

**PROCESSO DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA CARBONÍFERA:
ESTUDO DE CASO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO
AMBIENTAL**

Ítalo Lopes Borges

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof. Aluísio Campos Machado, Ph.D.

Prof. Josimar Ribeiro de Almeida, D.Sc.

Prof. Luiz Fernando Loureiro Legey, Ph.D.

Prof. Mário Valente Possa, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2004

BORGES, ÍTALO LOPES

Processo de Adequação Ambiental na
Indústria Carbonífera: Estudo de caso
sobre a Implantação de um Sistema de
Gestão Ambiental [Rio de Janeiro] 2004
XIV, 126 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ,
M.Sc., Planejamento Energético, 2004)

Tese – Universidade Federal do Rio
de Janeiro, COPPE

1. Carvão Mineral 2. Gestão Ambiental
3. ISO14001

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Luiz Alfredo e Sonia Maria.

E à memória de Juliano Peres Barbosa, DSc.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus orientadores, aos doutores Aluísio Campos Machado e Josimar Ribeiro de Almeida não só pela orientação formal mas também por conselhos pessoais que muito contribuíram para a realização desta tese. Ao Programa de Planejamento Energético na pessoa do coordenador de mestrado o doutor Roberto Schaffer pelo auxílio e atenção, especialmente na resolução de problemas de ordem burocrática e documental e ao corpo de funcionários pela cordialidade e gentileza de sempre. Finalmente aos doutores Luis Fernando Loureiro Legey e Mário Valente Possa, por gentilmente terem aceitado fazer parte da banca examinadora.

Gostaria também de expressar meus agradecimentos ao Centro de Tecnologia Mineral na pessoa do engenheiro metalúrgico Paulo Sérgio M. Soares pelo fornecimento de dados e de valiosas sugestões para a elaboração do presente trabalho. À Carbonífera Criciúma S.A. na pessoa do geólogo Carlos Henrique Schneider pela permissão da realização do estudo de caso, fornecimento de dados e totais cortesia e apoio. Ao Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais/UERJ, na pessoa do biólogo e doutorando Alexandre Santos de Alencar por permitir o uso de computadores e periféricos. Ao engenheiro eletrônico Daniel Levitan, por fornecer assessoria técnica para a resolução de problemas computacionais e na construção do documento. Finalmente, aos advogados Décio Ferreira Neto e Eduardo Fiorito Pereira e ao economista Leandro Guimarães Esteves pela assessoria , empréstimo de material e uso de periféricos.

Resumo da tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**PROCESSO DE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA CARBONÍFERA:
ESTUDO DE CASO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO
AMBIENTAL**

Ítalo Lopes Borges

Março/2004

Orientadores: Aluísio Campos Machado

Josimar Ribeiro de Almeida

Programa: Planejamento Energético

Estudo de caso realizado em uma empresa carbonífera, cujo enfoque reside sobre a evolução da variável ambiental e principalmente descrição e análise do recente processo de implantação da norma NBR ISO14001:1996 referente ao Sistema de Gestão Ambiental – SGA na empresa, apresentando os instrumentos ambientais pré-SGA utilizados pela empresa bem como interpretação e discussão do resultados obtidos da implantação parcial da norma. A partir da proposição constante na norma NBR ISO14001:1996 foi, também, proposto a avaliação da ocorrência de benefícios advindos da implantação da mesma referente a redução de impactos ambientais adversos, redução de custos e melhora da eficiência de processos. Análise de documentos fornecidos da empresa, o uso de questionário estruturados, assim como realização de entrevistas a responsáveis pela implantação do SGA ISO14001 na empresa, são a base de evidências para a realização do estudo de caso. Também foram utilizadas ferramentas quantitativas tanto para

enriquecimento de descrição, análise e interpretação como para proposição de um modelo homomórfico de implantação da norma para outras empresas do setor .

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

PROCESS OF ENVIRONMENTAL ADAPTATION AT THE COAL INDUSTRY: CASE STUDY ABOUT THE IMPLANTATION OF AN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM

Ítalo Lopes Borges

March/2004

Advisors: Aluísio Campos Machado
Josimar Ribeiro de Almeida

Department: Energetic Planning

Case study regarding a coal company, whose focus lies on the evolution of the environmental variable and mainly the description and analysis of the recent process of implantation of the NBR ISO14001:1996 the Environmental Management System – EMS at the company, presenting the pre-EMS environmental tools used by the company as well as the interpretation and discussion of the obtained results from the partial implantation of the norm. From the proposition obtained in the NBR ISO14001:1996 norm, it was also proposed the evaluation of the occurrence of benefits happened from its implantation regarding the reduction of negative environmental impacts, costs reduction and efficiency improvement of processes. Analysis of documents provided by the company, the use of structured questionnaires, as well as the carrying out of interviews to the personnel in charge of the EMS ISO14001 implantation were the basis of evidences to the accomplishment of the case study. It was also used a set of quantitative tools in order to enrich the description , analysis and interpretation as well as to propose a homomorphic implantation model to be used by other coal companies.

SUMÁRIO

Preâmbulo, **1**

Capítulo 1 – O Setor Carbonífero no Brasil, **3**

Seção 1 – Histórico, **3**

Seção 2 – Geologia, **10**

Seção 3 – Lavra e Beneficiamento, **14**

Seção 4 – Recursos e Reservas, **22**

Seção 5 – Produção, **28**

Seção 6 – Consumo e Comércio, **30**

Capítulo 2 – A Empresa em Questão: A Carbonífera Criciúma S.A., **34**

Seção 1 – Contexto Econômico, **34**

Seção 2 – Descrição Geral da Companhia, **39**

Seção 3 – A Variável Ambiental na Empresa, **44**

Sub-seção 1 – Aspecto Organizacional, **44**

Sub-seção 2 – Projetos Ambientais, **46**

Seção 4 – Normas da Série ISO14000 e o Sistema de Gestão Ambiental, **58**

Capítulo 3 – Metodologia de Pesquisa, 62

Seção 1 – Objetivos, 62

Seção 2 – Metodologia de Pesquisa, 63

Seção 3 – Pesquisa Social, 65

Seção 4 – Delineamento da Pesquisa, 66

Seção 5 – A Estratégia, 67

Seção 6 – O Estudo de Caso, 68

Seção 7 – Resumo da Metodologia, 74

Capítulo 4 – Descrição e Análise do Processo de Implantação do SGA, 76

Seção 1 – Fatores Condicionantes, 76

Seção 2 – Descrição de Implantação do SGA na Empresa, 79

Sub-seção 1 – 1^a Etapa: Política Ambiental, 80

Sub-seção 2 – 2^a Etapa: Planejamento, 85

Item 1 – Item 1º : Aspectos Ambientais, 85

Item 2 – Item 2º : Requisitos Legais e Outros Requisitos, 90

Sub-seção 3 – 3^a Etapa: Implementação e Operação, 95

Seção 3 – Recursos Investidos e Parcerias, 97

Capítulo 5 – Resultados e Discussão, 99

Apêndice – Abordagem Introdutória do Uso de Ferramentas Quantitativas, **101**

Seção 1 – Introdução, **101**

Seção 2 – Utilização da teoria dos Grafos: O Modelo PERT/CPM, **102**

Sub-seção 1 – Definição, **102**

Sub-seção 2 – Conceitos Gerais, **103**

Sub-seção 3 – O Algoritmo PERT, **105**

Sub-seção 4 – Aplicação ao Processo de Implantação do SGA, **106**

Sub-seção 5 – Discussão, **112**

Seção 3 – Utilização da Teoria dos jogos, **113**

Sub-seção 1 – Definição e Conceitos Gerais, **113**

Sub-seção 2 – Aplicação, **115**

Sub-seção 3 – Discussão, **118**

Seção 4 – Considerações sobre o Uso das Ferramentas Quantitativas, **119**

Referências, **122**

Preâmbulo

A atividade minerária, como qualquer outra atividade humana, interfere no meio ambiente e se apropria de outros recursos naturais tais como á água, o ar e a vegetação. Toda a mineração inclusive a carbonífera, a céu aberto ou subterrânea, altera o terreno no processo de extração mineral e deposição de estéril e de rejeitos. Além disso, o bem mineral extraído não mais retorna ao local e, sim, fica em circulação e no caso do carvão, sendo utilizado com fonte energética, é considerado bem de consumo , servindo ao homem e a suas necessidades (IBRAM, 1992, p.3-4). Há de se considerar também a ocorrência da não internalização de custos sociais. Custos sociais estes provenientes da poluição da água, visto que sua utilização como insumo e a sua movimentação com diversos fins podem se fazer presentes nas várias etapas e operações de um empreendimento minerário, bem como a poluição do solo, seja pela movimentação de grandes quantidades de solo em curto espaço de tempo alterando e misturando horizontes dos solo e aumentando o teor de contaminantes,como também a poluição do ar através de emissão de gases e particulados pelas chaminés das instalações de beneficiamento causando efeitos adversos sobre a biota , matérias e saúde humana (IBRAM, 1992, p.18, p.36, p.44.). Outro aspecto a ser considerado é o desperdício, que na indústria mineradora se apresenta sob várias formas tais como processamento ineficiente e disposição de rejeitos que é feita de maneira a não levar em consideração seu aproveitamento futuro (IBRAM, 1992, p.5).

Em resposta a situações como o caso da atividade minerária, muitas ferramentas ambientais vem sendo utilizadas, buscando a melhoria da produção e atividades que respeitem os limites de saturação do meio ambiente. Os governos procuraram desenvolver inicialmente, uma legislação ambiental de caráter punitivo, baseado na imposição de normas e controles e de medidas que fomentassem a proteção ambiental. Neste sentido as indústrias responderam com a instalação de equipamentos de controle de poluição (controle de fim de linha), que com o tempo se mostram ineficientes. Pressões para a proteção ambiental continuaram a crescer progressivamente, especialmente sobre o setor produtivo

que culminou em introdução de legislações cada vez mais restritivas, atualmente de caráter preventivo, executado por órgãos ambientais especializados. Assim, uma segunda geração de respostas do setor produtivo aconteceu, principalmente na alteração de processos, a fim de demonstrar sua preocupação com o meio ambiente e ações efetivas colocadas em prática para preservá-lo, com posições pró-ativas e criativas, mudando a prática vigente de posições passivas e reativas antes utilizadas. Contudo, apesar de esforços dedicados ao cumprimento da legislação, a diminuição do impacto na saúde ambiental e a preservação ambiental nem sempre foram alcançadas, e quando acontecia, os custos eram altos e os benefícios algumas vezes questionáveis. Logo, uma terceira geração de respostas começou a se articular, tendo como ponto de partida um gerenciamento ambiental eficaz, culminando na busca de um consenso para a criação de uma norma para gestão ambiental. Em julho de 1996 as principais normas da série ISO14000 – conjunto de normas que visam unificar as diversas metodologias existentes de gerenciamento ambiental e estabelecer os critérios e sistematização de um modelo para a gestão ambiental – foram aprovadas pela ISO, tornando-se uma nova e importante ferramenta para as empresas demonstrarem comprometimento com as questões ambientais (ALMEIDA, J. R. *et al.*, 2000, vii-viii).

Em face do exposto, a presente dissertação procurou contribuir para o melhor conhecimento contemporâneo sobre a relação da atividade minerária, especialmente a carbonífera, com a questão ambiental atual. A dissertação foi elaborada a partir de um estudo de caso único realizado em uma empresa carbonífera, cujo enfoque abrange a evolução da variável ambiental na empresa identificando medidas gerenciais de cunho ambiental e principalmente sobre o acompanhamento e descrição do processo implantação de SGA referente a uma norma da série ISO14000 em andamento na empresa. Neste sentido, foi objeto de estudo a constatação da proposição de que tal sistema, após implantado, promoveria a redução de impactos ambientais adversos, a redução de custos e a melhoria de processos. Finalmente, também foi realizado a proposição de um modelo de implantação que levasse em consideração a experiência obtida para outras empresas do setor carbonífero brasileiro.

Capítulo 1 – O Setor Carbonífero no Brasil

1.1.Histórico

A descoberta do carvão mineral no Brasil data de 1795. A partir deste momento, pesquisadores estrangeiros desenvolveram trabalhos analíticos pioneiros sobre o carvão brasileiro, através do envio de várias amostras para o exterior. Houve, também, o desenvolvimento de inúmeros projetos por parte de empresas de mineração, em fase de formação nos estados sulinos, tendo começado de maneira efetiva a pesquisa e produção de carvão no Brasil (MÜLLER, 1987, p.11).

Os primeiros trabalhos de exploração carbonífera em nosso país ocorreram no século XIX, nas regiões de São Jerônimo, no Rio Grande do Sul, e Lauro Müller, em Santa Catarina. A produção era incipiente, existindo grandes dificuldades de escoamento até pontos de consumo. (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.7). O carvão catarinense foi descoberto em 1822 por tropeiros que desciam a serra do "12", em direção a Laguna. Até 1884 predominavam as pequenas produções, com extração totalmente manual. O transporte do carvão vendável era feito por "carros de boi" até as margens do rio Tubarão, seguindo em canoas até Laguna. Neste ano, entrou em operação um trecho viário ligando Lauro Müller a Imbituba, pertencente à Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina. A lavra do carvão, entretanto, continuava manual e o beneficiamento, quando muito, utilizava as chamadas "escolhedeiras", mulheres que faziam a escolha entre o carvão e a pedra (estéril) (CETEM, 2000, p.5).

Durante a I Guerra Mundial, face ao impedimento da importação do carvão europeu para atender às empresas nacionais de iluminação, gás e ferrovias, a exploração do carvão brasileiro foi incentivada (CETEM, 2000, p.5). Naquela época, era usado para produzir gás nas usinas do Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre. Servia, ainda, para queima nas fornalhas dos navios e locomotivas. Em 1930, ano que marca o início de

grandes transformações políticas, sociais e econômicas no país, a produção brasileira atingia a 350.000 t de produto vendável (ALBUQUERQUE *et al.* 1995 p.7).

Com o Decreto-Lei nº 20.089, de 09.01.31, que estabeleceu a obrigatoriedade do consumo mínimo de 10 % de carvão nacional, iniciou-se um período de 60 anos de proteção estatal à indústria carbonífera. Já naquele ano a produção nacional atingiu 493.000 t. Em 1937 produziram-se 763.000 t. Com o início da II Grande Guerra, em 1939, foi alcançada a marca de 1.000.000 t (ALBUQUERQUE *et al.* 1995, p.8).

Após 1939 é que houve uma política voltada a extração de carvão nacional, em vista das necessidades da época e, devido aos problemas havidos no abastecimento do petróleo em nível mundial. Houve então um crescimento significativo na demanda de carvão mineral em termos de geração de energia elétrica, da indústria local, navegação de cabotagem e estradas de ferro. Quanto ao aspecto tecnológico, estudos sobre as aplicações industriais do carvão sofreram um avanço importante no sentido de viabilizar usos alternativos para o mesmo (MÜLLER, 1987, p.11).

Pelo Decreto-Lei nº 2.667, de 03.10.40, o governo aumentou para 20% a obrigatoriedade de consumo mínimo de carvão nacional. No mesmo ano, a produção subiu para 1.400.000 t (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995 p.8). Tal fato, associado ao advento da II Guerra Mundial, proporcionou um significativo aumento da produção nacional do carvão (da ordem de 300 a 500%), bem como de sua rentabilidade. Ocorreram, paralelamente, melhorias nos setores ferroviário e portuário (CETEM, 2000, p.5).

O carvão com características metalúrgicas, assumiu uma posição de destaque no cenário nacional, tanto no consumo, como no desenvolvimento tecnológico, a partir da instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) (MÜLLER, 1987, p.11). Aliado a isto, a decisão governamental de abastecer a coqueria da CSN com até 50% de carvão metalúrgico nacional provocou um deslocamento do pólo de desenvolvimento da indústria carbonífera para Santa Catarina, onde se localizavam as únicas jazidas conhecidas de

carvão com características coqueificantes. A produção do carvão metalúrgico catarinense implicava na formação de estoques crescentes de um produto secundário – o carvão vapor (ou grosso), hoje denominado de carvão energético – não aproveitado pela indústria siderúrgica Em 1947, a marca de 2.000.000 t foi atingida (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.8). Nessa época entrou em operação o Lavador Central de Capivari, em Tubarão, cuja finalidade era produzir carvão metalúrgico para as coquerias da CSN e carvão grosso para as locomotivas, navios e termelétricas. Observa-se, dessa forma, que a produção de carvão sempre esteve ligado ao desenvolvimento de outros setores econômicos (CETEM, 2000, p.5).

Para cumprir o objetivo estratégico de suprir a indústria siderúrgica com uma parcela de carvão metalúrgico nacional e dar utilização aos crescentes estoques de carvão vapor gerado nos processos de beneficiamento do carvão bruto saído das minas, foi criado o Plano do Carvão Nacional, pela Lei nº 1.886, de 11.06.53, com o objetivo explícito de : “Conjugar as atividades de produção, beneficiamento e distribuição do carvão nacional, a fim de ampliar-lhe a produção e regular o seu fornecimento, reduzir-lhe os preços e melhor aproveitá-lo como combustível e matéria-prima” (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.8).

Para cumprir tal objetivo, foi criada a Comissão Executiva do Plano do Carvão Nacional – CEPCAN, que funcionou até 31.12.60. Nesta data, a CEPCAN foi substituída em suas atribuições pela Comissão do Plano do Carvão Nacional – CPCAN, com personalidade jurídica e autonomia administrativa e financeira, com existência limitada a 31.12.70. Sua atuação compreendia “... todo o ciclo econômico do carvão, abrangendo as atividades de pesquisa, lavra, beneficiamento, transporte, distribuição e consumo do combustível nacional” (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.9).

No período de 1953 a 1970, com maior apoio do governo, foram tomadas diversas iniciativas para ampliar o uso do carvão nacional na geração de energia elétrica, buscar novos mercados e usos para os subprodutos do beneficiamento e melhorar a economicidade da indústria carbonífera como um todo. Merecem destaque, além da implantação do

Complexo Termelétrico Jorge Lacerda que, em 1980, com uma capacidade instalada de 482 MW, transformou-se no maior complexo termelétrico a carvão da América Latina, o projeto da Indústria Carboquímica Catarinense - ICC, para aproveitar os rejeitos piritosos oriundos do beneficiamento do carvão (CETEM, 2000, p.12).

Nos anos 50, mais de 20 companhias de mineração estabeleceram-se em Santa Catarina. Até 1960, a grande maioria das minas fazia a mineração seletiva do banco de carvão, cujo produto continha cerca de 34% de cinzas e 8% de enxofre e era chamado de "carvão lavador", o qual era enviado por via férrea ao Lavador de Capivari. A partir de 1961, abandonada a mineração seletiva, o produto minerado continha de 60 a 65% de estéril, tornando seu transporte anti-econômico. Assim, foram instalados pré-lavadores nas bocas das minas para produzir o chamado "carvão pré-lavado", com 28 a 32 % de cinzas, o qual era enviado ao Lavador de Capivari. Os rejeitos xistoso e piritoso produzidos nos jiques dos pré-lavadores foram sendo depositados, durante décadas, próximos aos lavadores, causando grande impacto ambiental, principalmente devido à presença da pirita. Este passivo ambiental até hoje causa danos à região (CETEM, 2000, p.6).

Datam, também, desta fase várias iniciativas destinadas a ampliar o uso do carvão mineral na geração de energia elétrica, buscar novos mercados, utilizar os subprodutos e melhorar a economicidade da indústria carbonífera como um todo. Entre elas: (i) início da implantação das Centrais Termelétricas de Candiota, no Rio Grande do Sul, para aproveitamento das enormes jazidas de carvão, mineráveis a céu aberto, localizadas naquela região; (ii) construção das Usinas Termelétricas de Figueira, no Paraná e Charqueadas, no Rio Grande do Sul; (iii) implantação da Aços Finos Piratini, em Charqueadas, utilizando o processo de redução direta de minério de ferro a partir do uso do carvão local; e (iv) busca de maior economicidade na mineração de carvão, pela economia de escala, concentrando a extração em unidades maiores, mecanizando e racionalizando a produção (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.9).

Com a extinção da CPCAN, a maior parte de suas tarefas foi atribuída ao Conselho Nacional do Petróleo – CNP, pelo Decreto-Lei nº 67.812, de 14.12.70. Entre outras atribuições, coube ao CNP estabelecer as especificações e os preços dos diversos tipos de carvão postos à disposição do mercado, determinar cotas de produção, autorizar importações do produto, repassar subsídios ao transporte e ao consumo e atuar decisivamente na ponta da comercialização. A partir de 19.11.75, por força de convênio assinado entre o CNP e a CAEEB – Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras, esta passou a atuar como executora da política dos carvões energéticos estabelecida pelo CNP. A CAEEB operou em todas as etapas de comercialização do carvão, através da criação de entrepostos e estoques reguladores, chegando a deter o monopólio do comércio de carvão energético em todo o território nacional (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.10).

Para a Bacia Carbonífera Sul Catarinense a década de 70 e o início da de 80 marcaram a efetiva diversificação da economia regional, a partir da mecanização nos processos de lavra e de criação de subsídios. O mercado do carvão ampliou-se para além do siderúrgico e termelétrico com novos consumidores nos setores industriais da petroquímica, cimento, alimentação, papel, celulose, fumo, cerâmica e outros (CETEM, 2000, p.6). Neste período ocorreram os “choques” do petróleo de 1973 e 1979. As dificuldades da balança comercial brasileira, causadas pelo impacto dos aumentos de preço do petróleo, conduziram à criação do Programa de Mobilização Energética – PME, pelo Decreto – Lei nº 1.691, de 02.04.79 (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.10). Assim, Governo Federal aumentou ainda mais os incentivos à indústria carbonífera, através de subsídios ao transporte e ao consumo do carvão e de financiamentos facilitados às empresas, visando ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia no País, em substituição aos derivados de petróleo (CETEM, 2000, p.6). No início da década de 1980 houve um incremento significativo na pesquisa, aumento das reservas, da produção e, também, a nível tecnológico (MÜLLER, 1987, p.11).

Nesta fase, a produção de carvão vendável (figura nº.1) ultrapassou a 3.000.000 t em 1976, a 4.000.000 t em 1978, a 5.000.000 t em 1981, a 6.000.000 t em 1982 e 7.000.000

t em 1984. A partir de 1987 começou a declinar, baixando de 7.000.000 t, e chegando a menos de 5.000.000 t em 1990, 1991 e 1992. O mercado consumidor ainda sofreu profundas transformações, ampliando-se o consumo termelétrico e reduzindo-se drasticamente as vendas à indústria siderúrgica. Novos consumidores foram incorporados, com destaque para os setores de cimento, papel e celulose, petroquímica e alimentos (ALBUQUERQUE *et al.*, 1995, p.11).

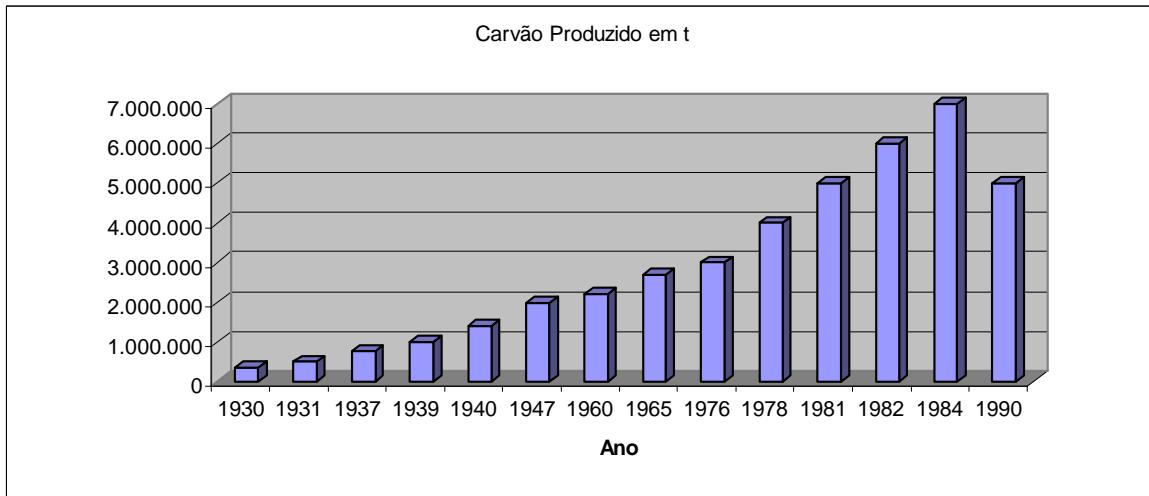


Figura nº 1 - Carvão produzido no Brasil ao longo do século XX.

Em 1988 foi suspenso qualquer tipo de subsídio ao carvão, delineando o início do seu declínio econômico. A crise maior do setor carbonífero deu-se na “era Collor de Mello”, em setembro de 1990, com a assinatura da Portaria Federal nº 801, desregulamentando o setor. Tal fato, indiretamente, acabou com o mercado do carvão metalúrgico no País, reduzindo abruptamente a produção de carvão em Santa Catarina. Esta mudança teve como consequência imediata a perda do mercado do carvão metalúrgico (cerca de 700 mil t/ano) e a demissão de mais de 50 % do efetivo de trabalhadores no setor carbonífero (figura nº.2). Milhares de trabalhadores viram-se, repentinamente,

desempregados. A partir de 1990, a produção anual de carvão brasileiro praticamente estabilizou-se entre 5 e 6 milhões de toneladas (CETEM, 2000, p.7).

Atualmente o setor carbonífero direciona sua atenção ao processo de revisão que o sistema elétrico brasileiro está sofrendo, tanto do ponto de vista institucional como da sua constituição física, em particular quando estão sendo examinadas, as perspectivas de deslocamentos na participação relativa das diversas fontes de energia, com ampliação do espaço da geração térmica e de absorção de tecnologias novas, dentro de um cenário competitivo (SIECESC, 2003).

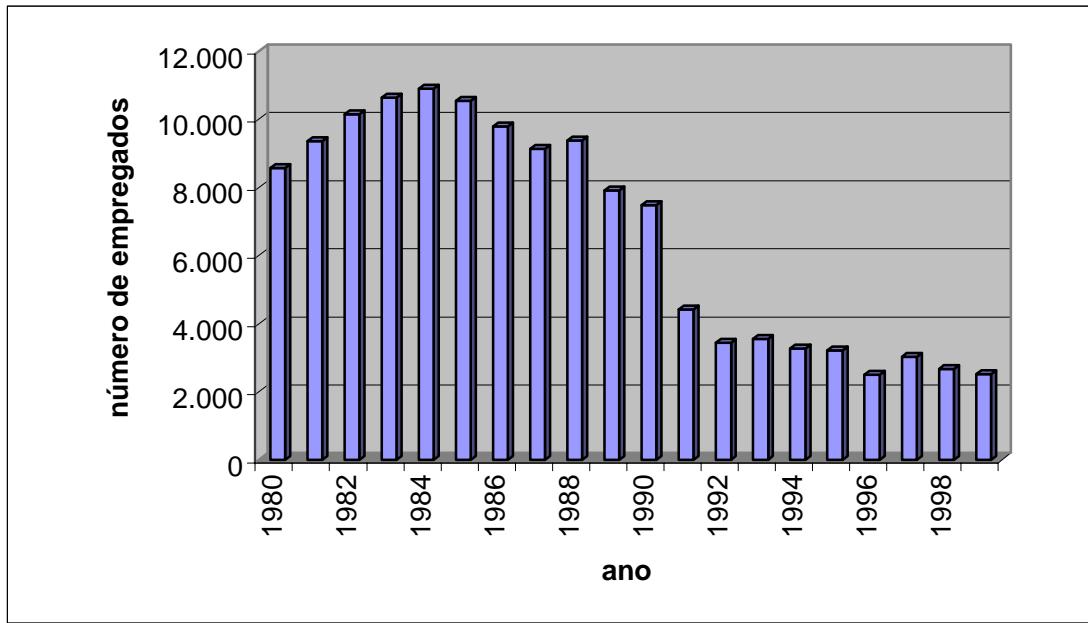


Figura nº 2. Evolução do número de empregados na indústria carbonífera entre 1980 e 2000.

Fonte: CETEM

1.2. Geologia

No Brasil, o carvão ocorre nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Piauí, Maranhão, Goiás, Pará e Amazonas. Atualmente dado o conhecimento nesses depósitos, o carvão só é economicamente lavrável na região meridional, isto é, nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Santa Catarina, sendo que somente nos estados de SC e RS é que há a ocorrência de carvão passível de coqueificação. A maior reserva de carvão mineral no Brasil está localizada na borda leste da bacia do Paraná, numa faixa que se estende em direção nordeste/sudoeste por cerca de 1500 km, abrangendo exatamente os estados produtores de carvão (SOUZA, 1973, p.4 e POSSA, 2004).

Essa estrutura faz parte do conjunto das bacias carboníferas do hipotético super continente Gondwana, encontradas na Índia, África do Sul, Austrália Oriental e Antártica, cuja época de deposição foi principalmente durante o permiano. O cinturão carbonífero sul-brasileiro apresenta largura de algumas dezenas de quilômetros, sendo delimitado ao leste e ao sul por contato erosivo sobre seqüências sedimentares pré-gondwânicas e o embasamento cristalino. Em direção oeste e norte, os sedimentos carbonosos mergulham de modo suave por baixo das formações pós-permianas. A extensão dos níveis principais de carvão sobre centenas de quilômetros quadrados evidencia um paleo-relevo muito regular, de baixas costeiras, de grande estabilidade tectônica. Os carvões sul-brasileiros estão, em termos regionais, na faixa dos carvões betuminosos alto voláteis e na transição para os carvões sub-betuminosos. Os diques e soleiras de diabásio, em contato direto com o carvão, causaram em algumas regiões a evolução para carvões betuminosos baixo voláteis, até semi-antracito, e localmente propiciaram coqueificação “in situ” ou queima total da camada (CARRISSO e POSSA, 1995, p.10).

