumpriu com as exigências ambientais firmadas no Termo de Ajustamento de Conduta referentes às atividades de lavra de carvão em subsolo, beneficiamento e deposição de rejeitos; transporte rodoviário de carvão mineral; blendagem e embarque ferroviário de carvão mineral; recuperação dos passivos ambientais. E busca a melhoria contínua nos processos efetuando a manutenção constante do seu SGA.
- Apesar da grande magnitude da demanda de recursos hídricos e energéticos, a empresa buscou e atingiu a redução significativa dos mesmos, consolidando a diminuição dos seus impactos.
- Foram implementadas ferramentas funcionais de monitoramento que serviram como comprovação dos ganhos em desempenho ambiental, quando essa foi necessária para obtenção da renovação da certificação do selo ISO-14001.
- O empreendimento possui capacidade de beneficiar-se de outras atividades, como a inserção no mercado de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), visto que a empresa contribui para a sustentabilidade ambiental local, desenvolve condições de trabalho e distribuição de renda. Da mesma maneira que poderia adiantar-se aos futuros planos de implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima.

## 7. Glossário

***Desempenho Ambiental:*** Resultados mensuráveis da gestão de uma organização sobre seus aspectos ambientais (ABNT, 2004).

***Fim de Tubo:*** Tecnologias que atuam após a geração dos resíduos (ANDRADE, 2001).

***Produção Mais Limpa:*** Produção Mais Limpa (PML ou P+L) é a aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a ecoeficiência e

reduzir os riscos para o homem e para meio ambiente. Aplica-se a processos produtivos, a produtos e a serviços (UNIDO/UNEP, 2003).

**Sistema de Gestão Ambiental (SGA):** O sistema de gestão ambiental assegura o envolvimento de toda a empresa com a melhoria contínua, através de programas na área de meio ambiente, como a Produção Mais Limpa, que provê métodos de análise dos impactos e propõe soluções econômicas, técnica e ambientalmente viáveis no caminho da “ecoeficiência” dos processos industriais (HALL, 2010).

**Melhoria Contínua:** A melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização (BESSANT, 1994).

**Política Ambiental:** Declaração de uma organização expondo suas intenções e princípios em relação ao seu desempenho ambiental global, que prevê uma estrutura para ação e definição de objetivos e metas ambientais (CREMONESI, 2000).

## 8. Referências Bibliográficas

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001 sistemas da gestão ambiental – requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro, 2004. 27 p.

ALBUQUERQUE, G. de A. S. C. de. et al. **Indústria carbonífera brasileira: conveniência e viabilidade.** Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995

ALMEIDA, J.R., MELLO, C. S., CAVALCANTI, Y. (2004). **Gestão Ambiental: Planejamento, Avaliação, Implantação, Operação e Verificação.** 2<sup>a</sup> ed., ver. E atualizada. Rio de Janeiro: Thex Ed.

BESSANT, J. CAFFYN, S. **High involvement innovation through continuous improvement.** International Journal of Technology Management, v. 14, n. 3, p. 7-28, 1997.

BISHOP, P. L. (2000). **Pollution Prevention: Fundamentals and Practice**. 1<sup>st</sup> ed.

BOIRAL, O. **ISO 9000, outside the iron cage**. Organization Science, v. 14, n. 6, p. 720-737, 2003. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.14.6.720.24873> Acesso em 15 junho 2015.

BOIRAL, O. **Corporate greening through ISO 14001: a rational myth?**. Organization Science, v. 18, n. 1, p. 127 146, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1060.0224> Acesso em 15 junho 2015.

CAMACHO, M. A. G. **Modelo para Implantação e Acompanhamento de Programa Corporativo de Gestão de Energia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

CETEM. CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Projeto Conceitual para Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense** [CDROM]. Rio de Janeiro, V1. 78p. 2001.

CREMONESI, V. **Guia prático de certificação e manutenção do sistema de gestão ambiental**. Ed. Tocalino, São Paulo, 2000, 135 p.

DE LUCA, F. J. **Modelo Cluster Eco-Industrial de desenvolvimento regional: o pólo da mineração do carvão no sul de Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GAVRONSKI, J. D. **Carvão mineral e as energias renováveis no Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

HALL, Eveline de Magalhães Werner; Alencar Garcia Bacarji; Rosemar José. Monografia (Especialização em Produção Mais Limpa) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, 2010.

IBRAM. **Meio Ambiente e Mineração**. Distrito Federal. 1992.

KIPERSTOK, A.; FERNANDES, J.V.; GONÇALVES, E.; ANDRADE, J.C. **Introduzindo Práticas de Produção mais Limpas em Sistemas de Gestão Ambiental Certificáveis: Uma Proposta Prática**. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 6, n. 3 p. 158-164, jan./set. 2001.

LORA, E. S. **Controle da poluição do ar na indústria açucareira**. Itajubá: Stab, 2000.

MACHADO, C. J.; MAZZALI, L.; SOUZA, M. T. S.; FURLANETO, C. J.; PREARO, L. C. **A gestão dos recursos naturais nas organizações certificadas pela norma NBR ISO 14001**. Produção, v. 23, n. 1, p. 41-51, jan./mar. 2013.

MILIOLI, G. **A abordagem ecossistêmica para a mineração: uma perspectiva comparativa para o Brasil e Canadá**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SANTOS, C. **Prevenção à poluição industrial: Identificação de oportunidades, análise dos benefícios e barreiras**. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

STAPLETON, P. J.; GLOVER, A. M.; DAVIS, P. S. **Environmental Management Systems: An Implementation Guide for Small and Medium-Sized Organizations**. NSF-International, 2ª edição, p. 1-196, Ann Harbor, Michigan: jan. 2001.

UNIDO, UNEP. **Sistema de gestão ambiental e produção mais limpa**. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 43p. (Série Manuais de Produção mais Limpas).



YIN, H.; SCHMEIDLER, P. J. **Why do standardized ISO 14001 environmental management systems lead to heterogeneous environmental outcomes?**. Business Strategy and the Environment Business Stratategy Environment, v. 18, n. 4, p. 469-486, 2009.Disponível em <[http:// dx.doi.org/10.1002/bse.629](http://dx.doi.org/10.1002/bse.629)> Acesso em: 15 junho 2015