Os depósitos ocorrem em sedimentos do grupo Tubarão, de idade ainda não definida entre o Carbonífero Superior e o Permiano inferior. As formações Palermo e Rio Bonito que compõem o subgrupo Guatá são as unidades estratigráficas continentais de

camadas de carvão de interesse econômico. No Rio Grande do Sul ocorrências se distribuem pelas localidades de Candiota, Hulha Negra, São Sepé, Iruí, Butiá, Arroio dos Ratos, Charqueadas e Gravataí (SOUZA, 1973, p.4). Atualmente o carvão é lavrado nas minas de Candiota (maior do Brasil, 36,6% CE) e Leão pela empresa CRM , Butiá e Arroio dos Ratos pela empresa Copelmi e em Cachoeira do Sul pela empresa Palermo (POSSA, 2004). Sua utilização quase que exclusiva é como combustível na geração termelétrica. Em Santa Catarina o carvão ocorre na região sudeste do estado. Sua lavra se processa nos municípios de Criciúma, Siderópolis, Urussanga, Lauro Müller, Treviso, Içara e Forquilhinha (POSSA, 2004). Identificam-se cinco camadas de carvão designadas do topo para a base: Treviso, Barro Branco, Irapuá, Ponte Alta e Bonito (SOUZA, 1973, p.4). Destas apenas as camadas Barro Branco, Bonito e Irapuá são atualmente mineradas embora a camada de Ponte Alta tivesse sido lavrada no passado (CETEM, 2000, p.8). A camada Barro Branco varia de 1,4 m a 2,2m de espessura contendo 0,5m a 1,2m de carvão recuperável. Distingue-se um leito superior (forro) e um leito inferior (banco) separados por estéril (quadração). O carvão é coqueificável; somente a parcela de densidade inferior a 1,5 é aproveitável na siderurgia, a parcela de densidade entre 1,5 e 2 constituindo um carvão vapor secundário utilizado na geração termelétrica. No estado do Paraná se conhecem três campos carboníferos: Rio das Cinzas, Rio do Peixe e o campo do Rio Tibagi (SOUZA, 1973, p.4). Somente os dois últimos são atualmente lavrados. O carvão minerável apresenta-se formando uma só camada com dois leitos separados por delgada camada com dois leitos separados por delgada camada de folhelho ou arenito. A espessura total da camada é de 0,8m podendo atingir até 1,30m. O carvão é menos volátil e mais piritoso do que encontrado em Santa Catarina. De vários ensaios realizados com o carvão do Paraná, em mistura com outros carvões, resultou, algumas vezes, um coque aceitável em termos de teste de queda e abrasão. A mistura entretanto não favoreceu uma dessulfuração e o coque resultante continha até 2% de enxofre e apresentava aspecto heterogêneo devido à segregação da cinza, fusível à temperatura de operação (SOUZA, 1973, p.5.).

Os carvões brasileiros são caracterizados por possuírem elevado teor de matéria mineral finamente disseminada. Para satisfazer às exigências de qualidade do mercado

consumidor, o carvão após ser lavrado, é submetido a um beneficiamento, envolvendo principalmente processos gravíticos, que dependendo da jazida, proporcionará dois tipos de produtos: carvão metalúrgico e carvão energético.

O carvão metalúrgico é o chamado carvão coqueificável (índice de inchamento > 2,5) resultante do beneficiamento do carvão mineral bruto e que atende às especificações relacionadas no quadro nº 1:

Quadro nº 1. Especificações dos carvões metalúrgicos (Base Seca)

Especificações	Valor
Umidade Total	10% máximo
Teor de Cinzas	17% máximo
Enxofre Total	1,75% máximo
Índice de Inchamento	2,5 mínimo
Refletância Média Máxima da Vitrina	0,8%
Ponto de Fusão das Cinzas	1300 ° C
Granulometria:	
Retido em 25,0 mm	5% máximo
Passante em 0,15 mm	5% máximo

Fonte: CARRISO e POSSA., 1995

A sua principal aplicação encontra-se na produção do coque siderúrgico, que é utilizado como redutor para a obtenção do ferro-gusa a partir do minério de ferro.

O carvão energético é todo aquele carvão que não possui propriedades coqueificantes. As especificações para os diferentes tipos encontram-se relacionadas no quadro nº 2.

Quadro nº 2. Especificações dos Carvões Energéticos (Base Seca)

Estado	Tipo	Umidade (%)	Cinzas (%)	P. C. S. Kcal/Kg	S (%)	Granulometria (mm)
PR	CE6000	15	25	5700	6,5	35 x 0
SC	CE5400	10	32	5400	1,6	38 x 0
	CE4500	10	43	4500	3,5	38 x 0
RS	CE4700	19	35	4700	1,5	50 x 0
	CE4200	19	40	4200	1,5	50 x 0
	CE3700	15	47	3700	1,5	50 x 0
	CE3300	17	54	3150	1,5	50 x 0
	CE3100	15	57	2950	1,5	75 x 0

P.C.S.: Poder Calorífico Superior; S: Enxofre

Fonte: CARRISSO e POSSA, 1995.

A principal aplicação do carvão energético é na termoelétricidade, na produção do vapor que aciona as turbinas na geração de energia elétrica. Outro emprego significativo, notadamente no Brasil, é na indústria cimenteira, onde o carvão energético é utilizado não só como fonte de calor, mas também como matéria-prima na fabricação de cimento pozolânico (CARRISSO e POSSA, 1995, p.12).

1.3.Lavra e Beneficiamento

Quando uma companhia avalia uma reserva de carvão, é observado a profundidade da camada de carvão e primeiro é determinado se esta será lavrada a céu aberto ou por métodos subterrâneos. O fator determinante é normalmente a altura da cobertura (a rocha e estéreis acima da camada). Um depósito raso seria normalmente lavrado a céu aberto. Caso a camada de carvão encontra-se achatada e a profundidade da cobertura permanece constante, então provavelmente o plano da mina seria perfeitamente reto e constante por natureza. Caso a mina estivesse localizada em um terreno acidentado, onde a altura de cobertura varia, então as minas normalmente estariam limitadas a uma profundidade específica passível de ser lavrada onde os limites são determinados por uma razão de altura de cobertura por altura de carvão (stripping ratio) (COALAGE, 2003).

Reservas que não podem ser acessadas economicamente a partir da superfície têm de ser mineradas usando-se para isso técnicas de mineração subterrâneas. As duas técnicas predominantes de métodos de lavra subterrânea de carvão são câmaras e pilares e frente larga (long-wall). Embora a lavra por frente larga e câmaras e pilares difiram em muitas maneiras, a lavra por frente larga depende de mineradores contínuos para o desenvolvimento da lavra. Os mineradores usam vários conjuntos de sistemas transportadores para levar o carvão das faces ativas onde ele é cortado para a superfície. Exaustores de grande diâmetro retiram o ar das minas para criar uma rede de ventilação. A rede traz ar fresco da superfície para a face ativa, onde por sua vez este ar carreará a poeira para fora, assim protegendo os mineiros. A mineração de carvão é uma atividade perigosa e os mineiros utilizam uma série de equipamentos especializados de segurança para a realização do trabalho e para a proteção contra ferimentos. Sem um adequado controle estrutural, o teto da mina pode desabar. Através dos anos, mineiros de carvão têm desenvolvido algumas técnicas sofisticadas para o suporte do teto. O transporte de

trabalhadores e materiais para a face ativa é um processo caro e consumidor de tempo (COALAGE,2003).

Atualmente câmaras e pilares é o único empregado na lavra do carvão (figura nº. 3). Da galeria principal (mestra real) partem galerias transversais (cruzeiros) que encontram galerias paralelas à mestra real (mestras) formando quadros de cerca de 50m de lado. O desmonte é então realizado por uma ou duas entradas segundo se faça a partir de uma ou duas mestras. A partir de uma mestra pode haver um ou dois avançamentos, no primeiro bissectando parcialmente o quadro e no segundo trissectando-o parcialmente ou simplesmente contornando-o pelos bordos dos pilares de segurança correspondentes aos cruzeiros. No caso de uma só entrada, a frente avança até o pilar de segurança da outra mestra, daí prosseguindo para os lados, para o centro ou para ambos, retornando com o desmonte até o pilar de segurança da mestra da qual partiu o avanço. O desmonte é realizado a fogo no duro – quando se processa com explosivos numa frente em que só uma face é livre – ou em rafa quando há mais de uma face livre. Para a abertura da rafa utilizam-se cortadeiras pneumáticas Radialaxe e cortadeiras “shortwall”. Os furos para o carregamento de explosivos são executados por marteletes pneumáticos ou picadores , menos robustos do que os primeiros, que podem ser elétricos ou pneumáticos. O carregamento é feito por carregadores mecânicos “loader” e carros transportadores “shuttle car”. O parafusamento do teto é feito por um conjunto mecânico (SOUZA, 1973, p.5).

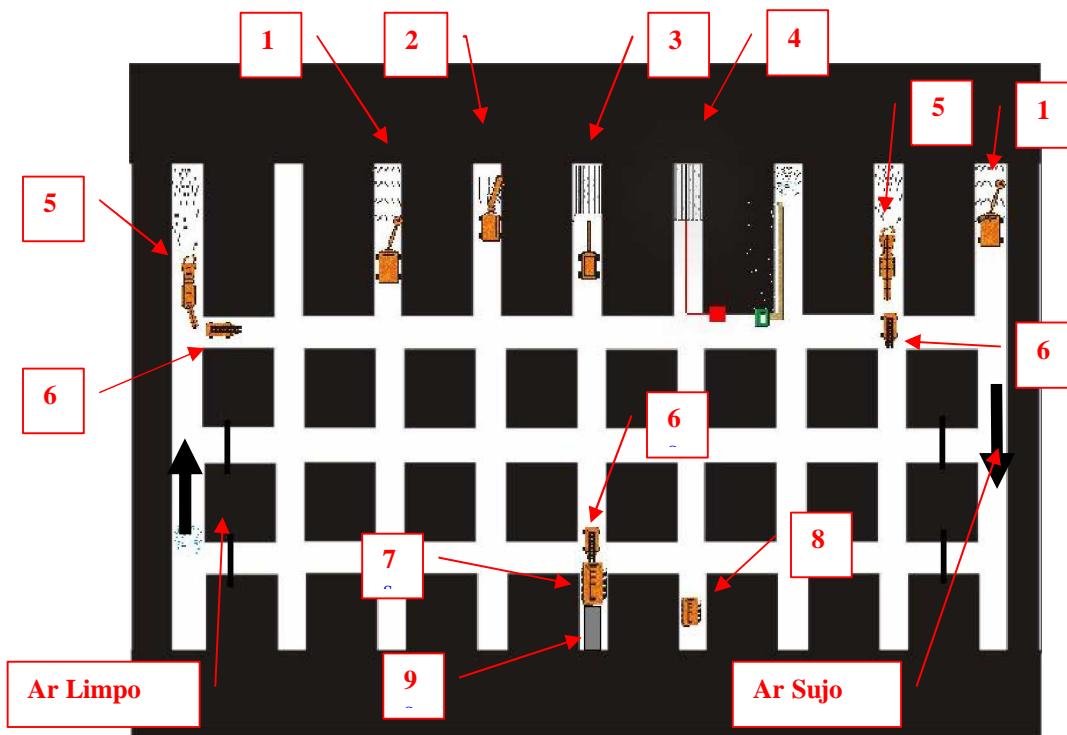


Figura nº.3. Representação esquemática do método de lavra de câmaras e pilares. Legenda: 1- perfuratriz de teto; 2- cortadeira; 3- perfuratriz de frente; 4- explosivo; 5- "loader"; 6- "shuttle car"; 7- alimentador; 8- centro força; 9- correia transportadora.

Fonte: www.carboniferametropolitana.com.br/metodo.htm

Embora a utilização do método de lavra por frente larga tenha sido proibido por determinação do Departamento Nacional de Produção Mineral ainda sim uma breve descrição torna-se pertinente. Na frente larga, usualmente são traçadas galerias mestras distando 200m, e transversais (cruzeiros) distando cerca de 450m ou mais. No desmonte por retração, a frente larga (paralela às galerias transversais) caminha no sentido contrário ao avançamento das mestras. A frente é cortada por cortadeiras "longwall" que produzem uma rafa de cerca de 1,5m de profundidade. A camada é desmontada por explosivos e o material desagregado cai sobre um "Panzer". O estéril é posto na parte anterior à frente e vai constituir o material do entaipamento. O teto é suportado por macacos metálicos. O ciclo da operação numa frente larga pode ser assim resumido:

- abertura de rafa;

- desmonte por explosivos;
- limpeza da frente com separação do estéril;
- avançamento dos macacos de sustentação.

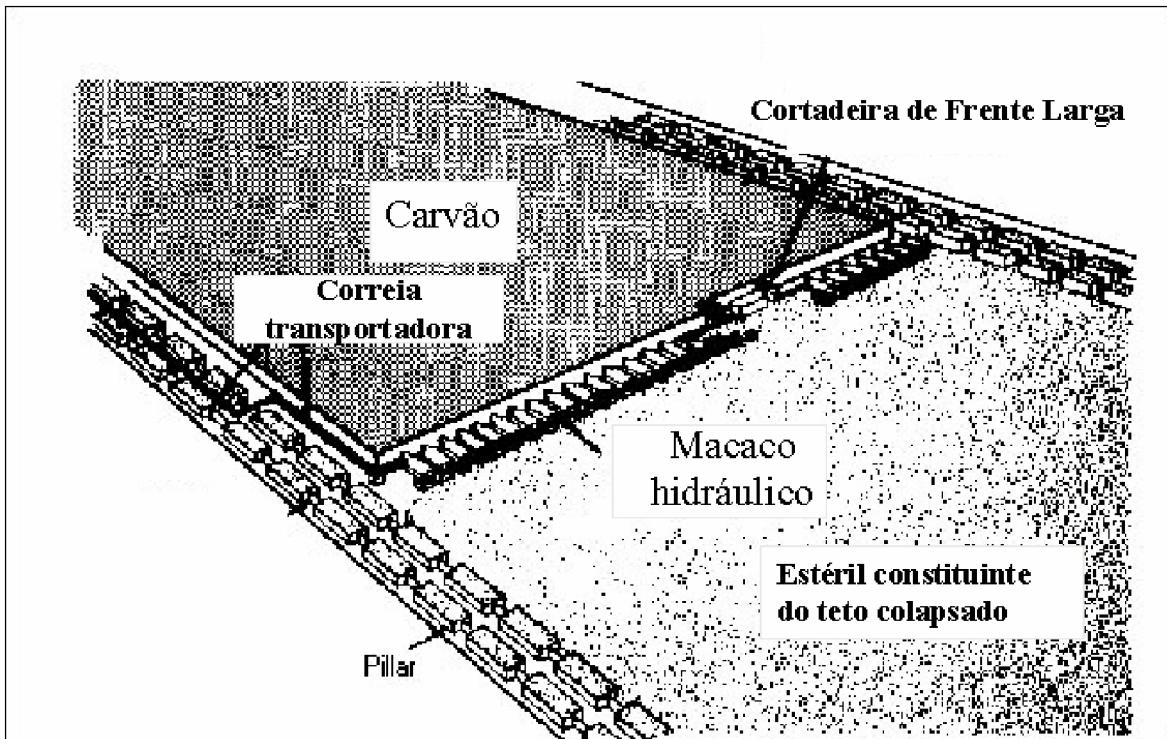


Figura nº.4. Representação esquemática do método de lavra “longwall”. Modificado.

Fonte: www.mineengineering.com

Na chamada lavra a céu aberto utiliza-se escavadeira de arrasto “drag-line” ou pá mecânica “shovel” na remoção do capeamento (figura nº5). De início é feito um corte seguindo mais ou menos a linha de afloramento da camada. Quando se utiliza escavadeira de arrasto, esta trabalha sobre o capeamento removendo-o para áreas fora do afloramento ou em área cuja camada tenha sido removida. No caso de pás mecânicas estas trabalham em

cima da camada de carvão retirando o capeamento de um lado e empilhando-o do lado em que a camada tenha sido removida. O trabalho de desmonte é facilitado por explosivos, tratores escarificadores e por pás carregadeiras no carregamento de caminhões (SOUZA,1973, p.6).



Figura nº. 5. Fotografia ilustrando o método de lavra a céu aberto.

Fonte: www.mineengineering.com

O objetivo do beneficiamento dos carvões é promover a separação dos materiais desejáveis e indesejáveis existentes no carvão bruto, resultando daí, duas frações: uma de produto ou carvão lavado e outra de rejeito. Este objetivo é alcançado através da separação

do material mediante características físicas. As características do carvão bruto necessárias para o estabelecimento de um esquema de beneficiamento são, essencialmente, as seguintes:

- tamanho ideal de britagem;
- curvas granulométricas do carvão britado;
- curvas de lavabilidade de cada fração granulométrica acima de 0,5mm; e
- estudos de degradação do carvão.

Estas características são mais comumente obtidas a partir de amostras de produção, e em alguns casos, a partir de amostras de canal. As amostras de produção ou de canal só são possíveis quando há acesso direto à camada de carvão: elas apresentam a vantagem de poderem ser de grande quantidade (uma ou mais toneladas) e a desvantagem é a de representarem bem apenas a frente de lavra.

Existem, comercialmente, inúmeros processos de beneficiamento de carvão, sendo que a maioria deles utiliza, como já foi dito anteriormente, a diferença de densidade entre a matéria mineral e a matéria carbonosa para a separação de frações ricas em carbono. Para carvões de fácil lavabilidade, utiliza-se aparelhos mais simples, tais como jigues, mesas vibratórias, etc. Para carvões de difícil lavabilidade são aconselhados sistemas de meio denso, cuja precisão de corte é maior.

Os equipamentos mais usados no beneficiamento gravimétrico dos carvões são (LA ROVERE *et al*, 1985, p. 63):

- jigues;
- mesas vibratórias;

- separadores de meio denso;
- ciclones de meio denso;
- ciclone autógenos ou hidrocyclones (cyclone concentrador a água).

O carvão é formado por carbono, oxigênio, nitrogênio, enxofre e traços de outros elementos, que constituem sua matéria carbonosa. Esta pode estar associada a rochas (arenito, siltito, folhelhos e diamictitos) e minerais como a pirita. Como já foi dito, objetivo fundamental da etapa de beneficiamento é reduzir as impurezas associadas à matéria carbonosa do carvão. A prática usual na região catarinense é alimentar o carvão lavrado (ROM - Run of Mine), com cerca de 65% de cinzas e 5% de enxofre, no circuito de beneficiamento (lavador). Inicialmente a alimentação sofre um "scalping" em grelha de 8". A fração passante é britada abaixo de 1 1/4", e alimenta o jigue. Esta operação gera 3 tipos de rejeitos: R1 - rejeito piritoso; R2 - rejeito xistoso; R3 - rejeito argiloso.

O produto flutuado no jigue é peneirado a 0,5 mm (28 malhas) e o retido (31,5% do ROM) constitui o produto CE4500, com 35% de cinzas e 2% de enxofre. O passante (< 0,5 mm) é desaguado e classificado em ciclones. O produto grosso é concentrado em espirais. O concentrado das espirais (3,1% do ROM) é denominado produto CE4500, com 42% de cinzas e 1,3% de enxofre. O estéril e rejeitos grosseiros (R1, R2 e R3), que constituem 56,4% do ROM, são estocados em pilhas. A água e o rejeito dos ciclones, juntamente com o rejeito das espirais, perfazem 9% do ROM e são estocados em bacias de decantação. O desenho esquemático de um circuito típico de beneficiamento está apresentado na figura nº 6 (CETEM, 2000, p.9).

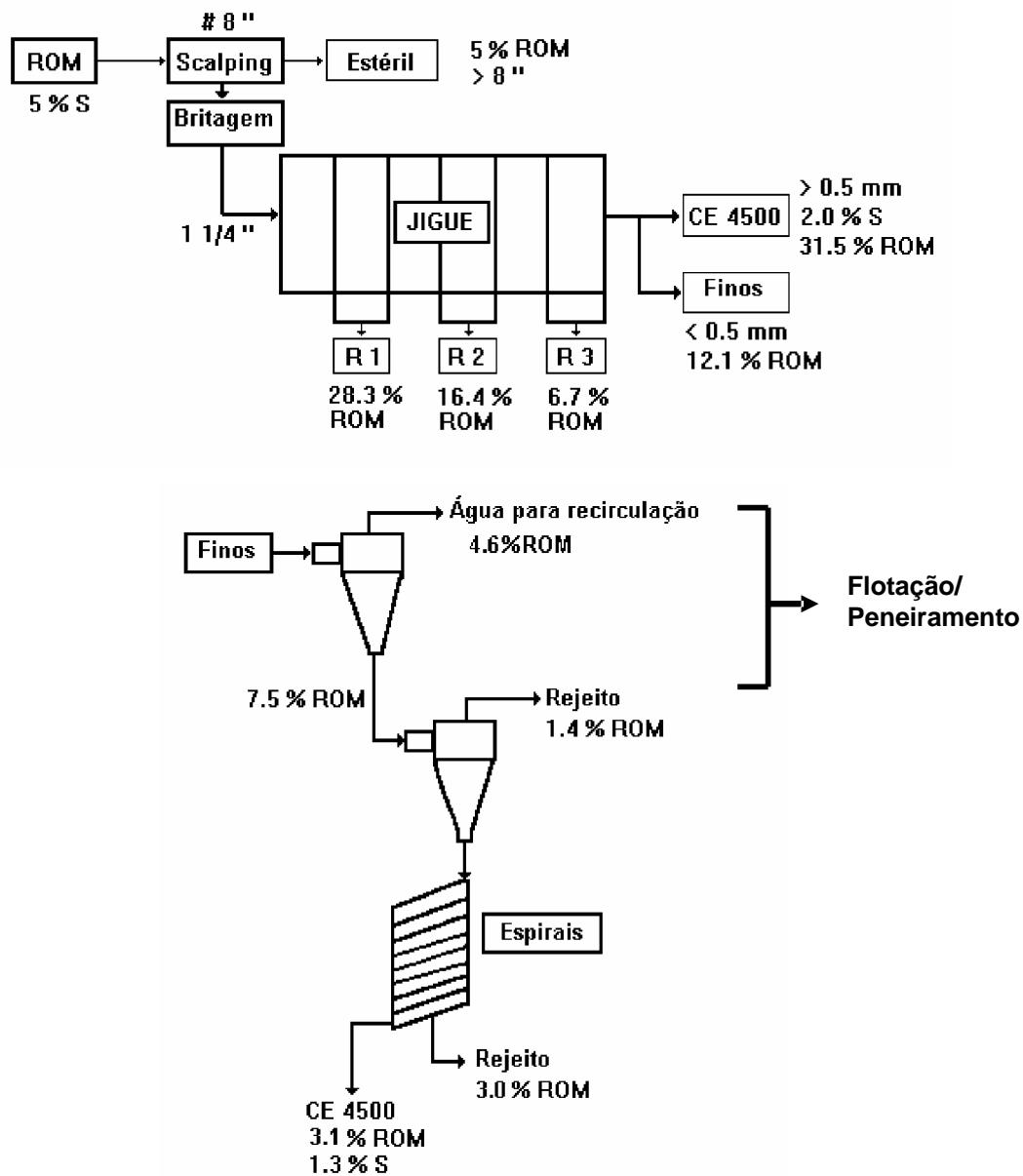


Figura nº 6 - Circuito típico de beneficiamento nos lavadores de carvão de Santa Catarina para a camada Barro Branco.

1.4. Recursos e Reservas

Antes de se discutir o quadro atual de reservas de carvão mineral no Brasil, é pertinente , em virtude da resolução do diretor-geral do Departamento Nacional de Produção Mineral referente a portaria nº229, de 29 de abril de 2002, que dispôs sobre a criação de um grupo de trabalho para a elaboração e estabelecimento da chamada “norma brasileira para a classificação de recursos e reservas minerais” e que culminou no lançamento da respectiva minuta em setembro de 2002, primeiramente explicitar e resumir algumas definições contidas neste documento.

A norma define uma série de termos de cunho geológico e de mineração dos quais são pertinentes: recurso mineral, recurso mineral inferido, indicado e medido, pesquisa mineral ,reserva mineral , e reserva mineral medida, indicada e inferida.

Recurso mineral é uma concentração ou depósito na crosta terrestre, de material natural sólido, em quantidade, teor e/ou qualidade tais que uma vez pesquisado, exibe parâmetros mostrando, de modo razoável, que seu aproveitamento pode ser factível na atualidade ou no futuro. É considerado uma mineralização estimada por pesquisa. A pesquisa mineral pode indicar que uma concentração ou depósito é economicamente aproveitável ou não, com base nas características geológicas do material, tais como tonelagem ou volume, qualidade e/ou teor espessura, etc. O aproveitamento econômico de um recurso não é, necessariamente, alicerçado por estudos de viabilidade, mas pode ser estimado por comparação com outros depósitos bem conhecidos e, eventualmente, em lavra. Os parâmetros geológicos de um recurso são estabelecidos a partir de estimativas baseadas em interpretações e inferências derivadas da evidências geológicas. A partir do crescente conhecimento geológico estabelecem-se classes de recursos : recurso mineral medido , indicado e inferido (DNPM, 2002, p.6).

Recurso mineral inferido é a parte do recurso mineral para a qual a tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades e conteúdo mineral são estimados com base em amostragem limitada e, portanto, com baixo nível de confiabilidade. A inferência é feita a partir de

informações suficientes (geológicas ou geoquímicas ou geofísicas, utilizadas em conjunto ou separadamente), admitindo-se, sem comprovação, que haja continuidade e persistência de teor e/ou qualidades, de modo que se pode sugerir que o depósito tem potencial econômico. A pesquisa realizada não é detalhada (as estações de amostragem têm espaçamento relativamente amplo) e pode incluir exposições naturais e artificiais (trincheiras, poços, galerias e furos de sonda). Já o recurso mineral indicado é a parte do recurso mineral para a qual a tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades, conteúdo mineral, morfologia, continuidade e parâmetros físicos estão estabelecidos, de modo que as estimativas realizadas são confiáveis. Envolve pesquisa com amostragem direta em estações (afloramentos, trincheiras, poços, galerias e furos de sonda), adequadamente espaçadas. Finalmente o recurso mineral medido é a parte do recurso mineral para a qual a tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades, conteúdo mineral, morfologia, continuidade e parâmetros físicos são estabelecidos com elevado nível de confiabilidade. As estimativas são suportadas por amostragem direta em retículo denso (afloramentos, trincheiras, poços, galerias e furos de sonda), de modo que se comprova a permanência das propriedades. Condicionantes diversos farão com que todo o recurso mineral, ou uma parcela do mesmo, possa se tornar uma reserva mineral (DNPM, 2002, p.7).

Reserva mineral é a parte do recurso mineral para a qual demonstra-se viabilidade técnica e econômica para produção. Essa demonstração inclui considerações sobre elementos modificadores, tais como fatores de lavra e beneficiamento, de economia e mercado, legais, ambientais e sociais, justificando-se a avaliação, envolvendo análise de lucratividade, em um dado tempo. As reservas incluem materiais diluídos, se aproveitáveis. A utilização do termo reserva mineral é preferido em relação a reserva de minério, visto que minério refere-se a substâncias das quais se pode extrair um ou mais metais, com lucro, o que torna seu uso mais restritivo. Dadas as limitações atribuídas aos “recursos inferidos”, não se justifica transformá-los em “reservas”, sem pesquisa adicional, pois não procedem estudos de viabilidade sobre algo que tem baixo nível de confiabilidade. Os rejeitos de operações minerais anteriores, com atual potencial de aproveitamento, serão recursos ou reservas.

A reserva mineral indicada é a parcela economicamente lavrável do recurso mineral indicado e, mais raramente, do recurso mineral medido, para a qual a viabilidade técnica e econômica foi demonstrada; inclui perdas (e diluição) com a lavra e o beneficiamento. Avaliações apropriadas, além da viabilidade técnica e econômica, são efetuadas compreendendo elementos modificadores, tais como fatores legais, ambientais e sociais. As avaliações são demonstradas para a época em que se reportam as reservas e razoavelmente justificadas.

A reserva mineral medida representa a parcela economicamente lavrável do recurso mineral medido, incluindo perdas (e diluição) com a lavra e o beneficiamento, para a qual a viabilidade técnica e econômica encontra-se tão bem estabelecida que há alto grau de confiabilidade nas conclusões. Os estudos abrangem análises dos diversos elementos modificadores (tais como lavra, beneficiamento, metalurgia, economia e mercado, fatores legais, ambientais e sociais) e demonstram que, na época em que se reportaram as reservas, sua extração era claramente justificável, bem como adequadas as hipóteses adotadas para investimentos (DNPM,2002, p.8).

Atualmente, as reservas conhecidas de carvão no Brasil se distribuem pelos estados do Maranhão, São Paulo, Paraná , Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Comparando a informação do item 2 sobre geologia com a tabela nº1, pode-se perceber que os estados do Piauí, Pará, Goiás e Amazonas não figuram como possuidores de reservas, o que a partir do exposto nos parágrafos acima podem ser considerados, somente como, estados possuidores de recursos minerais carboníferos.

O estado do Rio Grande do Sul aparece como o maior detentor de reservas de carvão do país, obtendo 77,49% das reservas medidas, 93,64% das reservas indicadas e 96,41% das reservas inferidas. Em seguida vem o estado de Santa Catarina com 21,37%, 5,86% e 3,57% respectivamente. Os estados do Paraná, São Paulo e Maranhão representam frações percentuais que somadas chegam a 1,14%, 0,51% e 0,02% respectivamente.

No Rio Grande do Sul, somente nos municípios de Alvorada, Arroio dos Ratos, Caçapava do Sul, Encruzilhada do Sul e São Sepe o somatório das reservas medida, indicada e inferida não foi superior a 100.000.000 t, estando, por sua vez, os maiores somatórios de reservas com os municípios de Bagé representando 21,2% das reservas do estado (22.065.749.743 t), seguido por Osório com 11,99%, Triunfo com 7,04%, Candiota com 6,82% e Pinheiro Machado com 6,72%.

Tabela nº 1. Reservas de carvão (ano base 2000)

Unidades da Federação/ Municípios	Quantidade (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
** total **	7.378.006.787	10.806.359.373	6.461.012.016
Maranhão	1.092.442	1.728.582	-
Balsas	1.092.442	1.728.582	-
Paraná	64.198.415	31.076.010	-
Congonhinhas	26.679.071	7.142.441	-
Figueira	11.995.126	-	-
Imbituva	546.750	-	-
Ortigueira	499.003	-	-
Sapopema	17.086.526	10.003.312	-
Teixeira Soares	4.878.550	13.718.034	-
Telemaco Borba	2.553.389	212.223	-
5.717.192.554	10.119.275.583	6.229.281.606	
Rio Grande do Sul	8.747.623	-	584.843
Arroio dos Ratos	12.703.000	3.503.000	-
Bagé	677.202.000	2.816.117.000	1.194.314.000
Barão do Triunfo	24.497.000	33.003.000	64.646.000
Butia	237.960.234	121.543.000	22.859.000
Caçapava do Sul	1.467.000	-	-
Cachoeira do Sul	269.052.810	396.330.859	186.647.293
Candiota	900.317.000	537.850.000	67.748.559
Canoas	44.467.189	376.665.924	290.280.308
Charqueadas	151.864.000	20.489.000	-
Encruzilhada do Sul	2.758.000	10.409.000	3.301.000
General Câmara	87.158.000	200.304.000	1.610.000
Gravataí	803.568.264	319.112.412	335.363.629
Guaíba	117.726.000	330.020.000	3.417.960
Herval	122.687.000	382.341.000	324.624.000
Minas do Leão	117.808.000	327.787.000	4.389.000
Montenegro	83.535.578	404.442.025	313.527.087
Novo Hamburgo	5.273.575	106.832.025	245.903.547
Osório	86.337.040	595.190.000	1.964.124.000
Pinheiro Machado	91.660.000	1.284.040.000	108.791.000
Portão	3.167.000	27.867.000	95.640.000
Rio Pardo	455.481.950	617.732.480	244.569.550
Santo Antônio da Patrulha	99.620.416	306.721.748	210.322.134
São Jerônimo	170.814.000	146.091.000	10.100.000
São Sepé	16.669.000	-	-
Tramandaí	13.723.000	101.488.000	296.482.000
Triunfo	984.082.163	436.162.373	134.172.496
Viamão	126.845.712	217.233.737	105.864.200

Fonte:DNPBM

Em Santa Catarina as reservas são comparativamente mais modestas, possuindo somatório das classes de reservas de 2.439.776.339 t, sendo o município de Siderópolis detentor de 22,23% seguido por Lauro Müller com 20,68%, Içara 18,42%, Criciúma 9,58% e Araranguá também com 9,58%.

Tabela nº1. Continuação

Unidades da Federação/ Municípios	Quantidade (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Santa Catarina	1.576.316.100	633.102.829	230.357.410
	Alfredo Wagner	1.989.000	-
	Araranguá	51.500.125	129.961.570
	Cocal do Sul	29.183.000	-
	Criciúma	170.195.651	-
	Forquililha	36.510.950	-
	Içara	200.656.442	244.656.000
	Lauro Müller	409.027.500	85.999.760
	Orleans	167.052.260	29.569.000
	Siderópolis	330.776.600	69.253.000
	Sombrio	909.935	-
	Treviso	32.054.626	3.008.179
	Urussanga	146.460.011	-
São Paulo	19.207.276	21.176.369	1.373.000
	Buri	134.073	-
	Itapetininga	16.170.000	-
	Itapeva	843.507	-
	Leme	2.059.696	1.539.453

Fonte: DNPM

1.5. Produção

A produção de carvão no Brasil, como se poderia esperar, concentra-se nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A produção nacional de carvão tipo energético, em 2000, continuou seu processo de crescimento. Nos últimos dois anos (2000/1998) cresceu 38,0%. Em relação ao ano anterior (2000/1999), houve um acréscimo de 15,0%. O aumento na demanda por carvão para abastecer as usinas termoelétricas existentes na região sul do País, que passaram a operar a plena carga, constituiu-se no principal fator. Em consequência disso, as empresas carboníferas diminuíram o seu grau de ociosidade, que era elevado até a metade da década passada e praticamente todas as mais representativas tiveram sua produção aumentada. Em Santa Catarina, a Tractebel, empresa que opera o Complexo Jorge Lacerda, maior termoelétrica a carvão do País (potência instalada de 832 MW), teve também que aumentar o consumo de carvão, o mesmo acontecendo nas termoelétricas do estado do Rio Grande do Sul. Apesar da produção de carvão de Santa Catarina ter aumentado em 34,0%, de 2000 para 1999, as empresas catarinenses vem encontrando dificuldades para o atendimento na demanda, tendo que recorrer a importações de uma pequena parcela do estado do Rio Grande do Sul. Novos investimentos nas minas existentes e a abertura de novas minas tendem novamente a equilibrar o atendimento do mercado de Santa Catarina por parte das empresas locais. No Rio Grande do Sul a produção (beneficiada) permaneceu praticamente inalterada, em 2000, em relação ao ano anterior, 3,42 milhões e 3,40 milhões, respectivamente (CÉZAR, 2001, p.1).

Tabela nº2. Quantidade de carvão mineral produzida - 2000

UF	Bruta (t)			Beneficiada (t)		
	Produção	Destino da Produção		Variação do Estoque (1)	Produção	Destinadas ao Mercado
		Tratamento	Vendas			
Total	14.335.065	14.318.118	4.839	12.108	6.792.455	6.724.598
PR (C)	136.651	136.651			84.724	86.034
RS (C)	4.487.944	4.481.045		6.899	3.420.580	3.373.346
SC (C)	9.710.470	9.700.422	4.839	5.209	3.287.151	3.365.218

Fonte: DNPM

(C) concessão de Lavra ; (1) Diferença entre estoque final e inicial

Com o aumento verificado na produção catarinense, esse estado passou a quase equivalência com o maior produtor nacional de carvão, o RS, ficando a seguinte distribuição, em 2000: 49,0% Santa Catarina, 50,0% Rio Grande do Sul e 1,0% Paraná (POSSA, 2004). Em termos de valor da produção, Santa Catarina apresenta uma participação bem maior, devido ao preço médio mais elevado de seus carvões, 73,0%, o Rio Grande do Sul 25,0% e o Paraná 2,0%, de um total de 270.944.643 milhões de reais, em 2000 (CÉZAR, 2001, p.1).

Tabela nº 3. Valor da produção (2000)

UF	Valor da Produção Bruta		Valor da produção Beneficiada		Total geral	
	Unitário R\$ / t	Total R\$	Unitário R\$ / t	Total R\$	R\$	US\$
Total	7,45	36.052	53,81	367.306.119	367.342.171	200.711.496
PR			79,28	6.716.826	6.716.826	3.669.996
RS			25,99	89.680.702	89.680.702	49.000.494
SC	7,45	36.052	81,87	270.908.591	270.944.643	148.041.006

Fonte: DNPM

Nota: Taxa média Cambial para Compra (R\$/US\$)= 1,8302

1.6. Consumo e Comércio

O consumo total de carvão, em 2000, como pode ser visualizado na tabela nº4, foi de 17,0 milhões de toneladas, sendo que desse total, 62,0% corresponde a carvão metalúrgico importado, destinado à siderurgia e 33,0% refere-se ao consumo de carvão energético para uso em usinas termoelétricas e o restante para uso industrial. Quanto ao consumo específico de carvão energético nacional, tem-se uma distribuição por setor de consumo concentrada na geração de termoelectricidade, aproximadamente, 90,0%, 4,0% para indústria de papel e celulose e 3,0% para a indústria petroquímica, ficando a pequena parcela restante distribuída entre outros setores.

Tabela nº4. Principais estatísticas - Brasil

Discriminação			1998 ^(r)	1999 ^(r)	2000 ^(p)
Produção:	Energético	(10 ³ t)	5.040	6.013	6.924
	Metalúrgico para fundição	(10 ³ t)	43	50	50
Importação:	Carvão ⁽¹⁾	(10 ³ t)	10.697	13.430	14.874
		(10 ³ US\$-CIF)	614194	529071	521331
Exportação:		(10 ³ t)	110	316	660
		(10 ³ US\$-FOB)	35	102	226
Consumo:	Metalúrgico para siderurgia	(10 ³ t)	11.000	10.484	10.600
	Finos metalúrgico	(10 ³ t)	43	50	50
	Energético	(10 ³ t)	5.525	5.632	6.400
Preços ⁽¹⁾ :	Carvão ⁽²⁾	(US\$ CIF/t)	57,41	39,40	35.05

Fontes: DNPM, MF-SRF, MDIC-SECEX, Anuário Estatístico Setor Metalúrgico/MME.

Fontes: IBGE, MCTI, MDIC, SECEX, Análise Estatística Setor Metalúrgico/MME.

(2) Preço médio dos diversos tipos de caryão importados pelo Brasil.

Em 2000, segundo informações do SECEX - MDIC, considerando os carvões de todos os tipos, as importações brasileiras tiveram um aumento de 10,0%, em quantidade, e uma redução de apenas 1,0% em valor, em relação a 1999. Na distribuição por país de origem, em termos de quantidade, ficaram os Estados Unidos com 33,0%, a Austrália com 27,0%, a África do Sul com 10,0% e o Canadá com 8,0%. Foram importados também 1,573 milhão de toneladas de coque de carvão mineral, 77,0% mais do que no ano anterior, sendo a China o principal país fornecedor (CÉZAR, 2001, p.2).

A aparente discrepância contida na tabela nº5 que apresenta os dados sobre importações de carvão, aumento na quantidade e queda no valor em dólar, deve-se entender que o principal fator seja decorrente da variação cambial, desvalorização do Real em relação à moeda norte-americana. Salienta-se, também, que as estatísticas disponíveis não diferenciam o carvão (metalúrgico ou energético), sabe-se, porém, que o Brasil importa em sua grande maioria (mais de 90,0%), carvão do tipo metalúrgico e que existe vários tipos, com características e preços bastante diferenciados (CÉZAR, 2001) (sic).

Em relação a exportações o Brasil ainda possui um quadro bastante inexpressivo (tabela nº6), estando os números representados por ordem de grandeza de milhares de toneladas, enquanto que as importações já atingem milhões de toneladas. As exportações brasileiras praticamente se concentram em produtos manufaturados (99,55% em 1999), principalmente misturas de hidrocarbonetos e aromáticos. Em especial a pasta carbonada para eletrodos parece assinalar um crescimento para exportações futuras, no entanto pode ser considerado ainda incipiente, isto é, quando comparado as importações.

Tabela nº 5. Discriminação da importação de carvão mineral.

Descrição	Quantidade (t)			Valor F. O. B. (US\$1.000,00)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
** Total **	12.252.339	14.400.330	16.541.932	772.025	620.756	662.331
Bens Primários (1)	12.175.226	14.319.472	16.447.194	747.025	597.668	634.785
Hulha antracita, não aglomerada	604.071	487.980	945.853	23.264	16.479	26.583
Hulha betuminosa, não aglomerada	2.425.378	2.508.163	2.648.457	114.383	107.052	100.151
Outras hulhas, não aglomeradas	7.629.582	10.433.740	11.279.808	476.295	405.361	394.361
Briquetes, bolas em aglomerado, etc.	20	0	0	11	0	0
Linhitas, não aglomeradas	71	95	26	102	158	18
Linhitas aglomeradas	67	10	131	139	21	267
Coques de hulha, de linhita ou de turfa	1.506.962	889.484	1.572.919	132.127	68.594	113.448
Semicoques de hulha, de linhita ou turfa	9.075	0	0	704	3	6
Semimanufaturados (2)	351	154	14.763	207	88	2.231
Alcatrões de hulha, de linhita ou de turfa	351	154	14.763	207	88	2.231
Manufaturados (3)	76.762	80.704	79.975	24.973	23.000	25.295
Gás de hulha, água, etc. Exc. de petróleo	1	1	7	10	16	285
Benzóis (prod. da destil. dos alcatrões)	6	10	0	22	35	0
Xilóis (prod. da destil. de alcatrões)	529	216	88	131	50	123
Outras misturas de hidrocar. arom. destil.	2.207	1.346	1.689	933	550	658
Cresóis (fenólico)	1.920	1.769	2.252	2.219	2.012	2.580
Outros derivados fenólicos	626	542	930	480	303	583
Óleos de creosoto	0	147	462	0	44	136
Outros óleos e prods. da destil. de alcata.	241	122	224	256	170	328
Breu de alcatrões minerais	69.122	74.906	70.056	14.744	15.266	14.944
Coque de breu de alcatrões minerais	0	0	0	4	4	0
Pasta carbonada para eletrodos	0	0	209	7	56	91
Outros preps. base grafita/outros carb.	106	125	2.476	541	526	1.556
Carvões ativados	2.004	1.520	1.582	5.446	3.968	4.011

Fonte: SECEX-DTIC / DNPM-DIRIN

Principais Países de Origem

(1) Estados Unidos (33%) Austrália (27%) África do Sul (10%) Canadá (8%) China (7%)

(2) Ucrânia (67%) Turquia (21%) Argentina (7%) Estados Unidos (3%) Reino Unido (2%)

(3) Alemanha (59%) Espanha (13%) República Tcheca (9%) Estados Unidos (7%) Suiça (5%)

Tabela nº 6. Discriminação da exportação de carvão mineral.

Descrição	Quantidade (t)			Valor F. O. B. (US\$1.000,00)		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
** Total **	57.591	84.029	69.665	12.080	15.013	18.712
Bens Primários (1)	2.209	345	661	109	144	226
Hulha antracita, não aglomerada	65	242	450	29	100	186
Hulha betuminosa, não aglomerada	27	53	200	1	2	36
Outras hulhas, não aglomeradas	18	21	10	5	0	3
Briquetes, bolas em aglomerado, etc.	0	0	0	0	0	1
Linhitas, não aglomeradas	0	22	0	0	41	0
Coques de hulha, de linhita ou de turfa	2.099	7	1	74	1	0
Semimanufaturados (2)	18	35	2	8	15	1
Alcatrões de hulha, de linhita ou de turfa	18	35	2	8	15	1
Manufaturados (3)	55.364	83.649	69.002	11.963	14.854	18.485
Naftaleno (prod. da destil. dos alcatrões)	160	914	385	61	195	139
Gás de hulha, água, etc. Exc. de petróleo	0	1	0	0	0	0
Benzóis (prod. da destil. dos alcatrões)	142	4.692	1.339	12	346	244
Xilóis (prod. da destil. de alcatrões)	0	0	0	0	1	1
Outras misturas de hidrocar. arom. destil.	38.395	31.323	28.002	3.889	3.863	5.424
Cresóis (fenólico)	5	10	15	6	11	16
Outros derivados fenólicos	0	0	5	0	0	6
Óleos de creosoto	266	234	1	79	89	2
Outros óleos e prods. da destil. de alcat.	568	27.130	19.860	250	2.601	4.770
Breu de alcatrões minerais	161	488	471	101	218	266
Toluóis (prod. da destil. dos alcatrões)	0	2.447	0	0	455	0
Pasta carbonada para eletrodos	12.247	14.316	15.246	4.713	5.300	5.699
Outros prepars. base grafita/outros carb.	1	12	2.319	8	11	960
Carvões ativados	3.419	2.082	1.359	2.834	1.764	958

Fonte: SECEX-DTIC / DNPM-DIRIN

Principais Países de Destino

(1) Noruega (65%) Argentina (22%) Índia (7%) Uruguai (3%) Peru (1%)

(2) Argentina (97%) Venezuela (2%) Paraguai (1%)

(3) Alemanha (30%) Argentina (22%) Estados Unidos (20%) México (8%) Venezuela (5%)

Capítulo 2 – A Empresa em Questão: Carbonífera Criciúma S.A.

2.1.Contexto Econômico

O contexto econômico-mercadológico em que está inserida a Carbonífera Criciúma S.A., bem como o restante das empresas produtoras de carvão da região ou mesmo no estado de Santa Catarina reflete o que normalmente ocorre para o setor carbonífero em nível nacional. A produção da empresa é baseada em um contrato de demanda com a usina termelétrica para qual é fornecido o carvão mineral, geralmente para um período de um ano a dois anos. Embora a capacidade de produção instalada da empresa supere a produção efetivamente realizada, o que neste caso poderia representar possibilidade de busca e competição por outros mercados, com a exceção de pequenos compradores dos setores de cerâmica e coque, o excedente de produção não é comercializado. Por um lado, os custos de transporte e escoamento da produção tornam tal alternativa inviável para compradores localizados a determinada distância da empresa. Por outro lado, o tipo de contrato firmado entre a empresa e a termelétrica não prevê o pagamento de prêmios para eventuais aumento de demanda ou melhora na qualidade do carvão mineral produzido. Assim, a situação atual de impossibilidade de atingir outros mercados aliada à execução de contratos com ausência de possibilidade de bonificações para a empresa funcionam de maneira a não estimular investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área de qualidade e principalmente no aproveitamento de toda a capacidade instalada de produção de carvão mineral.

Como discutido anteriormente, a quase totalidade da produção de carvão da região destina-se a atender a demanda do setor elétrico, representado pela usina termoelétrica Jorge Lacerda, localizada na cidade de Capivari de Baixo/SC. Como pode ser constatado pela tabela nº.7 e visualizado na figura nº.7 , 95,86% do carvão produzido em Santa Catarina permanece no setor elétrico, 2,7% no setor cerâmico e outros setores compartilham o 1,44% restante.

Tabela nº. 7 : Vendas de Carvão por Setor de Consumo em 1999 (t)

Setor	Paraná	Rio Grande do Sul			Total	S.Catarina	Total Geral
	Cambuí	Copelmi	C.R.M.	Palermo		SIEDESC	
Alimentos	x	48.339	x	x	48.339	2.091	50.430
Cerâmico	x	112	x	x	112	62.118	62.230
Cimento	x	8.796	x	142	8.938	0	8.938
Indústria	x	x	15.095	x	15.095	373	15.468
Coque	x	x	x	x	x	30.199	30.199
Elétrico	56.160	398.674	2.164.928	3.519	2.623.281	2.203.368	4.826.649
Agropecuário	x	54	x	x	54	111	165
Mineração	x	3.970	x	49.232	53.202	0	53.202
Papel e Celulose	x	219.588	x	x	219.588	0	219.588
Petroquímico	x	353.245	x	x	353.245	0	353.245
Siderúrgico	x	11.416	x	x	11.416	0	11.416
Higiene e Limpeza	x	2.547	x	x	x	0	0
Outros	60	142	x	x	202	337	539
Total	56.220	1.046.883	2.180.024	52.893	3.333.473	2.298.597	5.632.070

Fonte: Informativo Anual da Indústria Carbonífera, 2000 (DNPM).

Por outro lado, a quase totalidade das vendas do estado do Paraná estão concentradas no setor elétrico, ao passo que no estado do Rio Grande do Sul as vendas são distribuídas pelos 13 setores apresentados, com especial demanda registrada nos setores elétricos (38,1%), petroquímico (33,7%) e de papel e celulose (21%).

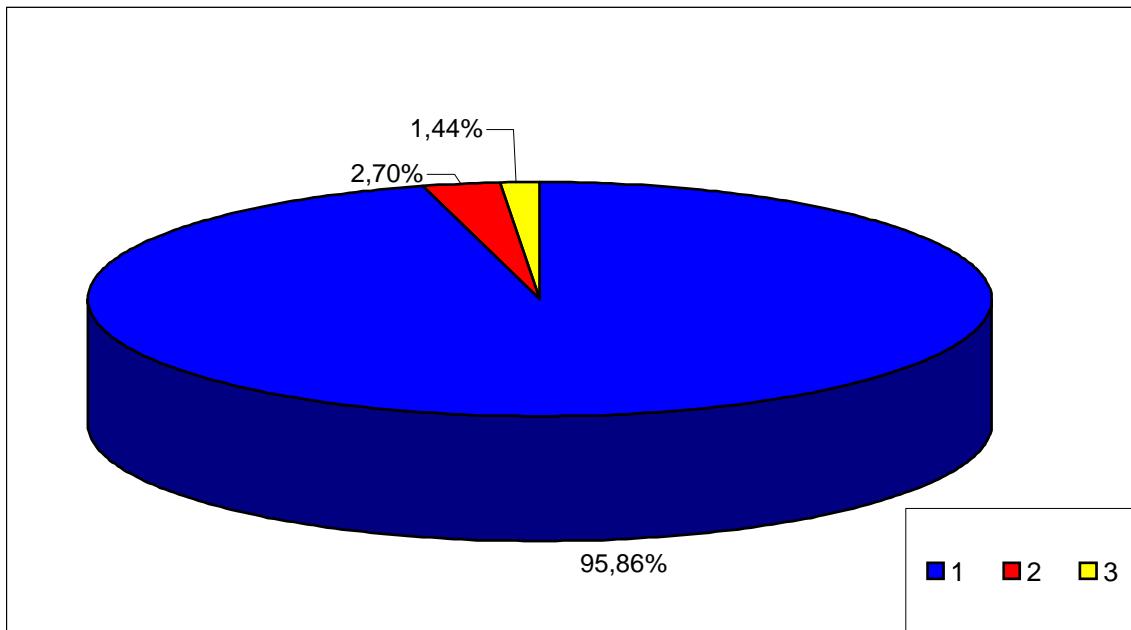


Figura nº.7. Percentagem do destino da produção em Santa Catarina, 1999.

Legenda: 1) Setor Elétrico; 2) Setor Cerâmico; 3) Outros.

Fonte: Informativo Anual da Indústria Carbonífera, 2000 (DNPM).

Anualmente ou bienalmente a direção da termoelétrica Jorge Lacerda se reúne com o sindicato patronal das empresas de mineração de carvão, e então negociam e posteriormente estabelecem um plano de demanda para um ano ou dois anos. Durante este período as empresas baseiam suas metas de produção neste plano de demanda, através de um contrato de produção previamente acordada. Incluído nesta negociação, se definem cotas de produção diferentes para cada empresa. Como pode ser visto na figura nº.8 e na tabela nº.8 a carbonífera Criciúma possui a maior produção vendável (24,59%), seguido pela Carbonífera Rio Deserto (20,80%) e em terceiro a Carbonífera Metropolitana

(19,12%), e portanto é possuidora de uma das maiores cotas. O último acordo foi assinado no dia 14 de abril de 2003 por um contrato de um ano.

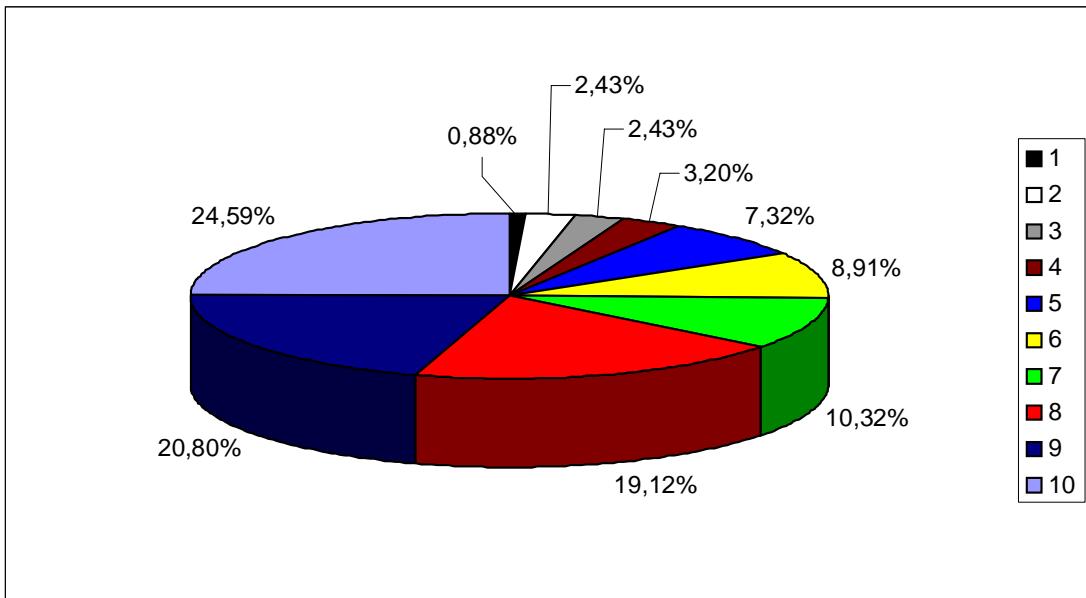


Figura nº. 8. Produção vendável em Santa Catarina , 1999.

Legenda: 1) Treviso; 2) Comim; 3)São Domingos; 4) Cocalit; 5) Catarinense; 6) Belluno; 7) Cooperminas; 8)Metropolitana; 9) Rio Deserto; 10) Criciúma.

Fonte: Informativo Anual da Indústria Carbonífera, 2000.

Tabela nº.8 : Produção Vendável em SC (1999).

Empresa	CE-4500	CE-5200/5400	CM Finos	Total
Treviso	19.814	x	x	19.814
Metropolitana	403.918	11.517	14.306	429.741
Criciúma	519.116	2.183	31.204	552.503
Cocalit	71.902	x	x	71.902
Comim	54.643	x	x	54.643
São domingos	54.643	x	x	54.643
Catarinense	164.433	x	x	164.433
Rio Deserto	446.637	170	20.535	467.342
Cooperminas	195.956	x	36.000	231.956
Belluno	200.300	x	x	200.300

Fonte: Informativo Anual da Indústria Carbonífera, 2000 (DNPM).

Assim, torna-se compreensível que a produção projetada da Carbonífera Criciúma S.A. para os anos futuros seja estável como aparece na tabela nº.9 em vista de um provável manutenção das cotas devido a ausência de perspectiva de aumento de produção a curto e médio prazo, ocasionado principalmente pelo custos elevados de escoamento da produção para outros mercados.

Tabela nº.9: Previsão da Produção – Carvão Beneficiado (t).

Tipo	2003	2004	2005	2006
CE-4500	491.400	491.400	491.400	491.400
CE-5200	-	-	-	-
CE-4800	50.400	50.400	50.400	50.400
CM-6500(FFM)	32.130	32.130	32.130	32.130
CE-7280(CMF)	30.123	30.123	30.123	30.123
Total	604.053	604.053	604.053	604.053

Fonte: Carbonífera Criciúma S.A.

2.2.Descrição Geral da Companhia

A Carbonífera Criciúma S.A. é uma empresa de mineração que surgiu da fusão de duas outras empresas no ano de 1943, a Carbonífera Caeté Ltda. e Carbonífera Cocal Ltda. Embora a sede da empresa esteja localizada no Município de Criciúma/SC, as atividades minerárias são desenvolvidas no município adjacente de Forquilhinha/SC através da exploração de jazida de carvão de propriedade da empresa. Atualmente a produção da empresa provém da única mina em operação, a Unidade de Mineração Verdinho – II que opera desde 1982, projetada para uma capacidade de produção de 2.760.000 t^{ROM}/ano. O carvão minerado é proveniente da camada de Barro Branco (*Betuminoso Alto Volátil*) através do processo de câmaras e pilares a cerca de 170m de profundidade, apresentando

uma reserva remanescente equivalente a cerca de 30.000.000 de toneladas *in situ*. Estão em fase de planejamento duas novas minas, representadas pelas Unidade Mineira III – Rio Queimado e Unidade Mineira IV – Volta Redonda que já se encontram devidamente pesquisadas, constituindo hoje um conjunto de reservas medidas equivalentes a 55.000.000 t de carvão “*in situ*”, distribuídas respectivamente entre as camadas Bonito (*Betuminoso Médio Volátil*) e Barro Branco, as quais deverão vir a ser exploradas também pelo método subterrâneo, através de câmaras e pilares.

Os valores referentes a produção de carvão ROM e de carvão beneficiado podem ser visualizados nas tabelas nº.10 e nº.11. A produção total anual média de carvão ROM nos quatro últimos anos foi de 1.295.259,75 t, no entanto, com variação de quase 50% entre os anos de 1999 e 2000 cujas causas residem no contexto econômico mencionado na seção acima baseado em contratos de metas e cotas pré-acordados. A Unidade de Mineração Verdinho – II contribuiu com uma média de 95,56% da produção total, com valores extremos novamente notados entre os anos de 1999 e 2000 de 92,93% e 99,25% sendo o restante proveniente de rebeneficiamento de produtos carboníferos das bacias 4A e 1A.

Tabela nº 10 . Produção: ROM (t)

Mina	1999	2000	2001	2002
UM II (SS)	1.016.191,00	1.541.521,00	1.202.134,00	1.206.117,00
Reb. (Bacia 4A)	46.563,00	-	14.600,00	-
Reb. (Bacia 1A)	30.751,00	11.718,00	51.444,00	60.000,00
Total	1.093.505,00	1.553.239,00	1.268.178,00	1.266.117,00

Fonte: Carbonífera Criciúma S.A.

Em relação ao carvão beneficiado a produção média anual dos últimos quatro anos foi de 621.905,21 t o que corresponde a uma recuperação média em torno de 48%. O carvão tipo CE – 4500 representou 76,66%, 94,12%, 83,15% e 93,62% da produção total

nos anos de 1999, 2000, 2001 e 2002 respectivamente, configurando-se assim como sendo o principal produto da Carbonífera Criciúma S.A.

Tabela nº.11. Produção: Carvão beneficiado (t)

Tipo	1999	2000	2001	2002
CE-4400	26.286,70	30.532,00	33.112,00	10.779,00
CE-4500	426.800,22	694.990,00	489.276,06	565.534,00
CE-4800	30.708,02	-	30.573,76	27.740,00
CE-5200	26.420,97	-	22.738,00	-
CE-6000	26.420,97	12.857,00	12.752,32	-
CE-7280	20.100,00	-	-	-
Total	556.736,88	738.379,00	588.452,14	604.053,00

Fonte: Carbonífera criciúma S.A.

No caso das vendas e transferências os números mudam sensivelmente. Embora a produção de carvão beneficiado do tipo CE – 4500 tivesse sido de 565.534 t foram vendidos um percentual de 86,89% deste total. Por outro lado, foram vendidos 50.400 t de CE – 4800 enquanto que a produção em 2002 tivesse permanecido em 27.740 t , isto é, 55,04% do que foi efetivamente vendido. Mais conspícuo foi o aparente déficit de 30.123 t vendidas de CE – 7280 enquanto que não houve registro de produção deste tipo de carvão nos últimos três anos. Como pode ser constatado na tabela nº.12 , tais valores se igualam a previsão de produção de carvão beneficiado para os próximos anos, pelo que se pode concluir que esta é a cota de produção estabelecida para a Carbonífera Criciúma S.A., previamente acordada. No entanto para cumprir a sua cota em relação aos outros tipos de carvão, da mesma maneira que as outras empresas carboníferas da região o fazem, a Carbonífera Criciúma S.A. compra o excedente de produção de outras empresas (e também

vende seu excedente motivo pelo qual sua produção de CE – 4500 ultrapassou a cota), referente ao tipo de carvão que falta para o cumprimento de sua cota. Tal interação garante que as empresas da região cumpram suas respectivas cotas e possam efetivamente cumprir seus contratos.

O preço dos quatro tipos de carvão comercializados atingiu o valor de R\$88,82 / t, o que gerou um faturamento bruto de R\$53.560.043,35, que por sua vez gerou transferências na forma de impostos, somando-se ICMS e CEFEM, em um total de R\$1.255.040,01.

Tabela nº.12. Vendas e Transferências no Ano (2002)

Tipo	(t)	R\$	ICMS (R\$)	CEFEM (R\$)
CE-4500	491.400,00	43.644.566,46	394.369,96	626.611,08
CE-4800	50.400,00	4.476.365,79	40.448,20	64.267,80
CE-5200				
CE-6500	32.130,00	2.853.683,19	25.785,73	40.970,72
CE-7280	30.123,00	2.675.427,91	24.175,02	38.411,49
Total	604.053,00	53.650.043,35	484.778,91	770.261,10

Fonte: Carbonífera Criciúma S.A.

Finalmente, a Carbonífera Criciúma S.A. possui um total de 522 empregados totalizando aqueles que trabalham na sede da empresa mais os outros que trabalham na Unidade de Mineração Verdinho – II . A distribuição pormenorizada por qualificação pode ser visto na tabela nº.13 Estes números permitem classificar a Carbonífera Criciúma S.A.

como sendo de grande porte, segundo a classificação do IBGE e da CNI (PARIZOTTO, 1995, p68, *op. Cit.*).

Tabela nº.13: Número de empregados na empresa (2002)

Qualificação	Direção Geral	Minas		Total
		1		
Eng. de Minas	1	2		3
Eng. Quím/Met/San	1	1		2
Eng. Mec./Elet.	0	2		2
Geólogo	1	1		2
Téc. Nív. Sup.	0	2		2
Téc. Nív. Méd.	0	34		34
Operários	4	409		413
Pes. Adm	19	45		64
Total	26	496		522

Fonte: Carbonífera Criciúma S.A.

2.3. A Variável Ambiental na Empresa

2.3.1. Aspecto Organizacional

O organograma da empresa Carbonífera Criciúma S.A. pode ser visualizado na figura nº.9. Como pode ser observado, existem apenas dois níveis hierárquicos, isto é, um em nível gerencial, o conselho dos diretores e cinco subordinados (divisões), a saber, a divisão química, técnica, de lavra, de beneficiamento e administrativa. As outras caixas são colaboradoras, são os constituintes das divisões a que estão ligadas, os departamentos.

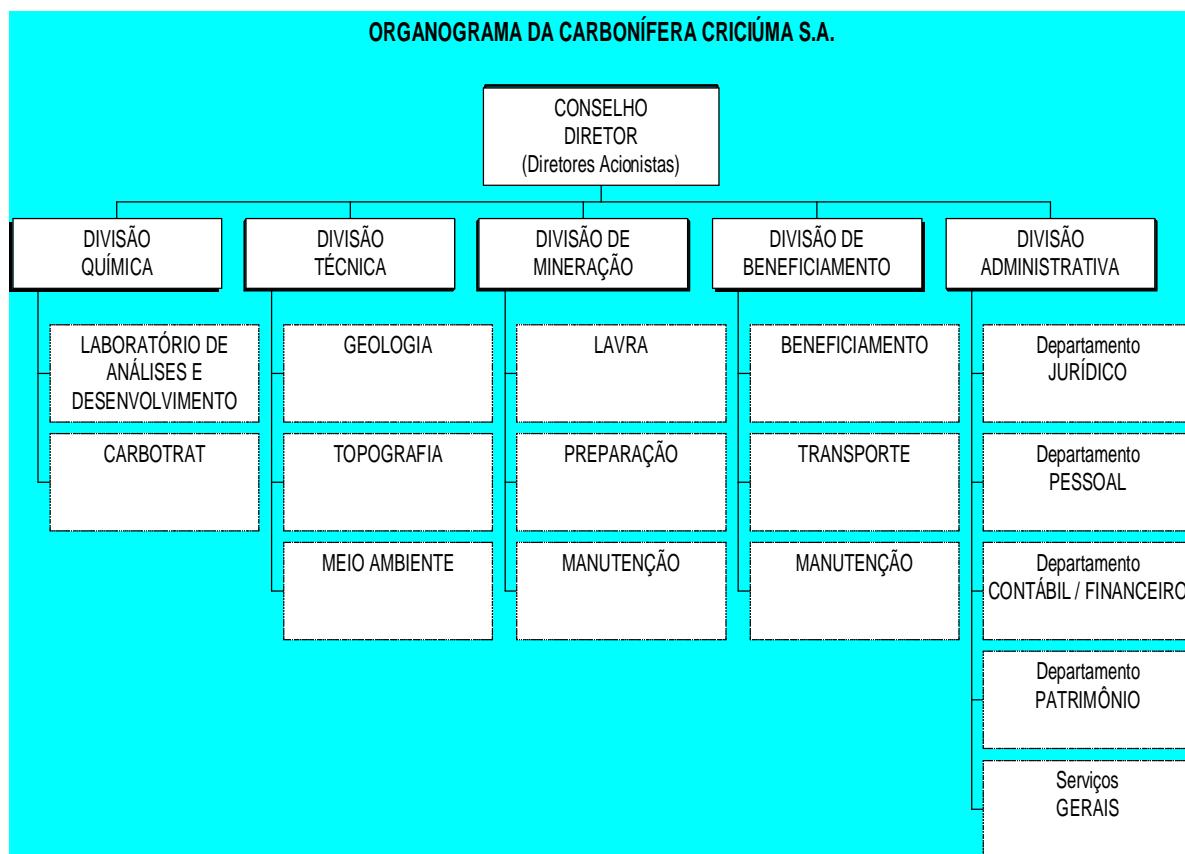


Figura nº.9. Organograma da empresa Carbonífera Criciúma S.A.

Fonte: Simplificado de carbonífera criciúma S.A (Divisão Técnica).

A Divisão Técnica da Carbonífera Criciúma congrega os serviços de geologia, topografia e meio ambiente, áreas que compreendem as atividades de Pesquisa, Planejamento e Projetos relacionados aos aspectos minerários e ambientais da empresa, dentre os quais destacam-se a própria implantação do Sistema de Gestão Ambiental na Unidade Mineira II – Verdinho; Projetos Técnicos envolvendo a implantação de duas Unidades Mineiras, UM III – Rio Queimado e UM IV – Volta Redonda; Projetos Ambientais e o próprio Planejamento da Lavra, executado em conjunto com a Divisão de Mineração da empresa. A coordenação destes trabalhos está sob responsabilidade do Chefe da Divisão Técnica, para o que conta com uma equipe formada por Geólogo, Engenheiros Químico, Agrimensor e Sanitarista, e outros profissionais de nível médio.

O departamento de meio ambiente é responsável pelo desenvolvimento e gerenciamento de um conjunto de medidas ambientais cujo objetivo é mitigar impactos advindos da atividade minerária. Estas medidas estão organizadas sob a forma de projetos ambientais em um total de dez, relacionados na tabela nº.15. Ainda responde pela contato e comunicação com a comunidade e também pelo envolvimento na implementação do SGA na unidade Mineira Verdinho II. O departamento conta com dois funcionários permanentes, um de nível superior (engenheiro sanitário) e outro de nível médio (técnico em mineração). As funções exercidas pelo primeiro se referem ao co-gerenciamento dos projetos ambientais em operação bem como da implantação dos projetos novos. Também é responsável pelo treinamento e conscientização ambiental de funcionários de outras divisões e departamentos, além de ser o responsável pela execução de pequenas obras referentes aos projetos ambientais. O segundo exerce funções de coleta de dados e monitoramento e como primeiro contato da empresa com a comunidade.

Além deste departamento, estão envolvidos diretamente nos assuntos ambientais da empresa, o chefe da Divisão Técnica e um representante do Conselho Diretor, principalmente em atividades de gerenciamento geral e planejamento.

2.3.2.Projetos Ambientais

Como pode ser visualizado na tabela nº.14 , a empresa já contava com uma série de projetos pré-implantação do SGA ,que aqui podem ser melhor definidos como sendo instrumentos de gestão ambiental da empresa.

Tabela nº.14.Projetos Ambientais da Empresa Carbonífera Criciúma S.A.

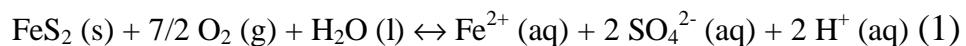
Projeto Ambiental	Breve descrição	Situação
<i>Tratamento de Efluentes</i>	Os efluentes ácidos gerados são tratados e descartados na drenagem local.	PO
<i>Reciclagem</i>	Reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados em todo o empreendimento.	EP
<i>Biomonitoramento</i>	Avaliação da qualidade do efluente por meio de testes de toxicidade através de indicadores biológicos.	IM
<i>Wetland</i>	Processo para tratamento passivo de efluentes por meio de plantas aquáticas.	IM
<i>Potabilização de Efluentes</i>	Aproveitamento do efluente tratado visando agregar qualidade /uso nobre da água.	EP
<i>Mata Nativa</i>	Preservação e reintrodução de espécies nativas locais.	PO
<i>Monitoramento</i>	Controle da qualidade do ar, água freática e efluentes gerados (Balanço Hídrico)	PO
<i>Dessulfurização</i>	Tratamento dos resíduos piritosos sólidos visando diminuir a carga poluidora dos rejeitos.	EP
<i>Remediação</i>	Trabalhos de recuperação de áreas degradadas pelos rejeitos gerados.	PO
<i>Plano de Controle Ambiental UM - Verdinho -II</i>	Procedimentos adotados para controle e mitigação das emissões (carga poluente)	PO

Legenda: EP - Fase de estudos e planejamento; IM - Fase de implantação;
PO - Plena operação

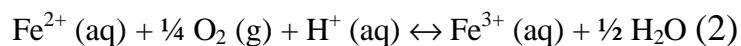
Dos projetos ambientais apresentados, 50% já estão em fase de plena operação, 20% em fase de implantação e 30% em fase de estudos e planejamento. Dentre estes projetos podem ser citados dois em especial, pelo fato de estarem em plena operação bem como de possuírem interesse primordial tanto sob aspectos de importância como de magnitudes dos impactos ambientais que almejam mitigar: O projeto de Tratamento de Efluentes e de Remediação.

O projeto de tratamento de efluentes pode ser apontado como um dos mais importantes para a empresa na área ambiental, visto ter sido o primeiro a entrar na fase de plena operação em 1999, e ser o mitigador principal (amparado pelo Plano de Controle Ambiental) de um dos maiores impactos ambientais adversos da mineração de carvão : a drenagem ácida.

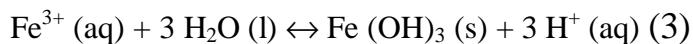
Segundo MENDONÇA et al. (2001, p.382-384)), a geração de drenagens ácidas está diretamente ligada a processos de oxidação ocasionados pela exposição de rochas contendo minerais sulfetados (especialmente pirita e pirrotita) em contato com o ar e a água, o que por sua vez resulta na produção de ácido e elevadas concentrações de sulfato e metais dissolvidos. A equação (1) representa a reação de oxidação da pirita:



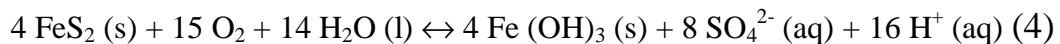
O resultado desta reação é a liberação de Fe(II), sulfato e íons hidrogênio, o que por sua vez, aumenta a quantidade de sólidos totais dissolvidos e a acidez da água. Por conseguinte, em ambientes nos quais parâmetros se comportam favoravelmente, como o pH baixo (1,5 e 3,5) e uma taxa apropriada de OD, há a possibilidade de ocorrer uma nova reação de oxidação , desta vez do Fe(II) :



Neste caso é pertinente destacar as bactérias ferro oxidantes que normalmente estão presentes nas águas de drenagem, cuja atividade desloca o equilíbrio da equação (2) significativamente no sentido dos produtos. O Fe (III) gerado na reação representada pela equação (2) sofre hidrólise equação (3) favorecida para valores de pH pouco mais altos resultando na precipitação do hidróxido de ferro. Isto acarreta a retirada de parte do Fe (III) disponível no sistema e também diminui o pH como na reação de oxidação em (1):



Ao se combinar as equações (1), (2) e (3) é gerada a equação (4):



Pode-se constatar que a cada mol de pirita que se oxida são gerados 2 moles de SO_4^{2-} e 4 moles de H^+ . O íon férrico (Fe^{3+}) liberado [equação (4)], pode, por sua vez, oxidar a pirita, como representado na equação (5):



A partir da reação representado pela equação (5) pode ser observado a geração de acidez adicional e o aumento da concentração de íons ferrosos em solução. Estes íons serão oxidados segundo a reação referente a equação (2) que é potencializada pela presença de bactérias. Assim é possível constatar que após a instalação do processo de oxidação e consequente acidificação, o mecanismo das reações se auto perpetua, claramente um caso de retroalimentação positiva.

Como mencionado, o oxigênio e água são essenciais no processo de geração de acidez, assim, aspectos como a disponibilidade e mecanismos de transporte destes reagentes devem sempre ser levados em consideração na estratégia para o gerenciamento dos resíduos ricos em sulfetos.

O transporte de oxigênio se dá por difusão ou advecção. O primeiro caso ocorre sempre que existir um gradiente de concentração deste gás entre dois pontos. No caso de uma pilha de resíduos (rejeitos/estéreis) este gradiente resulta da diferença da concentração de oxigênio nos poros do material entre dois pontos ou entre um ponto em seu interior e a atmosfera. O transporte por advecção em pilhas de resíduos é provocado por gradientes de pressão. Entre os principais mecanismos que geram gradientes de pressão significativos estão as correntes de vento e efeitos termais. As correntes de vento fazem com que o oxigênio entre em pilhas de forma turbulenta, oxigenando o sistema. Os efeitos termais surgem a partir do calor gerado pela reação exotérmica de oxigenação dos sulfetos. É este calor que tende a alterar a densidade dos gases, promovendo assim, sua movimentação, isto é, os gases menos quentes da superfície se movimentam para a zona aquecida dentro do sistema, e os gases aquecidos se movem para fora.

No caso do transporte de água, sua disponibilidade está associada necessariamente ao regime hídrico do local onde se localiza o depósito de resíduos, isto é, o escoamento superficial e à percolação. Logo, constam como sendo de importância para se definir o potencial gerador, a distribuição de chuvas, os riscos de inundação e a permeabilidade dos resíduos a água.

Ainda segundo MENDONÇA et al. (2001), para se recuperar áreas impactadas torna-se necessário a aplicação de um conjunto de técnicas que tem como objetivo: (i) a intervenção na origem do problema através da limitação do contato da água e do oxigênio com os sulfetos ou (ii) o tratamento das águas ácidas geradas ou uma combinação destas alternativas.

O projeto ambiental de tratamento de efluentes abrange o objetivo (ii) acima mencionado , e aliado a algumas medidas inclusas no plano de controle ambiental da unidade mineira Verdinho- II, promove também o objetivo (i) acima mencionado. A figura nº.10 mostra esquematicamente, o processo de tratamento de efluentes.

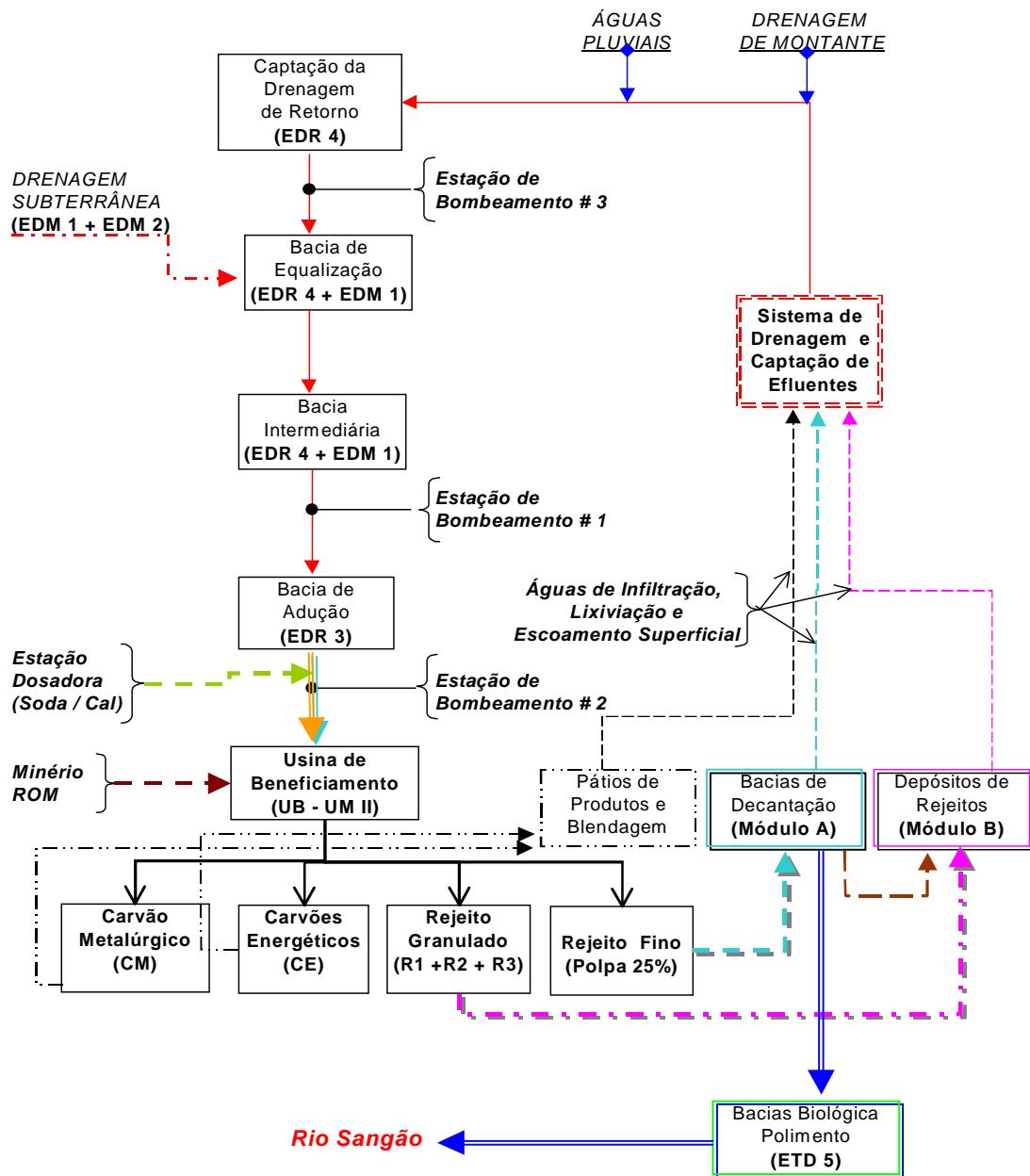


Figura nº.10. Modelo esquemático do projeto ambiental de tratamento de efluentes.

Fonte: Carbonífera Criciúma S.A.

O chamado efluente a ser tratado é composto por águas provindas de processos de drenagem subterrânea por um lado, e de águas provenientes de infiltração, lixiviação e escoamento superficial, por outro. Estas últimas, com as águas pluviais e de drenagem de montante, são captadas por canais periféricos que compõem um sistema de drenagem e captação de efluentes (figuras nº.11 e nº.12). As águas de drenagem superficiais carreiam os produtos da drenagem ácida o que faz com que o valor do pH diminua para cerca de 3,0 ao chegar na estação de bombeamento.

Lá, é adicionado um reagente que pode ser soda ou cal , que como consequência, aumentará o valor do pH. Tal elevação do valor de pH é altamente desejável visto que estas águas é que serão utilizadas pela a usina de beneficiamento, e a acidez , sabidamente, provoca danos em tubulações e tanques , o que aumentaria os gastos com manutenção. Feito a aplicação da soda ou cal, estas águas são bombeadas para a usina de beneficiamento através de um tubo transportador, a qual é alimentada com o carvão previamente britado. O efluente resultante é composto de rejeito fino , chamado de polpa, que é encaminhado para decantação no módulo A (figuras nº.11 e nº.12).



Figura nº.11. Foto aérea oblíqua da planta industrial pertencente à Carbonífera Criciúma S.A.. O contorno em amarelo e vermelho representa os canais periféricos do sistema de drenagem superficial.

Após a decantação, as frações sólidas sedimentadas são dragadas e acondicionadas no módulo B, juntamente com os rejeitos grossos (R_1 , R_2 e R_3) gerados na usina de beneficiamento. Em seguida o efluente tratado é direcionado para a estação de tratamento biológico por tubulação de descarga que posteriormente será canalizado para o rio Sanguão (figura nº.12).

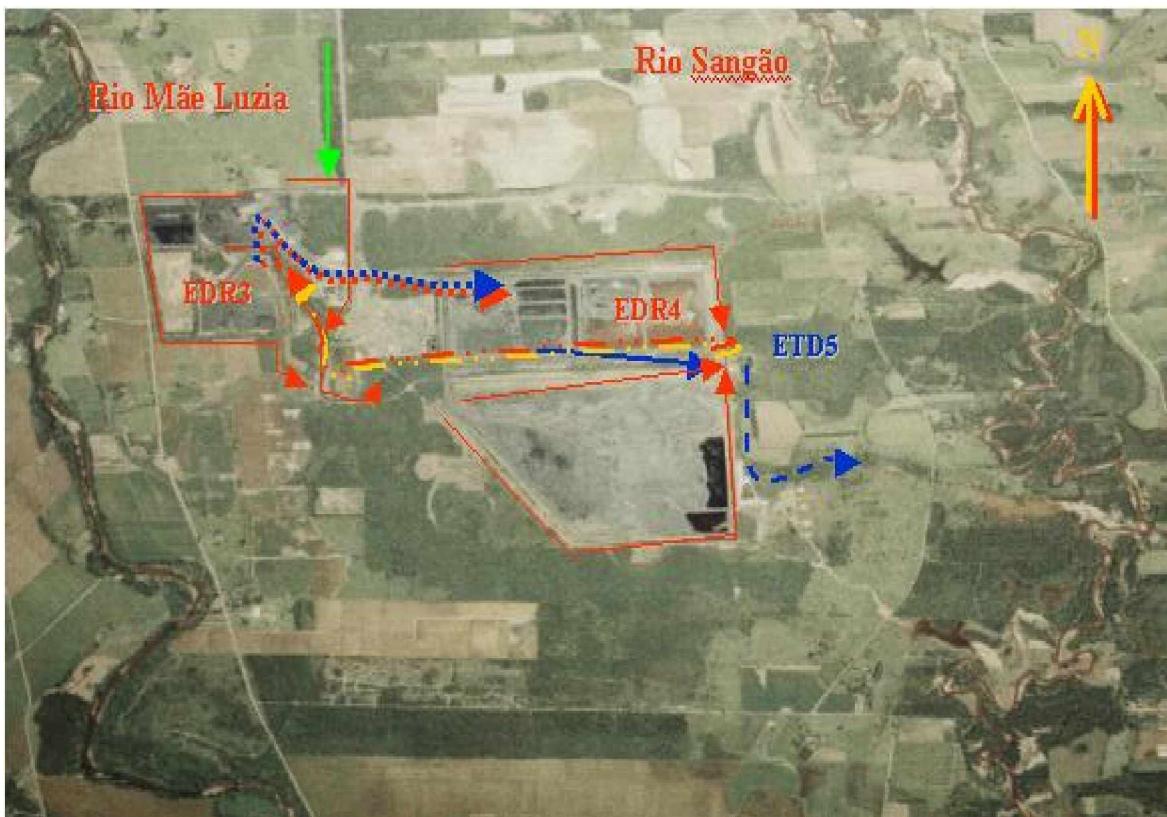


Figura nº.12. Foto aérea perpendicular da planta industrial da Carbonífera Criciúma S.A. As setas vermelhas mostram os canais periféricos; a seta verde indica o aporte de águas pluviais e de águas de drenagem de montante ; a seta vermelho-amarelo representa o bombeamento dos efluentes para a estação de adu o; a seta vermelho-azul representa o efluente p s beneficiamento; seta cont ua azul, efluente ap s decanta o no m dulo A; a seta tracejada azul representa o efluente ap s tratamento biol gico.

O Projeto de Remediação além ter como vertente principal a recuperação de áreas degradadas por rejeitos relativos a planta da Unidade de Mineração Verdinho-II também possuiu, em passado recente, uma vertente mais abrangente. Isto por que a Carbonífera Criciúma S.A. teve participação em um projeto maior, desenvolvido pelo CETEM, o projeto conceitual de recuperação ambiental da bacia carbonífera Sul-Catarinense encerrado em 2000, que contou com outras empresas carboníferas empenhadas na recuperação de áreas degradadas – que hoje estão inativas – pela atividade mineradora no passado.

Com o passar do tempo o módulo B – que é a área utilizada para depósito e acondicionamento dos rejeitos – tornar-se-á inviável para posteriores aportes de mais rejeitos. Medidas para a gestão desta área incluem impermeabilização de taludes, adição de solo permeável e consequente revegetação, o que pode ser visualizado nas figuras nº.13 e nº.14 . A área usada para tal medida localiza-se no terreno retangular ao lado do poço 2, figura nº 11.

Primeiramente há uma compactação do rejeito piritoso fino, seja naturalmente ou com o auxílio de maquinaria apropriada. Em seguida, é feito a impermeabilização com a adição de uma camada argilosa plástica para que seja evitado o contado de rejeito com a água por percolação e infiltração. O próximo passo consiste em se aplicar uma nova cobertura de solo , porém este sendo permeável e próprio para o crescimento e desenvolvimento de vegetais. Finalmente, a revegetação se dá com a ocorrência natural de espécies herbáceas principalmente pertencente a família das gramíneas, e posteriormente espera-se a ocupação progressiva de espécies subarbustivas e arbustivas.

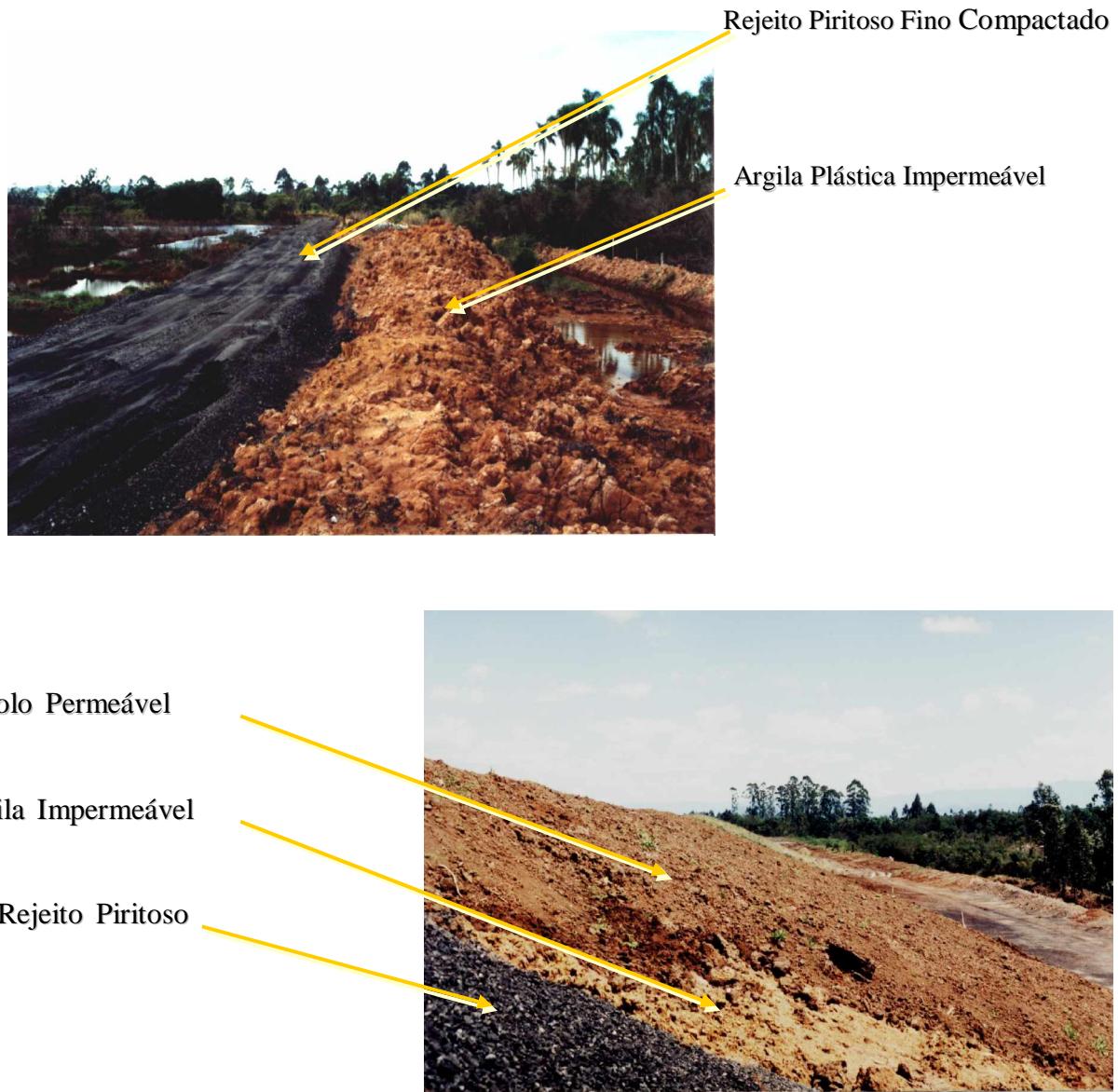
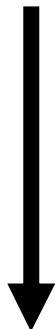


Figura nº.13. Fotografia mostrando as camadas relativas ao processo de impermeabilização e adição de solo.



IMPERMEABILIZAÇÃO



REVEGETAÇÃO

Figura nº.14. Fotografias mostrando o resultado dos processos de impermeabilização/revegetação.

Os projetos ambientais acima explicitados podem ser melhor caracterizados como sendo instrumentos de gestão ambiental privada. Alguns foram desenvolvidos e implantados através de uma atitude reativa, isto é, em resposta condicionada a algum instrumento legal observado pelo órgão ambiental, como é o caso do projeto ambiental de Tratamento de Efluentes. Por outro lado, o projeto ambiental *wetland* é proveniente de uma atitude pró-ativa, visto ter sido uma iniciativa da empresa, ou seja, sem a existência de legislação específica que culmine em uma obrigação para a mesma.

Atualmente, a Carbonífera Criciúma S.A. está em fase de transição para, o que pode ser considerado, um terceiro estágio de atitude relativo a assuntos ambientais. Tal estágio é a integração das ações ambientais da empresa através da implantação um sistema de gestão ambiental. Este sistema tem como característica fazer parte do sistema de gestão global da empresa, e inclui a estrutura organizacional em conjunto com atividades de planejamento, práticas, procedimentos, processos e recursos utilizados para o desenvolvimento, implementação, análise crítica e manutenção da política ambiental (ABNT, 1997, p. 4)

2.4. As Normas da Série ISO 14000 e o Sistema de Gestão Ambiental

Segundo ALMEIDA, *et al.* (2000, p.52), gestão ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, na conquista da qualidade ambiental desejada, e para atingir essa meta, ao menor custo, de forma permanente, o chamado Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é a estratégia indicada. A tendência atual é de que as empresas façam do seu desempenho ambiental fator diferencial no mercado, o que significa adotar requisitos internos até, em alguns casos, mais restritivos que os legalmente impostos no País. Postura que é condizente com as exigências atuais do mercado, especialmente às empresas exportadoras.

O Sistema de Gestão Ambiental, implantado e gerenciado através das normas da série ISO 14000, prevê a adoção de ações preventivas e corretivas à ocorrência de impactos adversos ao meio ambiente. Implica na tomada de atitudes pró-ativas e criativas com relação às questões ambientais. Assim, o objetivo do sistema de gestão ambiental é assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa.

A série de normas ISO14000 foi iniciada em 1996 com o estabelecimento de cinco normas. A norma NBR ISO 14001:1996 fornece especificações e diretrizes de uso para o SGA. Contém os requisitos necessários para a implantação do SGA, cujo modelo está ilustrado na figura nº.15. Deve-se destacar que é a única passível de certificação.



Figura nº.15. Modelo do Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001.
Fonte:ABNT

A NBR ISO 14004:1996 pode ser considerada uma norma de apoio a NBR ISO 14001:1996, pois apresenta princípios e sistemas e técnicas de apoio a implantação do SGA, funcionando como documento orientador do desenvolvimento e implementação de princípios e o sistema de gestão ambiental. As normas NBR ISO14010:1996, NBR ISO 14011:1996 e NBR ISO 14012:1996 referem-se a auditoria ambiental relacionada ao sistema de gestão ambiental em questão, respectivamente estabelecendo os princípios gerais para a auditoria ambiental, os procedimentos de auditoria e os critérios para a qualificação de auditores ambientais (ABNT, 1997, p.1).

Em 1997 foi editada a norma ISO 14040:1997, que diz respeito a gestão ambiental referente aos princípios básicos da avaliação ciclo de vida de produtos. As normas ISO 14041:1998 e ISO/TR 14061:1998 (relatório técnico) foram estabelecidas em seguida, sendo a primeira referente a definição de objetivos e escopo e análise de inventário na avaliação do ciclo de vida de produtos, e a segunda, para o auxílio específico a organizações e indústrias florestais no uso das normas NBR ISO 14001:1996 e NBR ISO 14004:1996. Em 1999 quatro normas foram editadas, das quais duas abordam a rotulação ambiental e declarações de maneiras diferentes: a ISO 14021:1999 trata de alegações ambientais auto-declaradas (tipo II); e a ISO 14024:1999 trata dos princípios e procedimentos da rotulação ambiental (tipo I). Já a ISO 14031:1999 estabelece as diretrizes sobre a avaliação do desempenho ambiental e a ISO 14032:1999 cita exemplos de avaliação de desempenho ambiental.

Em 2000, novamente os assuntos ciclo de vida e rotulagem ambiental são evidenciados por cinco normas. Através das normas ISO 14020:2000 e ISO 14025:2000 (tipo III) são feitas as referências aos princípios gerais e as declarações ambientais do tipo III, respectivamente. As normas ISO 14042:2000, ISO 14043:2000 e ISO 14049:2000 dizem respeito à avaliação do ciclo de vida de produtos, abordando respectivamente avaliação do impacto do ciclo de vida, interpretação do ciclo de vida e exemplos de aplicação da norma ISO 14041:1998 sobre a definição de objetivos e escopo e análise de

inventário. Em 2001 apenas uma norma foi editada, a ISO 14015 sobre gestão ambiental, especificamente sobre a avaliação de sítios e organizações.

Em 2002, a norma ISO/TS 14048:2002 (suporte técnico) foi editada e aborda o ciclo de vida especificando o formato da documentação dos dados, também no mesmo ano, a ISO 14050:2002 que estabelece a significação do vocabulário utilizado pela série ISO 14000 e a ISO/TR 14062:2002 a qual dispõe sobre a integração de aspectos ambientais no desenho e desenvolvimento de produtos.

É interessante mencionar a edição da ISO 19011:2002 que fornece diretrizes para auditagem de sistemas de gestão ambiental ou de qualidade, que por sua vez substitui as normas NBR ISO 14010:1996, NBR ISO 14011:1996 e NBR ISO 14012:1996. Finalmente , estão ainda em fase de produção o relatório técnico ISO/TR 14047 sobre aplicação da norma ISO14042:2000, o rascunho de trabalho ISO/WD 14063 referente a diretrizes e exemplos de comunicações ambientais e o item de trabalho aprovado ISO/AWI 14064 que diz respeito a medição, reportagem e verificação de emissões de gases de efeito estufa (ISO, 2003, p.8-9).

Claramente pode ser distinguido dois grupos de normas cujos objetivos se atem a dois níveis diferentes: (i) o organizacional e (ii) o de produtos e serviços. A figura nº. 16 ilustra tal afirmação. As normas que foram e estavam sendo utilizadas até a conclusão da presente dissertação dizem respeito ao nível organizacional: a ISO 14001:1996 e a ISO 14004:1996 que ajudam a empresa a estabelecer um novo sistema de gestão ambiental ou melhorar um já existente (ISO, 2003, p.10-11).

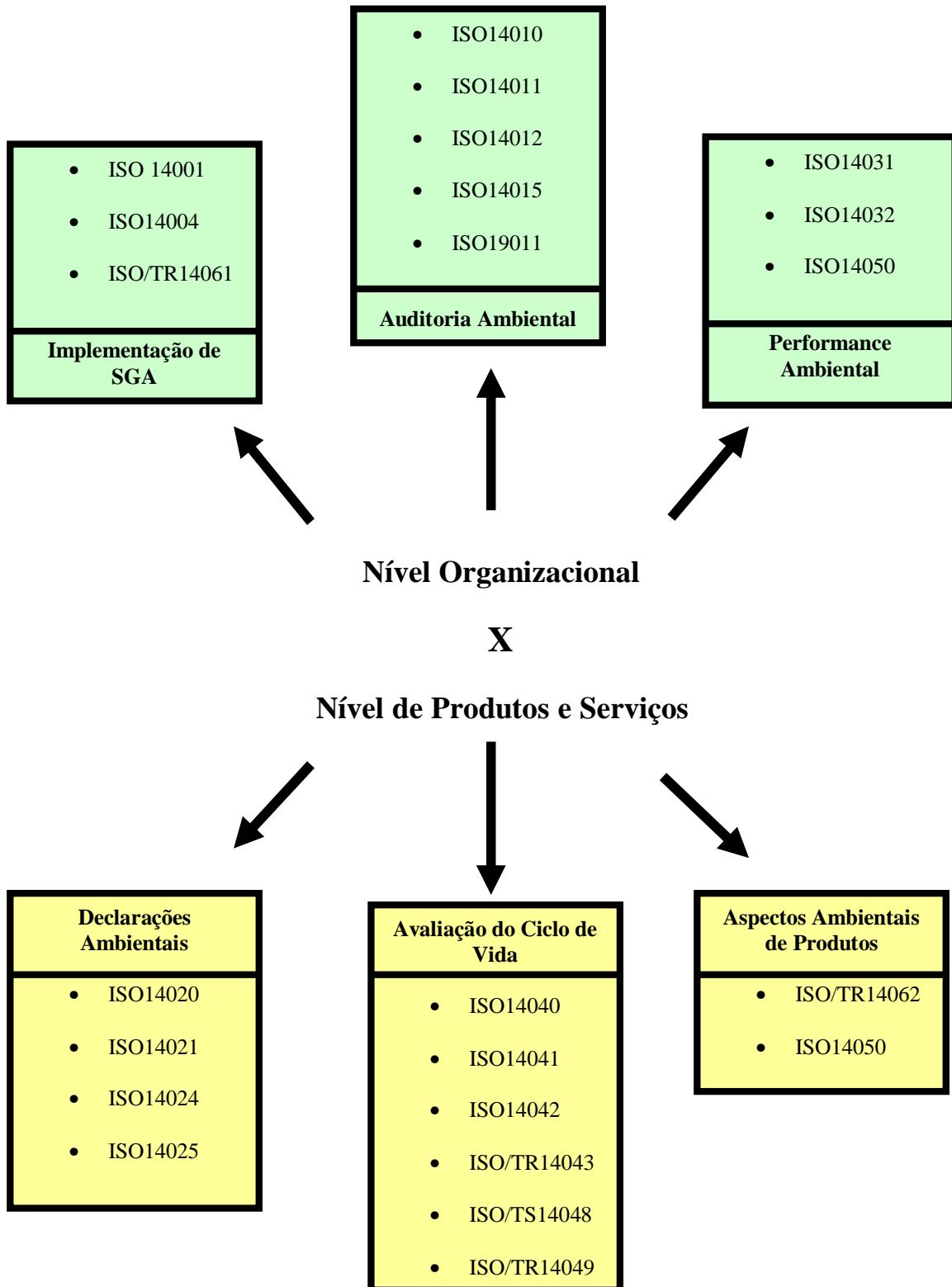


Figura nº.16. Áreas de aplicação das Normas da Série ISO 14000. Modificado de www.ISO.org.

Capítulo 3- Metodologia de Pesquisa

3.1.Objetivos

Baseado no que foi dito anteriormente a respeito das características do sistema de gestão ambiental, a presente dissertação possui os seguintes objetivos:

- (i) *Acompanhar e descrever o processo de implantação do sistema de gestão ambiental referente a NBR ISO 14001:1996 na empresa Carbonífera Criciúma S.A., Criciúma, Santa Catarina, Brasil realizado pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e consultores associados do período de março de 2002 a maio de 2003;*
- (ii) *Constatar a proposição de que a implementação da política ambiental através da implantação de SGA referente a NBR ISO 14001:1996 possuirá como benefícios potenciais da prevenção da poluição: i) redução de impactos ambientais adversos, ii) melhoria de eficiência de processos e iii) redução de custos; e*
- (iii) *Propor recomendações para elaboração de modelo de projeto de implantação de SGA que reflita a experiência obtida na pesquisa para auxiliar outras empresas do setor de mineração de carvão da bacia sul catarinense a implantar semelhante sistema.*

3.2. Metodologia de Pesquisa

Para se atingir com segurança os objetivos da presente dissertação torna-se necessário a utilização de métodos e técnicas de pesquisas condizentes com o tipo de conhecimento abordado. E para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitem a sua verificação (GIL, 1991). Para estabelecermos a metodologia correta necessita-se identificar o campo de conhecimento científico em que estão inseridos os objetivos. Na figura nº.17 temos a classificação das ciências segundo Lakatos e Marconi :

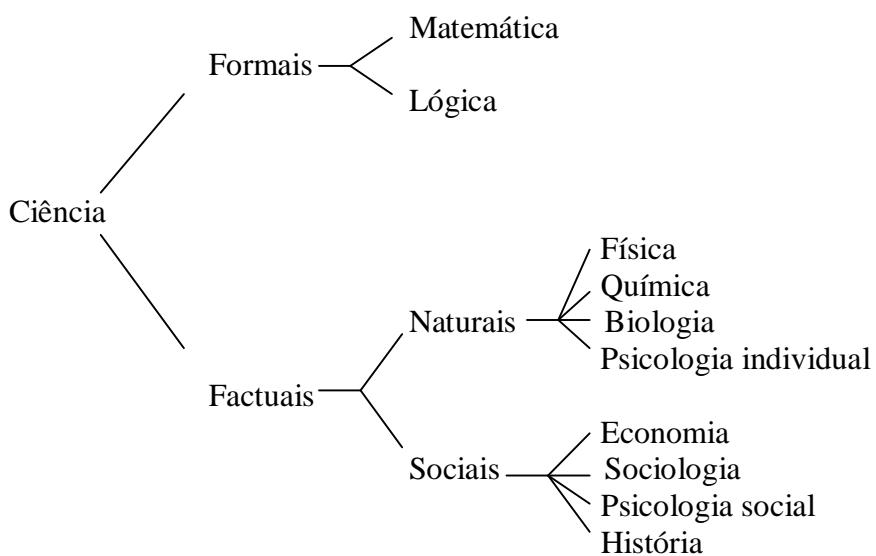


Figura nº.17. Classificação das ciências.

Fonte: LAKATOS e MARCONI, 1982

Com relação ao conteúdo, Rudolf Carnap (LAKATOS & MARCONI, 1982, p.25) dividiu a ciência em: *ciências formais*, que usando definições e conceitos kantianos, contêm apenas enunciados analíticos, isto é , cuja verdade depende unicamente do significado de seus termos ou de sua estrutura lógica; e *ciências factuais*, que , além dos enunciados

analíticos, contêm sobretudo os sintéticos, aqueles cuja verdade depende não só do significado de seus termos, mas igualmente dos fatos a que se referem.

Entre as primeiras encontram-se a lógica e a matemática que, não tendo relação com algo encontrado na realidade, não podem valer-se dos contatos com essa realidade para convalidar suas fórmulas. Por outro lado, a física e a sociologia, sendo ciências factuais, referem-se a fatos que supostamente ocorrem no mundo e, em consequência, recorrem à observação e a experimentação para comprovar (ou refutar) suas fórmulas.

Por exclusão, podemos afirmar que os objetivos da dissertação estão inseridos no grupo das ciências factuais. Também podemos afirmar sua inserção nas ciências sociais, visto que sua definição abrange um conjunto de disciplinas que tentam de forma objetiva estudar os sistemas e estruturas sociais, os processos políticos e econômicos, as interações de grupos ou indivíduos diferentes, com a finalidade de fundamentar um *corpus* de conhecimentos passíveis de verificação (SILVA *et al.*, 1986, p.184).

Indo mais além, Idalberto Chiavenato define como sendo a tarefa atual da administração a interpretação dos objetivos propostos pela organização e transformá-los em ação organizacional por meio do planejamento, organização, direção e controle de todos os esforços realizados em todas as áreas e em todos os níveis da organização, a fim de alcançar tais objetivos da maneira mais adequada à situação. Assim, a administração é o processo de planejar, organizar, dirigir e controlar o uso de recursos a fim de alcançar objetivos (CHIAVENATO, 1998, p. 9).

Resumindo, os objetivos dessa dissertação dizem respeito a descrever, analisar e interpretar se os resultados são condizentes com a proposição enunciada, referente a um esforço administrativo da organização em direção a solução de um problema de cunho ambiental. Finalmente a definição de “gestão” : ato de gerir; gerência, administração (AURÉLIO, 1986), além do exposto acima, nos possibilita classificar a presente dissertação como sendo uma pesquisa em gestão ambiental, vide figura nº 18. Ao classificar aqui ,

“gestão ambiental” como constituinte de uma teoria geral da administração, não significa reduzir a área de conhecimento conhecida como gestão ambiental de característica inter e multidisciplinar à administração, mas sim identificar sob quais aspectos estamos analisando e interpretando o problema proposto.

CIÊNCIA à CIÊNCIAS FACTUAIS à CIÊNCIAS SOCIAIS à
à ADMINISTRAÇÃO à GESTÃO AMBIENTAL

Figura nº.18. Hierarquia inclusiva das abordagens científicas adotada no presente trabalho.

3.3.Pesquisa Social

O termo pesquisa se refere, no âmbito da atividade científica, ao processo inquiridor de fenômenos com o propósito de compreendê-los e explicá-los. A pesquisa científica supõe uma convergência de teoria e pesquisa ou inquirição de fenômenos particulares . A Teoria como sistema de proposições de certo grau de generalização requer confirmação como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico (SILVA *et al.*, 1986, p.891). O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos. De acordo com o exposto anteriormente, torna-se necessário definir pesquisa social, esta sendo o processo que, utilizando a metodologia científica, permite a obtenção de novos conhecimentos no campo da realidade social. Realidade social é entendida aqui em sentido bastante amplo, envolvendo todos os aspectos relativos ao homem em seus múltiplos relacionamentos com outros homens e instituições sociais (GIL ,1991, p.92).

3.4.Delineamento da Pesquisa

O delineamento refere-se ao planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, envolvendo tanto a sua diagramação quanto a previsão de análise e interpretação dos dados. As preocupações essencialmente lógicas e teóricas da fase anterior cedem lugar aos problemas mais práticos de verificação. O delineamento ocupa-se precisamente do contraste entre a teoria e os fatos, e sua forma é a de uma estratégia ou plano geral que determine as operações necessárias para fazê-lo, isto é, a etapa em que o pesquisador passa a utilizar os chamados métodos particulares, já que estará preocupado fundamentalmente com os meios técnicos da investigação (GIL, 1991, p.110).

A função da hipótese é afirmar uma relação específica entre fenômenos, de tal maneira que esta relação possa ser empiricamente verificada. Isto é, deve ser demonstrado empiricamente se a hipótese é ou não, provável. O método básico desta demonstração é planejar a pesquisa de maneira que, baseada nos resultados, a lógica vai exigir aceitação ou a rejeição da hipótese. Isto exige controle das observações para eliminar outras relações possíveis. Um aspecto básico do planejamento da pesquisa, portanto, é projetar a pesquisa de maneira a permitir derivar conclusões lógicas (GOODE e HATT, 1973, p. 121). A partir do exposto acima, podemos afirmar que o delineamento da pesquisa deve estar em perfeita sintonia com a hipótese ou hipóteses levantadas. Isso deve necessariamente culminar em uma proposta de pesquisa que reflita diretamente no tipo de resposta que se pretenda responder.

3.5.A Estratégia

Segundo YIN (2001, p.21), ao se escolher determinada estratégia de pesquisa deve-se ter em mente que tipo de perguntas pretende-se responder. Isto é, quando se deve utilizar a realização de um experimento? Um levantamento? Uma pesquisa histórica? Ou um estudo de caso? Uma interpretação equivocada muito comum é a que as diversas estratégias de pesquisa devem ser dispostas hierarquicamente. Estudos de casos são apropriados à fase exploratória de uma investigação, que os levantamentos de dados e as pesquisas históricas são apropriadas à fase descritiva e que os experimentos são a única maneira de se fazer investigações explanatórias ou causais. Certamente sempre houve experimentos motivados por razões exploratórias. Além disso, o desenvolvimento de explanações causais sempre representou uma séria preocupação para os historiadores, refletida pelo subcampo conhecido como historiografia.

A visão mais apropriada dessas estratégias diferentes é pluralística. Pode-se utilizar cada estratégia por três propósitos – exploratório, descritivo ou explanatório. Deve haver estudos de caso exploratórios, descritivos ou explanatórios, bem como experimentos abordando esses três propósitos. O que diferencia as estratégias não é essa hierarquia, mas três outras condições: (i) no tipo de questão de pesquisa proposto; (ii) na extensão de controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais efetivos; e (iii) no grau de enfoque em acontecimentos históricos em oposição a acontecimentos contemporâneos. O quadro nº.3 ilustra a relação entre tais condições e as estratégias de pesquisa (YIN, 2001, p.23).

ESTRATÉGIA	FORMA DA QUESTÃO DE PESQUISA	EXIGE CONTROLE SOBRE EVENTOS COMPORTAMENTAIS	FOCALIZA ACONTECIMENTOS CONTEMPORÂNEOS
EXPERIMENTO	COMO, POR QUE	SIM	SIM
LEVANTAMENTO	QUEM, O QUE, ONDE, QUANTOS, QUANTO	NÃO	SIM
ANÁLISE DE ARQUIVOS	QUEM, O QUE, ONDE, QUANTOS, QUANTO	NÃO	SIM / NÃO
PESQUISA HISTÓRICA	COMO, POR QUE	NÃO	NÃO
ESTUDO DE CASO	COMO, POR QUE	NÃO	SIM

Quadro nº 3. Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa.

Fonte: YIN, 2001.

3.6. O estudo de caso

O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório do historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. Novamente, embora os estudos de casos e as pesquisas históricas possam se sobrepor, o poder diferenciador do estudo de caso é a sua capacidade de lidar com um ampla variedade de evidências –

documentos, artefatos, entrevistas e observações – além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. Além disso, em algumas situações, como na observação participante, pode ocorrer manipulação informal (YIN, 2001, p.27).

De acordo com a definição proposta por YIN (2001, p. 32), um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. A investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e , como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo. Como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

Existem quatro tipos básicos de projetos para estudos de caso que usualmente são utilizados (figura nº.19). A matriz presume que estudos de caso único e de casos múltiplos refletem situações de projeto diferentes e que, dentro desses dois tipos, também pode haver unidades unitárias ou múltiplas de análise. Assim, para a estratégia de estudo de caso, os quatro tipos de projetos são: (i) projetos de caso único (holístico); (ii) projetos de caso único (incorporados); (iii) projetos de casos múltiplos (holísticos); e (iv) projetos de casos múltiplos (incorporados). Uma distinção básica que deve ser feita ao se projetar estudos de caso é entre projetos de caso único e de casos múltiplos. Significa a necessidade de se decidir, antes da coleta de dados, se será utilizado um estudo de caso único ou de casos múltiplos ao se formular as questões de pesquisa (YIN, 2001, p.61).

	Projetos de caso único	Projetos de casos múltiplos
Holísticos (unidade única de análise)	TIPO 1	TIPO 3
Incorporados (unidades múltiplas de análise)	TIPO 2	TIPO 4

Figura nº19. Tipos básicos de projetos para estudos de caso.

O estudo de caso único é um projeto apropriado em várias circunstâncias. Primeiramente, um estudo de caso é análogo a um experimento único e muitas das condições que servem para justificar um experimento único também justificam um estudo de caso único. Dois fundamentos lógicos podem ser destacados. Um, para caso único, quando ele é decisivo ao se testar uma teoria bem-formulada. A teoria especificou um conjunto claro de proposições, assim como as circunstâncias nas quais se acredita que as proposições sejam verdadeiras. Para confirmar, contestar ou estender a teoria, deve existir um caso único, que satisfaça todas as condições para se testar a teoria. O caso único pode, então, ser utilizado para se determinar se as proposições de uma teoria são corretas ou se algum outro conjunto alternativo de explanações possa ser mais relevante. O segundo, refere-se ao caso em que o estudo de caso único que pode ser conduzido como introdução a um estudo mais apurado, como uso de estudos de caso como mecanismos exploratórios ou a condução de um caso-piloto que é o primeiro de um estudo de casos múltiplos (YIN, 2001, p.62).

Além do fato de estudos de caso variarem entre único ou múltiplos, podem também, variar quanto ao fato de serem holísticos ou casos incorporados. O mesmo estudo de caso pode envolver mais de uma unidade de análise. Isso ocorre quando, dentro de um caso único, se dá atenção a uma subunidade ou a várias subunidades. Cada unidade de análise exigiria um projeto de pesquisa sutilmente diferente e uma estratégia de coleta de dados. Especificar corretamente as questões primárias da pesquisa traria como consequências a seleção das unidades apropriadas de análise (YIN, 2001, p.64).

As evidências para um estudo de caso podem vir de seis fontes distintas: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Além da atenção que se dá a essas fontes em particular, alguns princípios predominantes são importantes para o trabalho de coleta de dados na realização dos estudos de caso. Inclui-se aqui o uso de (YIN, 2001, p.105):

- a) várias fontes de evidências, ou seja, evidências provenientes de duas ou mais fontes, mas que convergem em relação ao mesmo conjunto de fatos ou descobertas;*
- b) um banco de dados para o estudo de caso, isto é, uma reunião formal de evidências distintas a partir do relatório final do estudo de caso; e*
- c) um encadeamento de evidências, isto é, ligações explícitas entre as questões feitas, os dados coletados e as conclusões a que se chegou.*

Para a realização da análise das evidências, se torna necessário a identificação de estratégias analíticas, bem como de métodos de análise (principais e secundários). A análise de evidências (dados) consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas ou, do contrário, recombinar as evidências tendo em vista proposições iniciais de um estudo. Existem basicamente duas estratégias: (i) uma que se baseia nas proposições teóricas, e a outra (ii), que desenvolve uma descrição de caso (YIN, 2001, p.132).

A primeira e mais preferida estratégia é seguir as proposições teóricas que levaram ao estudo de caso. Os objetivos e o projeto originais do estudo baseiam-se, presumivelmente, em proposições como essas, que, por sua vez, refletem o conjunto de questões da pesquisa, as revisões feitas na literatura sobre o assunto e as novas interpretações que possam surgir. As proposições supostamente dão forma ao plano da coleta de dados e, por conseguinte, estabeleceriam a prioridade às estratégias analíticas relevantes. A segunda estratégia analítica geral é desenvolver uma estrutura descritiva a fim de organizar o estudo de caso. Em outras situações, o primeiro objetivo do estudo de caso pode não ser uma descrição, mas uma abordagem descritiva pode ajudar a identificar as ligações causais apropriadas a serem analisadas (YIN, 2001, p.133).

Dentre os métodos de análise principal pode-se citar a (i) adequação ao padrão, (ii) construção da explanação, (iii) análise de séries temporais e (iv) modelos lógicos de programa e quanto a métodos secundários utiliza-se análise de unidades incorporadas de análise, observações repetidas e a abordagem de levantamento de dados de casos.

Para a análise de estudo de caso, uma das estratégias mais desejáveis é utilizar a lógica de adequação ao padrão. Essa lógica compara um padrão fundamentalmente empírico com outro de base prognóstica (ou com várias outras previsões alternativas). Se os padrões coincidirem, os resultados podem ajudar o estudo de caso a reforçar sua validade interna. Se o estudo de caso for explanatório, os padrões podem se relacionar às variáveis

dependentes ou independentes do estudo (ou a ambas). Se o estudo de caso for descritivo, a adequação ao padrão ainda é relevante, visto que o padrão previsto de variáveis específicas é definido antes da coleta de dados (YIN, 2001, p.136).

Um segundo método analítico principal constitui, de fato, um tipo especial de adequação ao padrão, porém o objetivo é analisar os dados do estudo de caso construindo uma explanação sobre o caso. O terceiro método analítico é conduzir uma análise de séries temporais, diretamente análoga à análise de séries temporais realizadas em experimentos e em pesquisas quase-experimentais. Finalmente, o quarto método principal de análise é, na verdade, uma combinação de técnicas de adequação ao padrão e de análise de séries temporais. O padrão que está sendo buscado é o padrão-chave de causa-efeito entre variáveis independentes e dependentes, porém estabelecendo um encadeamento complexo de eventos (padrão) ao longo do tempo (série temporal) (YIN, 2001, p.140 e p.143).

Esse conjunto de abordagens chamado de métodos secundários de análise consiste em técnicas incompletas de análise, visto que devem ser utilizadas em combinação com um dos métodos principais de análise a fim de produzirem uma análise completa e confiável do estudo de caso. Quando um projeto de estudo de caso inclui uma unidade incorporada de análise as abordagens analíticas relevantes podem tratar de aproximadamente qualquer uma das técnicas nas ciências sociais. Isso porque a estratégia analítica pertinente refletiria as proposições que devem ser examinadas para a unidade incorporada. Essas proposições estariam relacionadas às proposições para o caso maior. As observações repetidas constituem outra modalidade. Quando são feitas ao longo do tempo, esse tipo de análise pode ser considerado uma espécie toda especial de análise de séries temporais. No entanto, as observações repetidas também podem ser feitas com base em um corte transversal - locais repetidos ou para outras localidades das unidades incorporadas de análise dentro do mesmo caso. Em razão disso, considera-se a utilização de observações repetidas uma abordagem analítica separada da análise de séries temporais. Uma alternativa final de método secundário de análise limita-se àquelas situações em que há vários estudos de caso

disponíveis para análise. Em tais casos o resultado não provém de um único caso mas representam toda uma literatura de inúmeros estudos (YIN, 2001, p.150-152).

Convém neste momento, descrever com maior precisão o projeto de pesquisa realizado, vinculando cada objetivo à explanação elaborada e apontando de maneira sistemática a sua organização geral do estudo de caso.

3.7. Resumo da Metodologia

A pesquisa relatada nesta dissertação possui duas vertentes básicas: uma de caráter descritivo, isto é referente ao objetivo (i) e outra de caráter explanatório relativo a constatação da proposição presente no objetivo (ii). O objetivo (iii) pode ser considerado como uma vertente aplicada, pois procura utilizar os dados obtidos através dos objetivos (i) e (ii) para auxiliar a resolução de um problema de ordem prática, para futuros projetos de implantação de sistemas de gestão ambiental baseados na norma ISO 14001.

Trata-se de uma pesquisa que enfoca acontecimentos contemporâneos, tanto no sentido de que aborda um projeto atual e recente, bem como no sentido de que os estudou ao passo em que estes ocorreram. Por outro lado não exigiu controle dos eventos comportamentais, sendo este controle improvável, pelo próprio tema da pesquisa (administrativo, social). Por fim, pretende responder a pergunta: como se deu a implantação do SGA referente a norma ISO 14001 na empresa Carbonífera Criciúma S.A.? e também, constatar a proposição contida na norma ISO 14001 de que a implantação do SGA trará como benefícios a redução de impactos ambientais adversos, a melhoria da eficiência de processos e a redução de custos para uma empresa de mineração de carvão com características próprias e inserida em um contexto sócio-econômico único. Os aspectos acima claramente direcionam para um estudo de caso.

O estudo de caso é único, pois envolve apenas uma empresa. Porém , trata-se de um estudo de caso incorporado, pelo fato de conter três unidades múltiplas de análise: (i) a análise de redução de impactos ambientais adversos, (ii) a melhoria da eficiência de processos e a (iii) redução de custos.

As fontes de evidências utilizadas se concentram em:

- (iv) entrevistas pessoais feitas ao coordenador de implantação do SGA o engenheiro Paulo Sérgio Soares do CETEM;
- (v) entrevistas sob formas de questionários e pessoais para o geólogo Carlos Henrique Schneider chefe da divisão técnica da empresa;
- (vi) análise de registros em arquivo da empresa, documentos legais e jornais; e
- (vii) observação direta na planta da empresa bem como na unidade Mineira Verdinho – II.

As estratégias de análise utilizadas referem-se a descrição da implantação do SGA, aliada à constatação da proposição teórica relacionada ao objetivo (ii) o que pode ser considerado como uma utilização conjunta das duas estratégias. Quanto ao método principal de análise, claramente a adequação ao padrão no sentido de que a proposição utilizada é na realidade um padrão encontrado para empresas que implantaram o SGA referente a norma ISO 14001, bem como a descrição realizada está de acordo com a ordem de implantação que consta na referida norma. Finalmente , como método de análise secundária são utilizados unidades de análise incorporadas (análise de redução de impactos ambientais adversos, melhoria da eficiência de processos e redução de custos), cujos resultados fazem parte de uma análise maior , o estudo de caso da empresa em si.

Capítulo 4 – Descrição e Análise do Processo de Implantação do SGA

4.1. Fatores Condicionantes

Os fatores condicionantes dizem respeito aos motivos que levaram a direção da empresa a desejar a implantação do SGA ISO 14001 na Unidade Mineira Verdinho-II e na sede. Para estabelecer a origem e a identificação de tais fatores indutores da implantação foi realizada uma entrevista baseada em um questionário estruturado. Tal questionário, na realidade, apresentava dez itens em que o entrevistado atribuía importância de 1 a 5 (1 nenhuma importância e 5 suma importância) , cujo o resultado é apresentado na tabela nº. 15. Também foi perguntado se haveria outro item, além dos dez apresentados, que tivesse tido alguma importância, que neste caso foi negativo.

Apresentados como fatores de suma importância estão os itens **b** e **f** , representados pelo Ministério Público Federal e a termoelétrica Jorge Lacerda, respectivamente. No primeiro caso, o MPF aceitou a implantação do SGA como uma atitude válida para conceder à Carbonífera Criciúma um acordo similar a um TAC – termo de ajuste de conduta – e assim prosseguir funcionando, sem o qual possivelmente haveria algum tipo de intervenção judicial na empresa. No segundo caso, a própria termoelétrica Jorge Lacerda já se encontrava em processo de implantação de SGA. Em função disso, a Carbonífera Criciúma S.A. previu que futuramente a termoelétrica passaria a fazer exigências ambientais para a compra do carvão e então, levando tal fato em consideração, propôs a implantação do SGA.

Tabela nº. 15. Fatores condicionantes para a implantação do SGA ISO 14001 na empresa

a) Exigência de Órgãos ambientais	1
b) Exigência de Órgãos jurídicos	5
c) Pressão da comunidade	1
d) Exigência do Sindicato Patronal	1
e) Maior competitividade	3
f) Exigência do Comprador	5
g) Exigência de Órgão financiador	1
h) Marketing	4
i) Pressão de acionistas	3
j) IBRAM	1

Legenda: 1-nenhuma importância; 2-pouca importância
3-média importância; 4-muita importância; 5-suma importância

O marketing é apontado como sendo um fator de muita importância e embora não tenha efeito direto para a expansão de negócios referente ao carvão mineral energético pela própria característica do mercado. Talvez tenha para outros produtos em processo de desenvolvimento e a serem desenvolvidos pela empresa.

Com média importância encontram-se maior competitividade e pressão de acionistas. Esta competitividade está relacionada tanto à imagem e status da empresa no cenário nacional em referência à conquista de prêmios empresariais e o título de empresa

líder no setor de mineração de carvão, como pelos possíveis benefícios provenientes da implantação de um SGA como a própria melhoria da eficiência de processos e redução de custos. Em referência à pressão de acionistas, estes compõem a alta direção da empresa , sendo óbvia e de grande importância o interesse e envolvimento dos mesmos.

A metade dos itens (cinco) recebeu grau 1 , isto é, nenhuma importância em que estão incluídos o próprio IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração), órgão de financiamento, sindicato patronal (SIECESC), a comunidade e o órgão ambiental (FATMA). O IBRAM representa uma instituição que promove as chamadas boas práticas no setor de mineração, incluindo as do campo ambiental, dentre as quais ainda não exige necessariamente que uma empresa deva combater seus problemas ambientais através da implantação de um SGA. No caso do órgão de financiamento, simplesmente não há. Quanto ao SIECESC, possivelmente possui uma postura ambiental similar a do IBRAM, porém com ação mais específica ao setor de mineração de carvão do estado de Santa Catarina. Não houve pressão da comunidade tanto no sentido que esta culminaria na opção pela empresa de implantar o SGA, bem como na exigência específica desta atitude, possivelmente pela localização relativamente erma da planta industrial, tanto quanto o pequeno número de moradores imediatamente adjacentes a mesma. Finalmente, o órgão ambiental representado pela FATMA, que não teve nenhuma importância como processo indutor da implantação do SGA. Tal fato indica que as abordagens e estratégias utilizadas por este órgão são de cunho estritamente fiscalizador, uma vez que tais atitudes provindas do órgão não foram direcionadas no sentido de estimular a adoção deste empreendimento administrativo-ambiental (SGA) ou mesmo mencioná-lo como alternativa viável de auxílio à adequação ambiental.

4.2. Descrição do Processo de Implantação do SGA na Empresa

Os dados apresentados neste capítulo se referem às fases plenamente consolidadas, isto é, formalmente documentadas, bem como fases que estão em processo de consolidação cujos dados foram obtidos através de entrevistas ou registros em arquivos informalmente documentados.

As fases do processo de implantação aqui abordados dizem respeito a fase de política ambiental, planejamento e implementação e operação, fases estas em diferentes estágios de conclusão, como pode ser melhor compreendido através do quadro nº4. Como pode ser observado e melhor constatado no capítulo 5, o processo de implantação não seguiu uma trajetória linear, isto é, seguindo formalmente etapa por etapa e item por item.

Quadro nº.4 Etapas envolvidas na implantação do SGA.

Etapa	Item	Situação
Política Ambiental	x	Completo
Planejamento	Aspectos ambientais	Completo
	Requisitos legais e outros	Completo
	Objetivos e metas	Início
Implementação e Operação	Estrutura e responsabilidade	em andamento
	Treinam., Conscient., e compet.	em andamento
	Comunicação	em andamento
	Documentação do SGA	em andamento

4.2.1. 1^a Etapa: Política Ambiental

O processo de desenvolvimento da política ambiental da Carbonífera Criciúma S.A. contou com a participação de três grupos funcionalmente distintos, que em conjunto chegaram a conclusão do documento final. Estes foram: (i) o grupo de implantação do SGA, representado por técnicos do CETEM e consultores associados; (ii) o pessoal de produção da mina, representado por técnicos de nível superior e de nível médio de diversos departamentos e; (iii) pelo conselho diretor, composto pelos diretores acionistas da empresa.

Inicialmente, o grupo de implantação do SGA promoveu uma série de palestras, seminários e reuniões sobre temas ambientais transversais para os outros grupos como iniciação e fornecimento de subsídios para a própria discussão da política ambiental. Em seguida , através de debates em conjunto com o pessoal de produção da mina chegou-se a construção do chamado texto básico da política ambiental. Este documento foi, então, encaminhado ao conselho diretor que após algumas considerações o retornou com aprovação. O próximo passo foi inserir esta informação no manual de gestão ambiental da empresa que previamente já vinha sendo elaborado. Após reexame pela direção, foi requerido que se simplificasse o documento final da política ambiental, visto ter sido considerado pelo conselho diretor extenso e redundante em algumas situações. Finalmente, o produto final pode ser visto pela reprodução integral do documento referente a política ambiental da empresa abaixo:

“POLÍTICA AMBIENTAL DA CARBONÍFERA CRICIÚMA S.A.

Considerando que a mineração de carvão vem contribuindo para com o progresso das comunidades e das nações, a Carbonífera Criciúma S.A. , tendo em vista a sua tradição de pioneirismo no atendimento à demanda social e econômica e em consonância com os

princípios do desenvolvimento sustentável, declara seu compromisso de produzir bens minerais, identificando, avaliando e gerenciando os riscos ambientais, para o que assume os princípios a seguir relacionados:

- Manter a condição de referência na gestão ambiental da mineração de carvão;
- Otimizar processos, produtos e serviços, visando à melhoria contínua do desempenho ambiental;
- Atuar de forma ambientalmente responsável, mantendo programas de treinamento e aperfeiçoamento dos seus colaboradores;
- Aplicar os princípios do desenvolvimento sustentável na produção de bens minerais, contribuindo para a melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida;
- Agir de forma pró-ativa frente aos regulamentos corporativos e à legislação ambiental;
- Promover a divulgação sistemática de sua política, diretrizes e desempenho ambiental para seus colaboradores, fornecedores, clientes, governo e sociedade.”

Em referência ao parágrafo introdutório, algumas observações sobre a motivação da adoção de uma política ambiental pela empresa podem ser apontadas: (i) a explicitação da importância de sua atividade para a sociedade; (ii) do período de tempo em que já se encontra no mercado e o modo com que lida com demandas de ordem social e econômica; (iii) o fator ambiental como fazendo parte de sua conduta ; e (iv) o compromisso definido com relação aos riscos ambientais. Nas observações de (i) a (iii), pode considerá-las como uma indicação de um resumo, razoavelmente padronizado, da função social e conduta da

empresa para se criar um chamado “pano de fundo” em que se desenvolve o documento. Com respeito a observação (iv) há a afirmação do efetivo compromisso em se lidar com todos os riscos ambientais advindos da produção de carvão mineral, o que significa envolver não só área onde se faz necessário a utilização, como o volume espacial compreendendo parte da bacia aérea e parte do subsolo e saídas de matéria e energia proveniente do espaço utilizado para a produção.

Para a realização de tal compromisso o documento fornece seis princípios básicos que suporão uma série de medidas administrativas e de engenharia na empresa. O primeiro princípio estabelece diretamente que o desenvolvimento da gestão ambiental na Carbonífera Criciúma S.A. deverá estar sempre de alguma forma avaliado como sendo de ponta, isto é, a melhor do setor. Esta diretriz por si só deverá provocar investimentos constantes ou pelo menos periódicos com referência a gestão ambiental na empresa , pois a empresa deverá estar sempre realizando investimentos, quase que em um ritmo de uso da melhor prática possível.

O segundo diz respeito a uma revisão de todos os processos realizados na produção gerando como consequência o aumento da eficiência dos mesmos o que pode significar redução de uso de insumos, assim aumentando o desempenho ambiental. Também é mencionado produtos e serviços, o que pode significar uma melhora de desempenho ambiental não só para a Carbonífera Criciúma S.A., mas também para o consumidor desses produtos e serviços, visto estarem realizando a combustão de carvão mineral de alguma forma menos poluente ou a utilização de serviços cujo protocolo compreende medidas ambientais preventivas.

O terceiro princípio refere-se a manutenção de programas de treinamento e consequente aperfeiçoamento de seus colaboradores, o que pode ser entendido como capacitação do corpo de funcionários e terceiros que estejam envolvidos direta ou indiretamente na produção de carvão mineral. Como benefícios do cumprimento deste princípio pode-se citar um maior entendimento da importância da implantação de novos

programas de gestão ambiental bem como na colaboração para o pleno funcionamento destes.

O princípio quarto caracteriza-se por não ser específico, pelo contrário, amplo e geral, pois trata da aplicação de um conjunto de outros princípios que constituem o chamado desenvolvimento sustentável que como consequência promove a melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida. Este princípio (quarto) funciona como “fundo”, no sentido de que engloba todas as outras ações que não estão contempladas nos outros princípios listados no documento.

O quinto princípio estabelece a forma de atitude da empresa em respeito aos requisitos legais bem como corporativos, isto é, relativos as boas práticas do setor. Este princípio pode ser considerado subsidiário ao princípio primeiro, no sentido de que caso o primeiro não se aplique , ou seja, o requisito em foco não diga respeito ou não afete a posição de referência em gestão ambiental , certamente o fará em respeito a este princípio de pró-atividade, inerente ao próprio significado do termo.

Finalmente, o sexto e último princípio que trata da divulgação do resultado da gestão ambiental realizada na empresa para todos os envolvidos e atingidos pela produção de carvão. É óbvio que tal princípio esteja desde já em funcionamento visto que a presente dissertação está contribuindo para a divulgação do que consta neste princípio, bem como a própria autorização da Carbonífera Criciúma S.A. para não só o uso de dados da implantação do SGA como aqueles referentes a outras atividades da empresa.

Uma conclusão mais completa só poderá ser efetuada ao término do ciclo do sistema de gestão ambiental , principalmente com dados referentes a fase de análise crítica pela administração. Tal fato mostrará eventuais necessidades quanto a modificação, exclusão ou inclusão de princípios na declaração de política ambiental da Carbonífera Criciúma S.A., para com isso, se atingir uma situação gerencial de melhoria contínua na

empresa. No entanto pode-se afirmar que a atual política ambiental atende as diretrizes estabelecidas na norma ISO 14001 :

- a política ambiental é apropriada à natureza de suas atividades em decorrência do primeiro princípio; a escala e aos impactos ambientais pelo conjunto dos princípios;
- O comprometimento com a melhoria contínua é citado no segundo princípio e a prevenção da poluição é incluída no primeiro e quarto princípios;
- O atendimento a legislação e normas ambientais aplicáveis são mencionados no quinto princípio;
- O fornecimento de estrutura para o estabelecimento e revisão dos objetivos e metas ambientais é atendida no sentido de que os princípios primeiro, segundo, quarto e quinto de fato propõem tópicos a serem abordados neste item e garantem a revisão dos mesmos visto que não restringem possíveis mudanças futuras;
- As características relativas a clareza, tamanho, redação e aplicabilidade da política ambiental fazem com que esta seja perfeitamente documentada, implementada, mantida e comunicada satisfatoriamente a todos empregados;e
- A declaração de política ambiental está disponível para exame público , inclusive por meios eletrônicos.

4.2.2. 2^a Etapa: Planejamento

Esta etapa compõem-se de quatro itens: (i) aspectos ambientais; (ii) requisitos legais e outros requisitos; (iii) objetivos e metas ambientais; e (iv) programas de gestão ambiental. Destes itens somente os dois primeiros foram completados, estando o terceiro em fase de discussão e estudos. O primeiro item exige da empresa o estabelecimento e manutenção de procedimentos para fins de identificação de aspectos ambientais que possam ser controlados e que possam vir a se tornar impactos ambientais. O segundo , trata das questões legais afetas ao meio ambiente que sejam aplicáveis a todas atividades da empresa, bem como outros requisitos tais como códigos de boas práticas das indústrias do setor ou acordos com autoridades públicas (ABNT, 1997, p.5).

4.2.2.1. 1º Item: Aspectos ambientais

A conclusão deste item culminou com a elaboração de uma listagem que inclui os aspectos ambientais relativo as todas atividades que a empresa empreende, não só na área da Unidade Mineira II – Verdinho situada no município de Forquilhinha, bem como na sede, localizada no município de Criciúma. E a partir do exame dos aspectos ambientais chegou-se aos impactos ambientais racionalmente dedutíveis ou empiricamente constatados.

A lista dos aspectos ambientais é constituída por sete partes diferentes, representando sete áreas da empresa com atividades distintas:

- Área de apoio;
- Escritório central;
- Laboratório – escritório central;
- Lavra subterrânea;
- Usina de beneficiamento;

- Transporte e embarque do carvão
- Disposição de rejeitos e tratamento de efluentes

A área de apoio, pela própria natureza e função, envolve o maior número de atividades ou serviços (38): **1.portaria, 2.pátio geral, 3.pátio de sucatas, 4.pátio do almoxarifado, 5.pátio de serviços, 6.escritórios, 7.consultório médico, 8.ambulatório, 9.apontadoria, 10.elevador do poço I, 11.vestiários e banheiros, 12.carpintaria, 13.borracharia, 14.oficina de veículos, 15.lavagem e lubrificação de veículos, 16.galpão de soldagem, 17.oficina mecânica, 18.oficina elétrica, 19.almoxarifado, 20.posto de abastecimento, 21.bacia de coleta das águas do pátio de lavação, 22.salas da sondagem, topografia e meio ambiente, 23.sala de treinamento, 24.sala de seção de pessoal, 25.sala de compras, 26.refeitório e cozinha, 27.fabricação de parafusos de teto, 28.fábrica e oficina de roletes, 29.ferraria, 30.jateamento de areia e pintura, 31.transporte em vagonetas, 32.sala de lanternas, 33.pátio de serviços, 34.forjaria, 35.afiação de brocas e bits, 36. oficina de martelos, 37.coleta de lixo e 38. sondagem na superfície.**

Relacionados a estas atividades ou serviços foram identificados 149 aspectos em que há real possibilidade de interação com o meio ambiente. Deste número existem 29 ocorrências para o aspecto ambiental “uso de energia”, 17 para “uso de água”, 15 para “geração de ruídos”, 13 para “geração de lixo” , 11 para “derramamento de óleos e graxas” e 10 para “geração de resíduos sólidos”. A partir da análise dos aspectos ambientais foram indicados e projetados 355 impactos ambientais. Dentre os impactos ambientais adversos mais recorrentes estão “uso de recursos naturais” com 50 ocorrências que envolve não só usos de energia elétrica e água como também utilização de madeira pela atividade carpintaria , lenha pela forjaria, cal virgem e carvão vegetal pela ferraria; e principalmente impactos sobre as águas representado pela trétrade de impactos ambientais “contaminação das águas superficiais” , “contaminação do corpo hídrico receptor” , “degradação da qualidade das águas superficiais” e “degradação da qualidade das águas subterrâneas” que juntas resultaram em 82 ocorrências. Por outro lado, dentre os impactos ambientais benéficos pode ser citado “preservação de recursos naturais” com o acúmulo de sucatas de

ferro pela atividade de fabricação de parafusos de teto e fábrica e oficina de roletes para posterior reutilização.

As áreas identificadas como “Escritório Central” e “Laboratório – Escritório Central” estão localizadas fora da planta da unidade de mineração Verdinho – II, localizadas no município de Criciúma. O escritório central possui apenas 4 atividades ou serviços distinguíveis: ***1.salas e áreas internas; 2.banheiros, copas e lavanderia; 3.iluminação de salas, jardins etc.; e 4.jardinagem.*** No Laboratório o número anterior se repete: ***1.análises químicas e físico-químicas; 2.lavagem de vidraria; 3.manutenção do espectrofotômetro; e 4.salas anexas.*** Juntas , estas duas partes acumularam 38 aspectos ambientais que totalizaram 109 impactos ambientais deriváveis. Dentre os aspectos ambientais mais recorrentes cita-se o “uso de energia” com 6 ocorrências e “geração de lixos orgânico” e “geração de lixo inorgânico” que somados resultaram em 8 ocorrências. No caso de impactos ambientais , a “degradação da qualidade do ar” aparece 24 vezes.

A parte referente a “Lavra Subterrânea” envolve 11 atividades: ***1.preparação da frente de lavra, 2.carregamento dos furos, 3.desmonte de frente de lavra e galerias de desenvolvimento, 4.carregamento e transporte do ROM, 5.escoramento do teto, 6.drenagem/represamento das águas da mina, 7.sondagem de subsolo, 8.exaustão de ar, 9.manutenção, 10.transportes de pessoal, 11.retirada de lixo e resíduos.*** Por outro lado, a parte “Usina de Beneficiamento” conta com apenas 5 atividades: ***1.britagem; 2.estocagem de material no pátio; 3.concentração do carvão; 4.bacias de decantação do concentrado da flotação; 5. laboratório.***

Somados os números de ocorrências de aspectos ambientais de ambas as partes chega-se ao valor de 41. Novamente o aspecto “uso de energia” é predominante com 12 ocorrências em 16 possíveis. O restante dos aspectos ambientais são bastante específicos e pouco recorrentes como “armazenamento inadequado de sucatas e outros detritos da mina” e “uso de cloreto de zinco” ambos com 1 ocorrência , “geração de drenagem ácida” com 2 ocorrências ou mesmo atividades que não possuem aspectos ambientais como a número 2

referente à lavra subterrânea. Em respeito aos impactos ambientais estes somam um total de 97 , que destes 22 se restritos a impactos ambientais relativos às águas e 18 relativos ao uso ou depleção de recursos naturais exemplificados madeira , carvão ou mesmo água.

Finalmente, a área de “Transporte e Embarque de Carvão” e a área de “Disposição de Rejeitos e Tratamento de Efluentes” completam a análise. A primeira pôde ser dividida em 7 atividades ou serviços: 1.*estocagem de carvão*; 2. *embarque de carvão*; 3. *recuperação da área*; 4.*transporte de carvão*;5. *transporte de rejeitos*; 6. *transporte geral interno*; 7. *transporte geral externo*. Apresentou 35 ocorrências de aspectos ambientais, que culminou em um número de 82 impactos ambientais. O aspecto ambiental “geração de particulados” aparece em 6 ocorrências das 7 possíveis, ausente somente na atividade 3. Como impactos diretamente associados a este aspecto ambiental têm-se “danos à saúde humana, flora e fauna” e “degradação da qualidade do solo e águas”.

A segunda conta com apenas 3 atividades que são: 1.*disposição de rejeitos sólidos*; 2. *sistema de tratamento de efluentes*; 3. *usina de beneficiamento de finos do módulo A*. Identificou-se 22 aspectos ambientais representados com 69 impactos ambientais. O aspecto ambiental “derramamento de óleos e graxas” ocorreu nas três atividades. Torna-se oportuno destacar a ocorrência de aspectos ambientais de caráter geomorfológicos como “alteração de relevo original” , “eliminação de alagados e várzeas” e “assoreamento de canal natural de águas superficiais”, estes devido à preparação do terreno para implantação do projeto ambiental de tratamento de efluentes.

A tabela nº.16 compara números referentes aos aspectos e impactos ambientais. Pode-se perceber que mais da metade de todos os aspectos ambientais e praticamente a metade dos impactos ambientais identificados estão concentrados na área de apoio, que basicamente envolve todas as atividades que não foram incluídas nas outras 6 áreas. Por outro lado cada aspecto ambiental se desdobra , em média, em 2,5 impactos ambientais

nesta área, uma das razões mais baixas comparado a relativa a área do laboratório – EC , 2,95% e a de disposição de rejeitos e tratamento de efluentes , 3,14%. A área da usina de beneficiamento contribui com as menores percentagens, apenas 5,96% dos aspectos ambientais e 5,76% dos impactos ambientais do total ocorreram nesta área.

Os dados relacionados na tabela nº.16 ilustram a concentração dos aspectos e impactos ambientais na empresa, bem como dão uma indicação inicial sobre a importância dos aspectos ambientais de cada área, visto ser possível visualizar o número de impactos ambientais desdobrados a partir dos respectivos aspectos ambientais. Por outro lado não foi possível obter dados referente as importância e magnitudes dos impactos ambientais, pois os mesmos não estavam disponíveis no momento.

Tabela nº.16. Números, razão e percentagens relativas de impactos e aspectos ambientais.

Área	Nº Asp. Amb.	Nº Imp. Amb.	Razão ia/aa	%aaT	%iaT
Área de apoio	149	355	2,38	52,28	49,86
Escritório Central	18	49	2,72	6,32	6,88
Laboratório – EC	20	59	2,95	7,02	8,29
Lavra Subterrânea	24	57	2,38	8,42	8,01
Beneficiamento	17	41	2,41	5,96	5,76
Tra. e Emb. de Carvão	35	82	2,34	12,81	11,52
Dis. Rej. e Trat. Eflu.	22	69	3,14	7,72	9,69
Total	285	712	2,5	100,00	100,00

Legenda: **Nº. Asp. Amb.:** número de aspectos ambientais; **Nº. Imp. Amb.:** número de impactos ambientais; **Razão ia/aa:** razão de impactos ambientais por aspectos ambientais; **%aaT:** percentagem de aspectos ambientais em relação ao total; e **% iaT:** percentagem de impactos ambientais em relação ao total.

4.2.2.2. Requisitos Legais e Outros Requisitos

Este item foi abordado pela empresa de duas maneiras distintas: (i) legislação em geral e (ii) boas práticas. Em relação a parte estritamente legal foi contratada uma empresa de consultoria jurídica a Âmbito Ltda, que fez um levantamento de toda a legislação ambientalmente pertinente a atividade de mineração de carvão que culminou em uma lista de itens legais a serem ou não atendidos. Terminado este levantamento, a Carbonífera Criciúma firmou novo contrato em base mensal, referente a uma taxa correspondente a constantes atualizações desta lista, de responsabilidade da Âmbito Ltda.

Sobre as chamadas boas práticas, realizadas pelo departamento de meio ambiente da empresa, foram feitas pesquisas na internet, especialmente em sítios de instituições de referência para o setor de mineração , consulta à literatura especializada. Também envolveu treinamento acadêmico de seus profissionais diretamente ligados ao departamento de meio ambiente em nível de pós-graduação.

O resultado do levantamento da legislação foi uma listagem primária em que constam 181 itens legais relativos a atividade carbonífera, dentre capítulos constitucionais, decisões normativas, decretos federais e estaduais, decretos-lei, deliberações, instruções normativas, leis federais , estaduais e municipais, normas reguladoras, regulamentadoras, técnicas, portarias (ministeriais, interministeriais, setoriais e de órgãos técnicos) e resoluções. A Tabela nº.17 expressa a distribuição dos tipos de itens legais e a respectiva quantidade que constitui a listagem.

Por outro lado, cada documento legal foi classificado em cinco categorias, de acordo com a importância e aplicabilidade: (i) mandamental, (ii) subsidiário,(iii) auxiliar, (iv) indicativo e (v) inaplicável.

Um documento mandamental possui suma e imediata importância e aplicabilidade como por exemplo o Decreto Federal nº 97.632, de 10/04/89 que dispõe sobre o PRAD –

Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, que é pertinente ao tema exploração mineral e que impõe a obrigação de se apresentar ao órgão ambiental competente o “plano de recuperação da área degradada”.

Tabela nº.17. Discriminação do tipo de legislação levantado.

Documento/tipo de legislação	Quantidade	Percentagem
Constituição Federal	1	0,55%
Decisão Normativa	1	0,55%
Decreto Federal	16	8,84%
Decreto Estadual	4	2,21%
Decreto - Lei	2	1,10%
Deliberação	1	0,55%
Instrução Normativa	6	3,31%
Lei Federal	18	9,94%
Lei Estadual	11	6,08%
Lei Municipal	7	3,87%
Norma Reguladora	23	12,71%
Norma Regulamentadora	4	2,21%
Norma Técnica	21	11,60%
Portaria	35	19,34%
Resolução	31	17,13%
Total	181	100,00%

Fonte: Carbonífera Criciúma

Já um documento considerado subsidiário significa que, a sua aplicação se dará caso um outro instrumento legal mais imediato e específico não se aplique para uma dada situação. O Decreto Federal nº 99.274/90 que regulamenta as leis 6.902/81 (áreas de proteção ambiental) e 9.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente) é subsidiário, pois a empresa se reporta ao órgão ambiental estadual, e existe norma específica no estado regulamentando a política de meio ambiente que é o Decreto Estadual nº 14.250/81, ou seja, caso este último por algum motivo não se faça ser cumprido o primeiro certamente o fará. Em se tratando de documento classificado como auxiliar , isto significa que o mesmo possui ação complementar e de reforço a algum outro instrumento legal mandamental: é o caso da Lei Municipal nº 610, de 23/08/00 (Forquilhinha) que dispõe sobre a utilização de aparelhos sonoros e emissão de ruídos em horário noturno, que obviamente diz respeito a poluição sonora, funciona auxiliarmente a legislação estadual (Decreto Estadual 14.250/81), cujos termos são mais amplos que os desta lei.

A classe indicativa atribuída a um documento legal , embora sem a força de aplicação, explicita uma indicação, uma orientação a ser seguida como é o exemplo da Lei Federal nº 7.754, de 14/04/89 que estabelece medidas para a proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios. Em função da dispersão espacial das atividades da empresa, pode-se constatar que existem diversas áreas de nascentes d'água em sua propriedade. Por outro lado, embora à rigor se possa dizer que esta lei não seja autoaplicável (isto porque em seu texto há a afirmação de que as dimensões do chamado paralelogramo de cobertura florestal protetor de nascentes de cursos d'água serão definidas em regulamento ainda inexistente), ela vale como uma segura orientação para que se evitem, sempre que possível, atividades que possam impactar as áreas de nascentes que ela busca proteger.

Finalmente, documentos legais considerados inaplicáveis são aqueles em que o instrumento legal de cunho ambiental em questão , especialmente para este caso, não se verifica. Exemplifica-se com a norma reguladora de mineração – NRM 2 que dispõe sobre

operações de lavra a céu aberto. Tal norma é seguramente afeta a exploração mineral e com consequências ambientais legais, porém não aplicável ao caso da Carbonífera Criciúma S.A., visto que a empresa não realiza operações de lavra a céu aberto. A tabela nº.18 mostra o número de documentos legais por classe e por tipo de legislação.

Tabela nº. 18. Distribuição dos documentos legais em categorias.

Documento/tipo de legislação	Man	Sub	Aux	Ind	Ina
Constituição Federal	x	x	1	x	X
Decisão Normativa	1	x	x	x	X
Decreto Federal	6	2	2	x	6
Decreto Estadual	2	x	2	x	X
Decreto - Lei	1	x	1	x	X
Deliberação	1	x	x	x	X
Instrução Normativa	2	1	2	x	1
Lei Federal	8	1	3	1	3
Lei Estadual	6	x	1	1	3
Lei Municipal	5	x	2	x	X
Norma Reguladora	8	x	1	x	14
Norma Regulamentadora	2	x	1	x	1
Norma Técnica	1	x	20	x	X
Portaria	16	x	10	x	9
Resolução	16	4	3	3	5
Total	75	8	49	5	42

Legenda: **Man:** mandamental; **Sub:** subsidiário; **Aux:** auxiliar; **Ind:** indicativo; **Ina:** inaplicável

Como pode ser visto na figura nº.20, a maior a parte da legislação a ser atendida pela Carbonífera Criciúma S.A., isto é 43% , está inserida na classe mandamental o que tem o efeito de provocar uma série variada de ações da empresa para que estas sejam cumpridas. Dentre tais ações estão incluídas desde uma simples exigência em relação a seus contratados para que os mesmos cumpram dada legislação pertinente (Decisão Normativa CONFEA nº 67, de 16/07/00), obtenção de certificados de registros de utilização de produtos (Decreto Federal nº 3.665, de 20/11/00) e a adoção de medidas de segurança específicas para determinadas atividades (Norma Regulamentadora MTB – NR 20) até a restrição de algumas práticas (Decreto Estadual nº 14.250, de 05/06/81), formulação e apresentação de documentos junto ao órgão ambiental competente (Decreto Federal nº 97.632, de 10/04/89), obtenção de licenças (Resolução CONAMA nº 09, de 06/12/90) e execução obrigatória de determinadas de atividades (Lei Orgânica do Município de Forquilhinha).

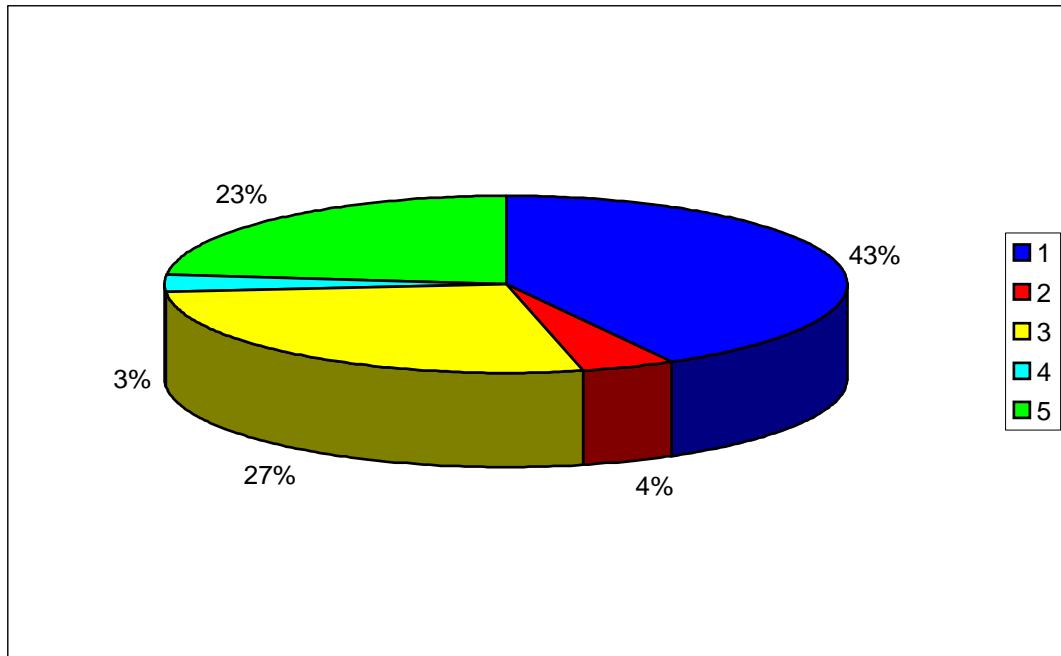


Figura nº.20. Distribuição das classes de documentos legais.
Legenda: 1) mandamental; 2) subsidiário; 3) auxiliar; 4) indicativo; 5) inaplicável

Em relação a parte de outros requisitos, que neste caso diz respeito às chamadas boas práticas na indústria carbonífera ou mesmo na mineração, foram realizados as pesquisas na internet, dando ênfase aos sítios de instituições que tradicionalmente exercem este papel. Atualmente não existe um código específico de boas práticas ambientais para o setor. No entanto, dentro do setor carbonífero a empresa já vinha exercendo atividades ambientais (capítulo 2) antes do início da implantação do SGA, algumas das quais já eram praticadas pela maioria das empresas carboníferas da região, constituindo assim um conjunto por si só de “boas práticas”, dentre estas, a manutenção de um canal de comunicação entre a empresa, a comunidade e prefeitura para a resolução de determinadas situações. Pode ser citado, também, o patrocínio de ONGs ambientais, que no caso Carbonífera Criciúma S.A. já vinha exercitando tal prática junto a ONG Terra Verde que promove ações referentes à recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão no passado.

Finalmente, como já dito, foi feito investimento no treinamento acadêmico dos profissionais, que culminou em defesa de dissertação de mestrado e realização e conclusão de cursos de especialização e aperfeiçoamento.

4.2.3. 3^a Etapa: Implementação e Operação

Esta etapa consiste em 7 fases, das quais as quatro primeiras já tinham sido iniciadas e, até o final de abril de 2003 estavam em andamento. É interessante notar que estas fases só deveriam, à rigor, terem sido iniciadas após o término efetivo da etapa de planejamento. Como será melhor demonstrado no capítulo seguinte, houve a utilização, mesmo que involuntária e inconsciente, do princípio da chamada engenharia simultânea. Engenharia simultânea cujo nome é derivado da expressão de língua inglesa “concurrent

engineering” envolve uma espécie de aceleramento do processo em questão, de modo a realizar-se, simultaneamente, várias etapas do empreendimento. Isso de certa maneira adiantou algumas obrigações que puderam ser feitas logo após o término da etapa de política ambiental.

Na fase de “estrutura e responsabilidades” o que foi feito pode ser resumido em uma organização e principalmente formalização das responsabilidades que já estavam em prática. Isto porque como foi visto no capítulo 2, já existia um departamento de meio ambiente operante na empresa. Além disso, conseguiu-se um comprometimento maior do conselho diretor com o envolvimento direto de um dos diretores acionistas que trabalha em conjunto com o chefe da divisão da qual faz parte o departamento de meio ambiente. Assim, a estrutura inicialmente proposta envolve um representante da direção, o chefe da divisão que está envolvido na coordenação e planejamento e o próprio departamento de meio ambiente que se encarrega da execução.

Em relação a fase de treinamento, conscientização e competência, igualmente foram desenvolvidas algumas atividades. Inicialmente o departamento de meio ambiente passou a inserir dentro de reuniões periódicas, pequenas palestras de esclarecimento e conscientização da questão ambiental para os funcionários, especialmente para aqueles que trabalham na Unidade Mineira Verdinho – II. Em seguida como parte de treinamento foi implementado um sistema simples de coleta de lixo seletivo, com instalação de conjunto de três recipientes para alumínio, plástico e papel em determinados pontos na unidade de mineração e no escritório central. Esta medida funcionou como estímulo a adoção e incorporação de atitudes ambientais, bem como para avaliar se efetivamente tal medida foi absorvida pelos funcionários através da constatação de qual tipo de lixo foi jogado e em qual recipiente. Foram também inseridas nas reuniões, informações sobre o SGA ISO14001.

Quanto a fase de comunicação, esta foi iniciada através da elaboração e confecção de informativos em forma de pequenos posters que foram afixados tanto na Unidade

Mineira Verdinho – II como no escritório central contendo a política ambiental da empresa. No decorrer do processo de implantação, conforme as etapas forem avançando, informativos desse tipo serão utilizados. Aliado aos objetivos da fase anterior, placas foram produzidas reproduzindo mensagens de conteúdo ambiental e também, espalhadas pela unidade de mineração como forma de incentivo.

Na última fase abordada, a documentação do SGA está sendo produzida também desde a conclusão da etapa de política ambiental. Abordou todas as fases até o momento envolvidas e também racionalmente pode-se inferir as três últimas fases da etapa de implementação e operação. Trata-se, de uma fase especial pois, neste caso, recebe informações durante o processo de implantação do SGA, principalmente até o término da 3^a etapa.

4.3. Recursos Investidos e Parcerias

Embora a Carbonífera Criciúma não tenha desenvolvido um planejamento financeiro, o qual abrangeeria o monitoramento dos investimentos feitos a partir do processo de implantação do SGA, ainda sim, foi possível identificar boa parte do destino dos recursos financeiros que estavam sendo aplicados até o momento.

No ano de 2002, a Carbonífera Criciúma S.A. obteve um financiamento da FINEP em conjunto com o CETEM para que fosse possível o desenvolvimento e implantação de um série de medidas e ações em prol do meio ambiente. Tal financiamento foi de R\$1.200.000,00 em 3 anos , sendo que 50% em contrapartida da empresa. Tal recurso estava previsto para a otimização de processos, principalmente nas área de beneficiamento e lavra e desenvolvimento de tecnologia e tratamento de efluentes. Existe um orçamento previsto em torno de R\$600.000,00 a serem gastos em equipamentos , estudos e viagens pelo CETEM e R\$600.000,00 a cargo da empresa, também para a aquisição de

equipamentos e materiais. Dentro deste orçamento alguns projetos estão inseridos e entre estes, pode-se apontar aqueles que dizem respeito a implantação do SGA ISO14001.

No que diz respeito a parcerias, anteriormente a implantação do SGA, empresa já vinha propondo e estabelecendo pesquisas e estudos em conjunto com alguns órgãos privados e públicos. O Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas ligado a UNESC (Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina) tem realizado estudos em análise de efluentes , projetos de reagentes e de alternativas de reagentes e pequenos outros projetos desenvolvidos conjuntamente. A UFSC tem estado envolvida em estudos de tratamento de efluentes desde 1995, bem como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo que no ano de 1987 desenvolveu alguns trabalhos em mineração e indiretamente em meio ambiente.

Em relação a implantação do SGA na empresa, técnicos do CETEM e da UFRJ estão desenvolvendo um trabalho de consultoria e realização de estudos. Com relativa periodicidade e regularidade tais técnicos vão a Criciúma e realizam reuniões e discussões de esclarecimento e propõem sugestões e recomendações para o efetivo andamento do processo de implantação do sistema de gestão ambiental.

Os recursos mencionados bem como as parcerias firmadas podem ser considerados fatores aceleradores do processo de implantação do SGA na empresa. Isto porque recursos financeiros e recursos humanos são variáveis as quais podem ser manipuladas para aumentar ou reduzir a duração de um projeto (CASAROTTO FILHO, 1999, p.86). Neste sentido, tanto o financiamento provindo da FINEP e a parceria com o CETEM forneceram, respectivamente, insumos para o incremento das variáveis acima mencionadas, assim acelerando o processo de implantação do SGA na Carbonífera Criciúma S.A.

Capítulo 5 – Resultados e Discussão

Como foi mostrado nas seção 2 deste capítulo, o processo de implantação se encontrava formalmente na 2^a etapa , planejamento, referente ao modelo de sistema de gestão ISO 14001. Contudo, algumas fases da 3^a etapa foram informalmente iniciadas , assim, com conseqüente implementação de algumas medidas. No entanto, a partir das informações obtidas até o momento em que se encerrou a aquisição de dados – final de abril de 2003 – não foi possível estabelecer as unidades incorporadas de análise, propostas no capítulo 3, em função da insuficiência no andamento do processo de implantação. Neste sentido, os resultados a serem observados para que se pudesse constatar a proposição que constitui o objetivo (ii) ainda não foram produzidos e conseqüentemente estudos sobre a redução de impactos ambientais adversos, melhora da eficiência de processos e redução de custos não foram plenamente viáveis.

Por outro lado, outras constatações sobre os efeitos do SGA até então implantados puderam ser realizadas. Como resultados positivos e informalmente verificados e apontados pela empresa estão:

- (i) *Melhora generalizada da consciência e atitudes ambientais dos funcionários de todos os níveis, com conseqüente engajamento e apoio a implantação do SGA ISO14001; e*
- (ii) *Ganho em eficiência administrativa em todos os níveis. Isto signifícou redução do envolvimento da chefia de divisão em todas as fases de projetos, assim, havendo divisão de tarefas e atribuições o que permitiu um melhor gerenciamento dos projetos ambientais e outras atividades afetas.*

A origem destes dois resultados advém diretamente das fases iniciadas relativas à etapa de implementação e operação. O resultado (i) evidencia que a fase “treinamento, conscientização e competência” aliada a fase de “comunicação” apresentou desde então uma influência positiva e principalmente efetiva. A partir do início da fase de “Estrutura e Responsabilidades” pode-se também inferir que tal fase contribuiu para o ganho obtido no resultado (ii).

A ausência de outros resultados decorrentes do processo de implantação do SGA ISO14001, principalmente que pudessem ser utilizados para corroborar com a hipótese proposta no segundo objetivo do capítulo 3, além do fato do próprio processo não ter sido desenvolvido o suficiente, também se deve ao fato de que a empresa já contava com instrumentos de gestão ambiental próprios. Estes, representados pelos projetos ambientais, anteciparam prováveis ganhos em termos de redução de impactos ambientais adversos, melhoria de processos e redução de custos que teoricamente adviriam da implantação de um sistema de gestão ambiental como o referente a norma NBR ISO14001.

Além da descrição pormenorizada de cada etapa/item concluído ou ao menos iniciado realizada neste capítulo, torna-se igualmente necessário observar o processo de implantação do SGA ISO 14001 como um todo, estabelecendo possíveis relações de precedência entre as fases, bem como projetar o restante, também, levando-se em consideração a variável tempo, através de estimativas fornecidas pela empresa. Ainda adotando uma visão holística, torna-se importante destacar também neste presente estudo de caso , efeitos advindos do simples fato de se implantar o SGA ISO14001 , ou seja, avaliar os benefícios resultantes da decisão política da empresa “implantar o SGA ISO14001”. Para tanto, foi feito a utilização de ferramentas quantitativas a ser descrito no capítulo seguinte.

Apêndice – Abordagem Introdutória do Uso de Ferramentas Quantitativas

1. Introdução

Como foi mostrado no capítulo 5, dois dos três objetivos da presente dissertação foram abordados: (i) a descrição do processo de implantação do SGA, em que foram analisadas e descritas as fases do modelo de sistema de gestão ambiental ISO 14001 até então concluídas ou ao menos iniciadas e; (ii) a constatação da proposição referente aos benefícios obtidos advindos da implantação do SGA envolvendo a redução dos impactos ambientais adversos, aumento da eficiência de processos e redução de custos. O fato de o processo de implantação do SGA não ter sido concluído por completo apresentou como consequência resultados parciais, que gerou constatações insuficientes para atender e cumprir inteiramente, em especial, o objetivo (ii). Por outro lado, o objetivo (iii) que diz respeito a proposição de um modelo de projeto de implantação de SGA para empresas do setor não pôde ser totalmente elaborado e entendido puramente a partir descrições verbais. Bem como a identificação de relações existentes entre aspectos do suposto modelo não são transparecidos em uma mera descrição verbal.

Assim, a utilização de elementos de ferramental quantitativo que auxilie no entendimento da realidade e que deles se possa extrair novas informações através da manipulação de dados se torna relevante, para ao menos complementar as constatações obtidas na dissertação. A abordagem sistêmica da administração através da teoria matemática que envolve, especialmente neste caso, elementos de cibernetica e de pesquisa operacional pareceu ser uma alternativa interessante para se abordar de maneira exploratória, isto é, funcionando como uma primeira abordagem, uma introdução, tanto em termos de plausibilidade quanto de viabilidade.

Portanto, através da representação de sistemas – os modelos – , utilizando-se para isto ferramentas quantitativas, procurou-se melhorar o entendimento de duas situações-chave que poderiam vir a fornecer mais informações e consequentemente melhor elucidar as questões que envolvem os três objetivos propostos no presente trabalho: (i) o processo de implantação do SGA estruturado em modelo PERT/CPM derivado da teoria dos grafos e; (ii) a análise do conflito Ministério Público Federal x Carbonífera Criciúma S.A. modelado por elementos da Teoria dos Jogos. No primeiro caso pretendeu-se melhor esquematizar e consequentemente auxiliar na visualização do processo de implantação do SGA que funcionou como um complemento ao exposto no capítulo 4 da dissertação referente ao 1º objetivo, explicitado no capítulo 3. Por outro lado forneceu uma idéia de um modelo de implantação de SGA que pode servir como auxílio, em especial, a outras empresas carboníferas da região Sul-Catarinense, e constitui, assim, uma alternativa de projeto de implantação de SGA. No segundo caso, a análise e a consequente solução de uma primeira abordagem da modelagem simples do conflito produziu algumas informações para a corroboração do 2º objetivo exposto no capítulo 3 em virtude de redução de custos como resultado ótimo.

2. Utilização da Teoria dos Grafos: O Modelo PERT/CPM

2.1. Definição

O modelo PERT/CPM pode ser definido como uma técnica de seqüenciação de atividades relativo a um tipo de trabalho ou projeto, o qual possa ser dividido em etapas. Olhando-se através da teoria dos grafos, este problema envolve o uso de um algoritmo de determinação de um caminho de valor máximo em um grafo sem circuitos, cujos valores

podem ser considerados determinísticos (CPM) ou trabalhados como variáveis aleatórias (PERT) (BOAVENTURA NETTO, 2001, p. 83). Segundo CUKIERMAN (1998, p.5) o modelo PERT/CPM consiste na figuração do projeto em uma rede ou grafo, onde são apresentados as ações de acordo com as respectivas relações de correspondências, no sentido de que o conjunto ilustre a exata seqüência em que todas as atividades do projeto devam ser executadas.

Pelas definições exposta, pode-se claramente evidenciar a viabilidade de aplicação do modelo PERT/CPM para o propósito de melhor visualização do processo de implantação de SGA na empresa Carbonífera Criciúma S.A. e a consequente proposição de modelo passível de utilização a outras indústrias do setor carbonífero. Isto pelo fato do arranjo estrutural próprio do modelo de sistema gestão ambiental referente à norma ISO 14001 ser compatível à técnica de modelagem em questão, visto que originalmente é seqüenciado e subdividido em etapas, bem como há relação de correspondência entre elas (conectividade).

2.2. Conceitos Gerais

Antes de se modelar o processo de implantação do SGA ISO 14001 na empresa Carbonífera Criciúma S.A., torna-se necessário o estabelecimento de alguns conceitos básicos. Tais conceitos podem ser observados no quadro nº.5.

Quadro nº.5: Conceitos Básicos sobre PERT/COM.

NOME	CONCEITO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
PROJETO	Conjunto de ações e processos envolvendo recursos diversos, organizados para a realização de um objetivo, concretamente definido, a partir de uma situação inicial conhecida.	Rede, Diagrama ou Grafo. OBS: de flechas ou setas, de blocos ou precedências
ATIVIDADE	É a identificação de uma etapa de um projeto que consome tempo e recursos estabelecida em nível compatível às necessidades e possibilidades de sua mensuração.	- Em flechas ou setas: NOME OU CÓDIGO DA ATIVIDADE → - Em blocos ou precedências NOME OU CÓDIGO DA ATIVIDADE
EVENTO	Início ou término de uma ou mais atividades.	Somente em flechas ou setas: Oval, elipsoidal ou circular
ATRIBUTO	Toda característica quantitativa específica de uma atividade, indicando qualquer dos recursos necessários à sua efetivação	Nº

Fonte: BELCHIOR, 1998 (modificado).

Os grafos utilizados para a construção de um modelo PERT/CPM possuem, além das características gráficas mencionadas no quadro nº.5, determinadas propriedades teóricas identificáveis:

- *Os grafos estão na forma de arcos, o que permite dizer que estes são orientados;*
- *Seu percurso é um caminho, visto que trata-se de um grafo orientado , em que a orientação dos arcos é sempre a mesma, a partir do vértice inicial;*

- Seu percurso não forma um circuito, pois não se trata de um caminho fechado em um grafo orientado.

Além da representação esquemática dos grafo que é gerada utilizando os conceitos vistos até aqui, também pode-se construir os modelos através de representações numéricas através de 4 formas distintas (BOAVENTURA NETTO, 2001, p. 11-14):

- **Lista de adjacência** - lista de vértices cuja característica envolve um vértice e pelo conjunto de vértices que recebem dele um arco;
- **Matriz de adjacência** - matriz de ordem n em que cada linha e cada coluna está associada a um vértice. Valores nulos referentes a ausência de ligações são representados por 0 (zero) e não nulos por 1 (um):

$$\mathbf{A} = [a_{ij}] \quad a_{ij} = 1 \Leftrightarrow \exists (i,j) \in U \\ a_{ij} = 0 \Leftrightarrow \neg \exists (i,j) \in U$$

- **Matriz de incidência** – matriz de dimensões $n \times m$, em que cada linha é referente a um vértice e cada coluna a uma ligação:

Para $G = (X, U)$ orientado e sem laços, $\mathbf{B} = [b_{lk}]$, onde

$$\begin{aligned} \exists u_k = (i,j) \Leftrightarrow b_{ik} &= +1 \text{ e } b_{jk} = -1 \\ b_{rk} &= 0 \quad \forall r \neq i, j \end{aligned}$$

- **Matrizes figurativas** – matrizes nas quais os vértices, ou as ligações possuem como representação cadeia de caracteres ao invés de números.

2.3. O Algoritmo PERT

Ainda segundo BOAVENTURA NETTO (2001, p85 –86) “trata-se do algoritmo a ser aplicado ao grafo eventos-atividades...”. Envolve 4 etapas , através das quais se estimam os atributos (t_e), o cálculo das datas mais cedo (t_i), das datas mais tarde (t'_i) e por último o caminho de comprimento máximo entre os eventos inicial e final, o chamado caminho crítico:

Estimativa dos atributos (CUKIERMAM, 1996, p.24) à $a = \text{otimista}$; $b = \text{pessimista}$; $m = \text{mais provável}$;

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (1)$$

Cálculo de data mais cedo à A partir do vértice inicial (zero) iniciar rotulação de cada vértice com o valor do maior caminho que o atinge, em seguida realizar as comparações que forem necessárias. Os valores achados serão t_i ;

Cálculo de data mais tarde à Utilizando o valor obtido para o vértice final como rótulo para t_i' e assim, retornar subtraindo os números dos vértices com menor valor, obtidos também através de comparações que forem necessárias;

Obtenção do Caminho crítico à Identificação Conjunto de eventos críticos, estes definidos como sendo vértices cuja folga (diferença entre t_i' e t_i) é nula.

2.4. Aplicação ao processo de implantação do SGA

A representação do processo de implantação do SGA para a conseqüente aplicação do algoritmo PERT, como mencionado, pode ser feita através de quatro formas numéricas, e uma forma esquemática. Estas podem ser divididas em: (i) listagem; (ii) matrizes e (iii) grafo. Todas estas três formas são interconversíveis e ilustram as relações de precedência entre as etapas e itens do processo de implantação do SGA.

A figura nº.21 apresenta a forma (i) de representação. Primeiramente, enumerou-se todas as atividades envolvidas no processo, que vão ser representadas como vértices. Em seguida, listou-se os vértices em ordem crescente na coluna “origem”. Na coluna “destino” foi indicado os vértices de acordo com cada um dos vértices da lista “origem” que possuíam relação de precedência. Assim, o vértice “10” é precedente dos vértices “20”, “30”, “60”, “70”, “80”, “90”, ou seja, somente após o término da etapa de política ambiental, foi possível o início dos itens referentes aos aspectos ambientais; requisitos legais e outros requisitos; estrutura e responsabilidade; treinamento, conscientização e

competência; comunicação; e documentação do sistema de gestão ambiental. Tal lista denomina-se lista de adjacência.

- 00 – Início;
- 10 – Política ambiental;
- 20 – Aspectos ambientais;
- 30 – Requisitos legais e outros requisitos;
- 40 – Objetivos e metas;
- 50 – Programa(s) de gestão ambiental;
- 60 – Estrutura e responsabilidade;
- 70 – Treinamento, conscientização e competência;
- 80 – Comunicação;
- 90 – Documentação do sistema de gestão ambiental;
- 100 – Controle de documentos;
- 110 – Controle operacional;
- 120 – Preparação e atendimento a emergência;
- 130 – Monitoramento e medição;
- 140 – Não-conformidade e ações corretivas e preventivas;
- 150 – Registros;
- 160 – Auditoria do sistema de gestão ambiental;
- 170 – Análise crítica pela administração;
- 180 – Fim.

Vértices

Origem	Destino
00	10
10	20,30,60,70,80,90
20	40
30	40
40	50
50	60,70,80,90, 110, 120
60	90
70	90
80	90
90	100
100	130
110	90
120	90
130	140
140	150
150	160
160	170
170	180

180

Figura nº.21 - Lista de adjacência referente ao processo de implantação de SGA.

A segunda forma de representação é através de matrizes. Nesta dissertação foram utilizadas três variações. A primeira dela é a chamada matriz de adjacência. Para a leitura de tal matriz deve se observar tanto as linhas como as colunas que possuem com os vértices em ordem crescente. Em seguida , cruza-se um vértice a_i com um vértice a_j . Caso haja relação de precedência, o número “1” estará indicado, caso não haja o número “0” estará indicado (figura nº.22). Assim , para se saber se o vértice “20” (aspectos ambientais) é precedente do vértice “40”(programas de gestão ambiental) , identifica-se o vértice “20” nas linhas e se cruza com o vértice “40” da coluna. O resultado encontrado , no caso, é “1” o que significa que o resultado é verdadeiro.

	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
60	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura nº.22 . Matriz de adjacência do referente ao processo de implantação do SGA.

Já em uma matriz de incidência é apontado o vértice origem e o vértice destino de um determinado arco. Neste sentido, nas linhas encontram-se representados os vértices e nas colunas os arcos numerados. Assim, para cada arco existem sempre dois valores: um representando a origem (+1) e o outro o destino (-1). Logo, pela leitura da figura nº.23, o arco “17” parte do vértice “60” (estrutura e responsabilidade) e chega ao vértice “90” (documentação do SGA).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
00	+1																											
10	-1	+1	+1	+1	+1	+1																						
20	-1						+1																					
30	-1							+1																				
40									+1	-1	-1	+1																
50										-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1												
60										-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1											
70										-1								+1										
80										-1									+1									
90											-1								-1	-1	-1	-1	-1	+1				
100												-1														-1	+1	
110													-1															
120														-1														
130															-1	+1												
140																-1	+1											
150																	-1	+1										
160																		-1	+1									
170																			-1	+1								
180																				-1								

Figura nº.23. Representação em matriz de incidência ao processo de implantação de SGA.

No último tipo de representação por matriz é utilizado a chamada matriz figurativa. Este tipo de matriz, neste caso, identifica o arco que liga o vértice origem (linhas) ao vértice destino (colunas). Novamente, nas linhas e nas colunas estão indicados os vértices em ordem crescente. A partir da leitura da figura nº.24 pode-se constatar que, por exemplo, o arco “22” tem sua origem no vértice “90” (Documentação do SGA) e destino no vértice “100” (Controle de documentos).

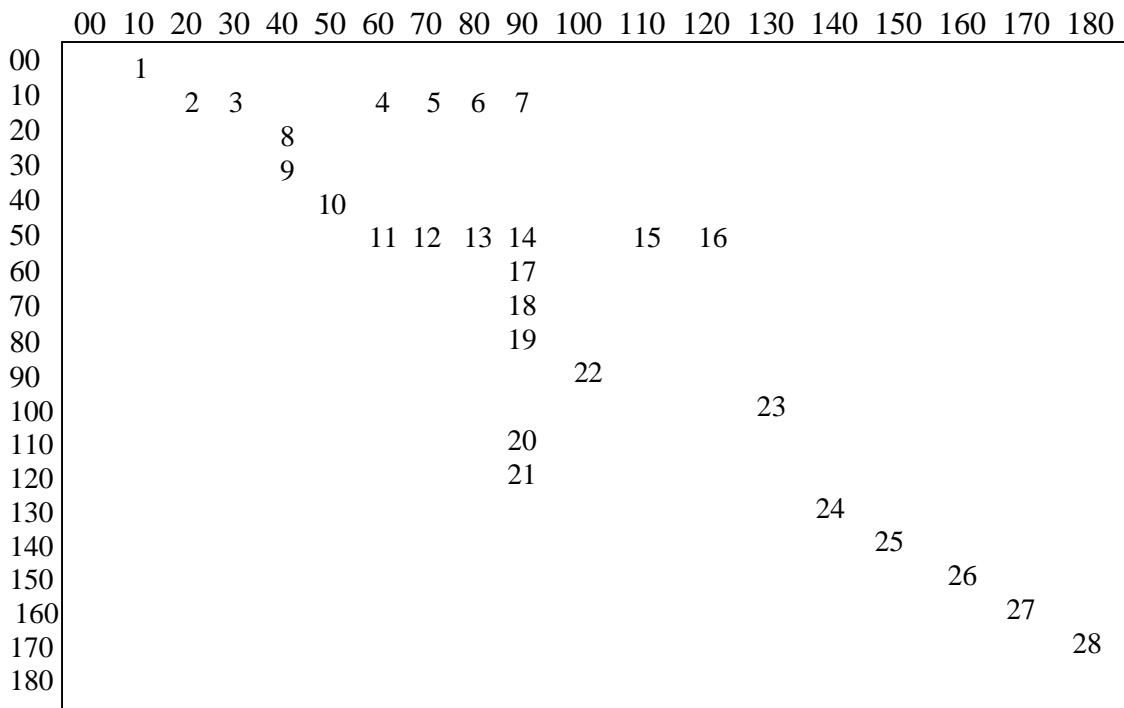


Figura nº.24. Matriz figurativa em representação por arcos referente ao processo de implantação do SGA.

Finalmente, a representação do processo de implantação do SGA pela forma esquemática pode ser vista na figura nº.25. Os blocos representam os vértices e as setas os arcos, ambos devidamente numerados. A figura nº.25 ainda apresenta a duração de cada vértice, o resultado do cálculo das datas mais cedo (t_i) e data mais tarde (t_i') para o processo bem como, a identificação dos caminhos críticos.

2.5. Discussão

A estruturação e apresentação do processo de implantação do SGA na empresa Carbonífera Criciúma S.A. através da aplicação da teoria dos grafos permitiu a realização de observações antes não previstas sobre: (i) relação de precedência e (ii) duração. A identificação do caminho crítico, assim, foi realizada como pode ser visto na figura nº.25.

A relação de precedência , melhor visualizada após exame da figura nº.25, exibiu a ocorrência de antecipações de fases da 2^a etapa e da 3^a etapa em dois momentos. O primeiro é referente ao término da primeira etapa (atividade “10”), em que o processo de implantação iniciou a atividade “30” antes do término da atividade “20”, o que neste caso foram iniciadas simultaneamente. De acordo com a norma ISO14001, ao menos em teoria, a atividade “20” deveria preceder a atividade “30”. Tal fato pode ser constatado pela análise da lista de adjacência referente a figura nº.21 em que as atividades “20” e “30” possuem como origem a atividade “10”. Por outro lado, fases constituintes da 3^a etapa também foram iniciadas logo após o término da atividade “10” dentre as quais estão as referentes a atividades “60”, “70”, “80” e “90”, como também podem ser identificadas a partir da análise da matriz figurativa relativas à figura nº.24 em que os arcos “4”, “5”, “6” e “7” atingem as citadas atividades. É interessante apontar a atividade “90” como destino de sete outras atividades, pois trata-se no manual de gestão ambiental da empresa, e é provável que continue a sofrer adições ou modificações no decorrer de todo o processo de implantação do SGA.

A duração de cada fase ou atividade foi atribuída de duas maneiras: (i) constatação empírica , isto é , após concluída a fase , calculou-se os dias e; (ii) por estimativa, esta feita pelo chefe da divisão, coordenador do processo de implantação do SGA na empresa, com o auxílio da utilização da equação referente a estimativa de atributos. De acordo com o modelagem proposta, o projeto terminaria em meados de 2005, mais precisamente no mês de junho. No entanto, pelo fato de o processo de implantação de SGA na empresa ser o primeiro do setor carbonífero brasileiro, e assim não existirem experiências anteriores, bem como pela ausência de informações com relação a previsões sobre relações de precedência

entre as fases seguintes, a data prevista para o término da implantação do SGA ISO 14001 pode sofrer mudanças no decorrer do processo. A duração das atividades pode ter sido superestimada, bem como fenômenos de engenharia simultânea não previstos podem vir a surgir ao longo do processo de implantação. Tais fatos aliados a medidas como determinações vindas da direção com propósito de intensificar esforços no sentido de se acelerar o processo de implantação podem, assim, reduzir a duração do processo.

3. Utilização da Teoria dos Jogos

3.1. Definição e conceitos gerais

Segundo CHIAVENATO (1996, p.718), a teoria dos jogos propõe uma formulação matemática para a chamada análise de conflitos. É aplicada somente aos tipos de conflitos (chamados jogos) em que está envolvido uma disputa de interesses entre dois ou mais participantes. Na realidade existem dois tipos distintos de jogos: os jogos de chance e os jogos estratégicos. No primeiro, nenhum dos participantes (os jogadores) possuem controle sobre o resultado do jogo. No segundo, os jogadores podem influenciar o resultado do jogo. Os interesses dos jogadores são geralmente diferentes e cada jogador teoricamente persegue seus próprios objetivos no jogo e, quando estes interesses tornam-se reciprocamente em oposição, um conflito ocorre. Um jogador não é necessariamente uma pessoa, podendo se tratar de empresas, órgãos públicos ou privados etc (SZÉP e FORGÓ, 1985, p. xv e xvi).

Em um jogo real um número de situações surgem e cabe aos jogadores decidirem como proceder. Em todas as possíveis situações, o comportamento e as ações de cada jogador são determinadas por sua estratégia. Neste sentido, um plano de ação que diz ao jogador o que fazer em um situação plausível é uma estratégia. O conjunto de todas as estratégias disponíveis para o jogador são denominadas *strategy set*. Os jogadores

normalmente estão interessados no resultado do jogo. Para garantir para si resultado favoráveis, os jogadores deve utilizar métodos científicos quando confrontam uma situação de escolha de estratégias. Para cada par de resultados possíveis K, K' , uma das três relações $K < K', K = K', K > K'$ existe para cada jogador. Os sinais de “maior” ou “menor” devem ser interpretados como mais ou menos favorável e o sinal de igual , obviamente, expressa equivalência. A função de valor real que define um conjunto de resultados chama-se *pay-off function*. Pelo fato de o resultado de um jogo ser, em teoria, dependente da escolha da estratégia , denota-se as *pay-off functions* por $K_i(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$ onde $\sigma_i \in \Sigma_i$, ($i = 1, \dots, n$) é a estratégia usada pelo i -ésimo jogador e Σ_i é o conjunto de suas estratégias (SZÉP & FORGÓ, 1985, p. xvi e xvii).

Os jogos estratégicos, segundo GIBBONS (1992, p. xi, xii e xiii) podem ser classificados em quatro categorias conforme estes sejam estáticos ou dinâmicos e com informação completa ou incompleta. Um jogo será considerado estático quando os jogadores simultaneamente escolhem suas ações, ao passo que será considerado dinâmico quando as escolhas se dão em seqüência, isto é, um jogador joga após o outro ter jogado. Por outro lado, jogos com informação completa são aqueles em que os *pay-offs* são de comum conhecimento entre os jogadores, ao contrário de jogos de informação incompleta quando pelo menos um jogador não está certo sobre o *pay-off* de outro jogador (GIBBONS, 1992, p. 1). O jogo em questão possui apenas dois jogadores: (i) a Carbonífera Criciúma S.A. e (ii) o Poder Público, representado pelo Ministério Público Federal. Trata-se de um jogo dinâmico com informação completa visto que as características do jogo se adequam as definições apresentadas acima.

3.2. Aplicação

Em anos recentes, principalmente na última década, a legislação ambiental brasileira vem se tornando cada vez mais exigente e complexa , valorizando especialmente mecanismos de comando-controle como a criação de uma série de instrumentos legais para tal, como pode ser constatado no capítulo 4 na seção 2. Os vários agentes econômicos , dentre estes, em especial as empresas e a indústria, tiveram de se adequar às novas legislações sob a fiscalização do poder público. Neste contexto, a Carbonífera Criciúma S.A. em 2000, e as outras empresas da região, por acordo com o poder público, receberam uma determinação judicial para que investissem em meio ambiente na bacia carbonífera sul-catarinense, norteados por determinadas exigências, para um prazo de três anos. Tais investimentos seriam para a realização de diagnósticos ambientais , recuperação de áreas mineradas degradadas no passado e obtenção de conformidade ambiental de áreas em atividade. Estes três anos foram completados em junho de 2003, e as empresas da região ainda não tinham cumprido por completo tais exigências. É neste ponto que a modelagem tem início, isto é , como deverá ser o comportamento ótimo para a empresa.

Neste sentido, torna-se oportuno avaliar exatamente os benefícios e prejuízos advindos de um novo acordo tanto para a empresa como para o poder público. Assim, a modelagem do conflito utilizando os elementos acima citados da teoria dos jogos é indicada. Inicia-se a representação dos dois jogadores como sendo: jogador 1 – Carbonífera Criciúma S.A.; jogador 2 – Poder Público. O seguinte jogo de três movimentos estrutura o conflito:

1. O jogador 1 escolhe após análise de seu *strategy set* entre “pagar multa” (PM) e “propor novo acordo”(PA), onde PM termina o jogo com um *payoff* teórico e estimado de – R\$100.000,00 por ano para o jogador 1 referente a multa e de – R\$100.000,00 por ano também para o jogador 2, visto que embora o poder público receba tal quantia, este capital não terá sido utilizado para a resolução dos problemas ambientais conforme

decidido judicialmente, assim, o poder público não terá atingido seu objetivo.

2. O jogador 2 observa a escolha do jogador 1. Caso o jogador 1 tenha escolhido PA, então o jogador 2 escolhe entre “não aceitar acordo” (NA) e “aceitar acordo” (AA), onde NA termina o jogo com *payoffs* de - R\$100.000,00 para ambos os jogadores.
3. O jogador 1 observa a escolha do jogador 2 . Se as escolhas anteriores tiverem sido “PA” e “AA” então o jogador 1 escolhe entre “não cumprir acordo” (NC) e “cumprir acordo” (CA), ambas as escolhas terminam o jogo, sendo NC com *payoffs* de – R\$100.000,00 + penalidade para o jogador 1, relativo a multa adicionado de alguma penalidade por não cumprir o acordo, e - R\$100.000,00 para o poder público e CA com *payoffs* teórico de cerca de + R\$15.000,00 no ano pelo fato de que 85% de conclusão serem suficientes para a maioria dos acordos de cunho ambiental , (principalmente os TACs – termos de ajuste de conduta –) , e assim deixar de desembolsar o valor restante e de cerca de + R\$85.000,00 em capital efetivamente utilizados para a resolução dos problemas ambientais, que diz respeito ao jogador 2.

A estruturação verbal do conflito pode ser traduzida na árvore de jogo , ou formalmente denominada de representação em forma extensiva, conforme ilustrado pela figura nº. 26.

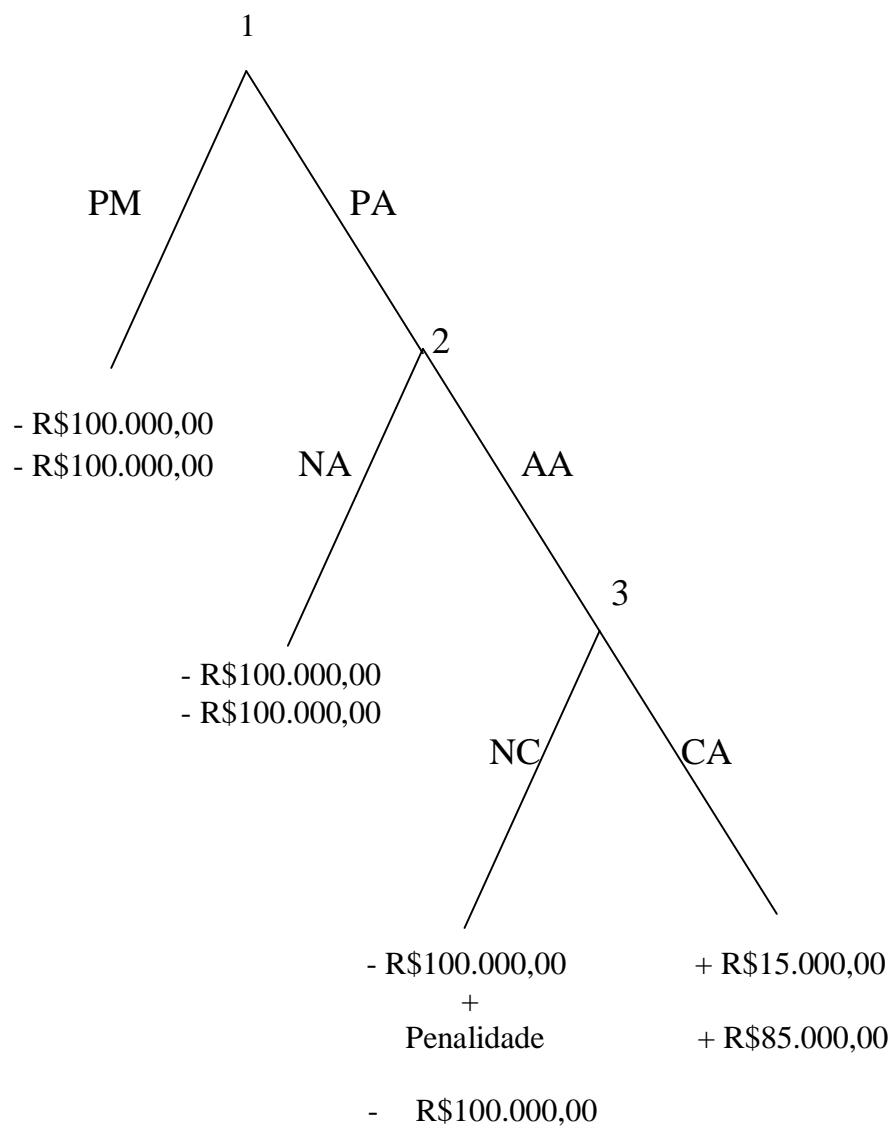


Figura nº.26. Representação em forma extensiva do jogo referente a análise do conflito entre Carbonífera Criciúma S.A. (1) e Poder Público (2).

A resolução deste jogo se dá por indução reversa (*backwards induction*) (GIBBONS, 1992, p.57). Para se estabelecer o resultado da indução reversa, torna-se necessário o exame do jogo a partir do 3º estágio. Aqui o jogador 1 enfrenta a escolha entre um *payoff* de – R\$100.000,00 em “NC” e um *payoff* de + R\$15.000,00 em “CA”, assim, “CA” é ótimo. Neste sentido, no 2º estágio ,o jogador 2 antecipa que , caso o jogo atinja o 3º estágio então o jogador 1 escolherá “CA”, o que irá gerar um *payoff* de + R\$85.000,00 para o jogador 2. Logo, a escolha para o 2º estágio reside em um *payoff* de – R\$100.000,00 em “NA” e o *payoff* de + R\$85.000,00 para “AA”, assim, “AA” é ótimo. Então, no primeiro estágio, o jogador 1 antecipa que caso o jogo chegue no segundo estágio então o jogador 2 escolherá “AA” que culminará em *payoffs* de + R\$15.000,00 para o jogador 1. Logo, no 1º estágio, a escolha para o jogador 1 será entre *payoff* de – R\$100.000,00 de “PM” e +R\$15.000,00 de “PA”, então “PA” é ótimo.

3.3. Discussão

Através da análise do jogo modelado, o resultado por indução reversa sugere que o jogador 1 escolha “PA” no primeiro estágio, o jogador 2 escolha “AA” no segundo estágio e que o jogador 1 termine o jogo escolhendo “CA”.

O papel do processo de implantação do SGA ISO14001 na empresa Carbonífera Criciúma S.A. possui influência determinante em respeito a credibilidade. Isto por que ao chegar ao estágio 2, o poder público (jogador 2) além da análise dos *payoffs*, faria uma avaliação sobre a proposta de acordo (PA) o que inclui obter subsídios informacionais sobre o que foi efetivamente cumprido e realizado durante o prazo de vigência referente ao primeiro acordo. Neste sentido, fato da constatação de um processo de implantação do SGA ISO14001 estar em andamento na empresa possuirá efeito positivo na avaliação de credibilidade, visto que aliado a eventuais obrigações ambientais realizadas pela empresa,

certamente sinalizaria para a concretização deste novo acordo, o que racionalmente levaria a escolha do poder público por “AA”.

É importante destacar que a relação para os pares de resultados nos dois primeiros estágios, isto é, $K = K'$, ocorreu visto ser o jogo entre um jogador de direito privado (a Carbonífera Criciúma S.A.) e de direito público (ministério público federal). Isto por que o segundo não possui como objetivo a aquisição direta do capital envolvido , mas sim sua aplicação para internalização dos custos sociais advindos da atividade econômica do primeiro. Assim, a aplicação de uma multa teórica não faria com que os custos sociais fossem internalizados, e sim atuaria simplesmente como punição, gerando um desembolso de - R\$100.000,00 para a Carbonífera Criciúma S.A., equivalente aos *payoffs* para o jogador 1. Por outro lado o recebimento da multa pelo poder público não garante que este capital seja efetivamente aplicado para a internalização daqueles custos sociais específicos, visto que “os valores arrecadados em pagamento de multas por infração ambiental serão revertidos ao Fundo Nacional do Meio Ambiente... , Fundo naval..., fundos estaduais ou municipais de meio ambiente, ou correlatos, conforme dispuser o órgão arrecadador” (LEI FEDERAL Nº 9.605, 1998, Cap. VI, Art. 73). Assim, mesmo recebendo a multa , poder público possui um *payoff* negativo de R\$100.000,00 em virtude do acima explicado.

4. Considerações sobre o Uso das Ferramentas Quantitativas

A aplicação das ferramentas quantitativas discutidas neste apêndice proporcionaram uma melhor compreensão e consequente melhor resolução dos problemas que estão inseridos nos objetivos da presente dissertação. No entanto, devido ao fato da não conclusão do processo de implantação de SGA ISO 14001 na empresa Carbonífera Criciúma S.A., não foi possível a obtenção de resultados finais para o completo alcance dos três objetivos propostos.

Além dos resultados parciais apresentados e discutidos no capítulo 4, que se referem a descrição intrínseca de cada fase considerando aspecto metodológicos e conteúdos, a utilização do modelo PERT/CPM proporcionou uma visão holística do processo de implantação do SGA ISO 14001 na empresa Carbonífera Criciúma S.A.. Através do modelo pôde-se identificar características particulares do processo tais como:

- 1) *antecipações de fases pertencentes a etapas posteriores do modelo de SGA ISO14001, principalmente ao término da etapa de política ambiental, que puderam ser entendidas como fenômenos de engenharia simultânea;*
- 2) *constatações e estimativas da variável tempo para cada fase do processo;*
- 3) *a obtenção do cálculo das datas mais cedo e mais tarde e identificação do caminho crítico;*

A análise destas características e a estruturação em grafo do processo de implantação de SGA ISO 14001 em questão podem ser considerados subsídios importantes para o estabelecimento de projetos de implantação de SGA em outras empresas carboníferas da região. No entanto, as seguintes recomendações se fazem necessárias para que o modelo PERT/CPM modelado seja suficientemente homomórfico as outras empresas:

- *Existência prévia de uma variável ambiental ativa e consolidada no organograma administrativo da empresa;*
- *Parcerias com instituições e órgãos técnico-científicos de relacionados a estudos e pesquisas ambientais;*
- *Apoio e engajamento da alta administração;*

- *Corpo técnico permanente com algum grau de especialização ou treinamento em assuntos ambientais.*

Quanto a aplicação da teoria dos jogos para a resolução do conflito Carbonífera Criciúma S.A. x Poder Público, podem ser feitas duas conclusões:

- *O fato de se estar processando a implantação do SGA em uma empresa pode representar fator chave para a credibilidade da mesma perante o ministério público federal, visto que sinaliza vontade desta empresa em atingir conformidade ambiental; e*
- *A conseqüente realização de acordo com o poder público gera redução de custos para a empresa em virtude de, ao se implantar o SGA, estar utilizando capital para investimentos na própria empresa. Caso contrário, se efetuaria o pagamento de multas (capital esse não investido na empresa) , não dispensando a empresa ser obrigada a realizar investimentos para a adequação ambiental.*

REFERÊNCIAS

ABNT. **Coletânea de normas de gestão ambiental.** Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

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

ALDABÓ, R. **Gerenciamento de projetos.** São Paulo. Ed. Artliber, 2001.

ALMEIDA, J. R.; MELLO, C. dos S.; CAVALCANTI, Y. **Gestão ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação.** Rio de Janeiro. Thex Ed., 2000.

BOAVENTURA NETTO, P. O. **Grafos: teoria, modelos e algoritmos.** São Paulo. Ed. Blücher, 2001. 2^a edição.

BORGES, A. L. **Mineração e meio ambiente.** Brasília: IBRAM, 1992.

CAPRA, F. et al. **Gerenciamento ecológico: guia do instituto Elmwood de auditoria ecológica e negócios sustentáveis.** São Paulo. Ed. Cultrix, 1993. 10^a edição.

CARRISO, R. C. C., POSSA, M. V. **Carvão mineral:** aspectos gerais e econômicos. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1995.

CASAROTTO FILHO, N.; FÁVERO, J. S.; CASTRO, J. E. E. **Gerência de projetos / engenharia simultânea.** São Paulo. Atlas, 1999.

CÉZAR, S. B. **Sumário mineral 2001:** carvão mineral. Disponível em www.dnpm.gov.br/suma2001/CARV%C3%83O%20MINERAL.doc. Acesso em 16/10/2002.

CETEM. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da bacia carbonífera sul-catarinense.** Rio de Janeiro: CETEM, 2000.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração.** São Paulo. Makron Books, 1996. 5^a edição.

COALAGE. **Deep mine tour.** Special report, jun 21/2001. Disponível em http://www.coalage.com/AR/COAL_DEEP_MINE TOUR/INDEX.HTM. Acesso em 16/01/2002.

_____. **Surface mine tour.** Special report, jun 21/2001. Disponível em <http://www.coalage.com/AR/COAL SURFACE MINE TOUR/INDEX.HTM>. Acesso em 16/01/2002.

CUKIERMAN, Z.S. **Planejamento para o futuro:** o modelo PERT/CPM aplicado a projetos. Rio de Janeiro. Qualitymark , 1998. 6^a edição.

DNPM. **Informativo anual da indústria carbonífera.** Brasília: ano, XV, 2000.

_____. **Norma brasileira para classificação de recursos e reservas minerais.** Brasília, 2002. Disponível em www.dnpm.gov.br/normaresmin.pdf. Acessado em 13/01/2003.

ECO, U. **Como se faz uma tese.** São Paulo. Ed. Perspectiva S.A., 1977. 16^a edição.

GIBBONS, R. **Game theory for applied economists.** New Jersey. Princeton, 1992.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo. Atlas, 1991. 3^a Edição.

GOODE, W. J.; HATT, P. K. **Métodos em pesquisa social.** São Paulo. Editora Nacional, 1972. 4^a edição.

IBRAM. **Meio ambiente e mineração.** Distrito federal, 1992.

ISO. **The of standards, guides and technical reports.** 2002. Disponível em <http://www.iso.org/iso/en/prods-services/otherpubs/iso14000/family.pdf> . Acessado em 13/06/2003.

_____. **Application of the ISO14000 family.** 2002. Disponível em <http://www.iso.org/iso/en/prods-services/otherpubs/iso14000/application.pdf> . Acessado em 13/06/2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Metodologia científica.** São Paulo. Atlas , 1982.

LA ROVÉRÈ, E. *Et al. Economia e tecnologia da energia.* Rio de Janeiro.

MENDONÇA, R.M.G., SOARES, P.S.M., HUYSTEEN, E. van. “Algumas considerações sobre os mecanismos de geração de drenagem ácida de rochas e medidas mitigadoras”. **VI SHMMT/XVIII ENTMME**, Rio de Janeiro. 2001.

MOURA, L. A. A. de. **Economia Ambiental: gestão de custos e investimentos.** São Paulo. Ed. Juarez de Oliveira, 2000.

MÜLLER, A. **Perfil analítico do carvão.** Porto Alegre: DNPM, 1987. 2^a edição.

NASCIMENTO, F.M.F., SOARES, P.S.M. “Estimativas sobre a ocupação do solo pelas atividades de mineração do carvão nas bacias dos rios Tubarão, Araranguá e Urussanga, sul de SC ”. **VI SHMMT / XVIII ENTMME**, Rio de Janeiro, 2001.

PARIZOTTO, J. A. **O gerenciamento ambiental: estudo de caso de cinco empresas de mineração no Brasil.** Rio de Janeiro: CNPq/CETEM, 1995.

POSSA, M. V. **Comunicação pessoal.** CETEM. Rio de Janeiro, 2004.

PRADO, D. **Planejamento e controle de projetos.** Belo Horizonte. Ed. Desenvolvimento Gerencial, 2001. Série gerência de projetos, Vol. 2, 2^a edição.

_____. **Usando o ms project 2000 em gerenciamento de projetos.** Belo Horizonte. Ed. Desenvolvimento gerencial, 2001. Série gerência de projetos, Vol. 3, 2^a edição.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo. Cortez, 2000. 21^a edição.

SIECESC. **Política do carvão.** Disponível em www.siecesc.com.br/politica/. Acessado em 06/06/2003.

SILVA, B. *et al.*. **Dicionário de ciências sociais**. Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas, 1986.

SOUZA, G. F. S. **Perfil analítico do carvão**. Rio de Janeiro: DNPM, 1973.

SZÉP, J. ; FORGÓ, F. **Introduction to the theory of games**. Dordrecht/Boston/Lancaster. D. Reidel Publishing Company, 1985.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre. Bookman, 2001. 2^a edição.

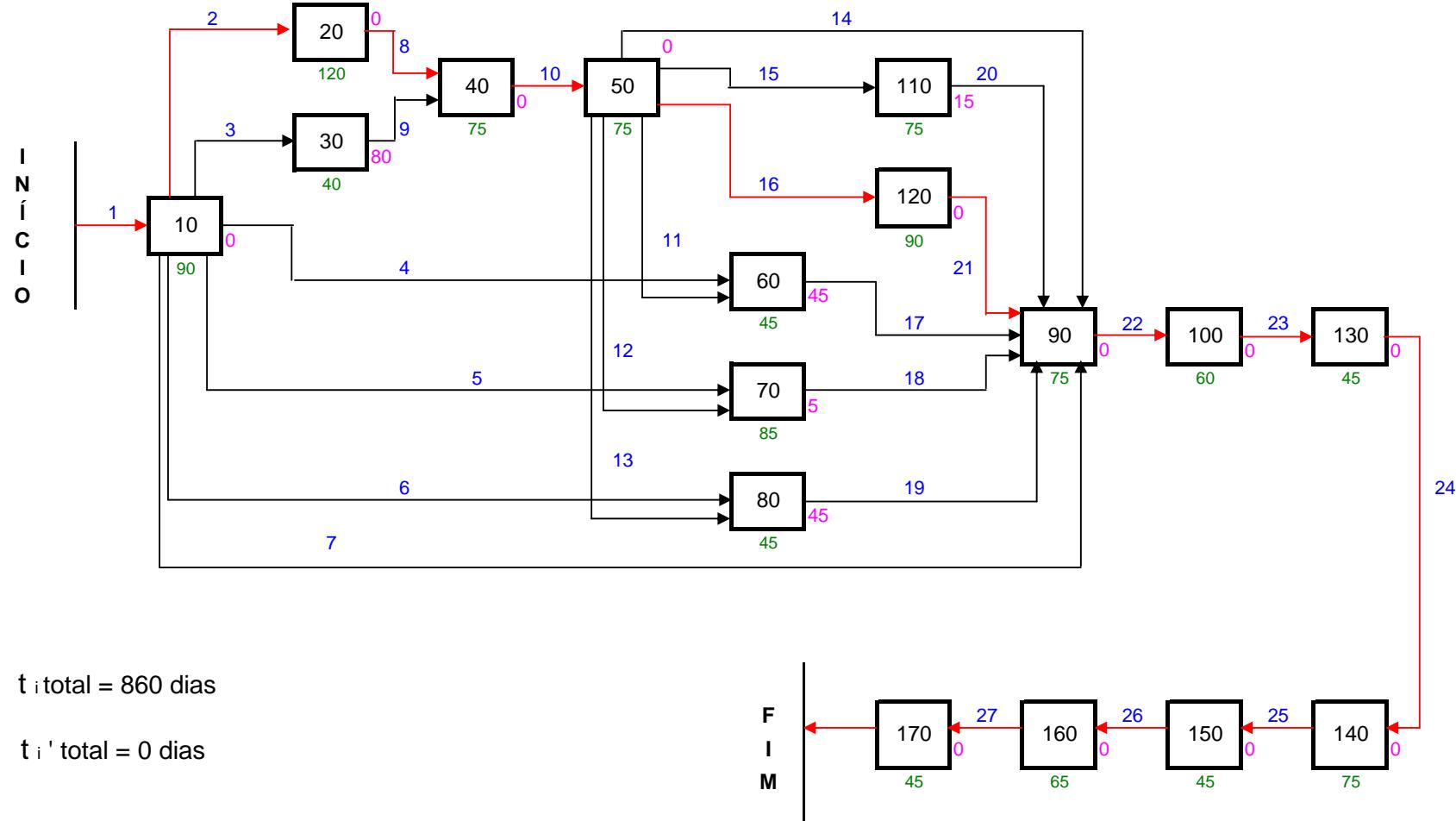


Figura nº. 19. Representação em grafo do processo de implantação do SGA .

Legenda: Números azuis: identificação dos arcos; números verdes: duração da atividade; números lilás: $t_i - t_{i'}$; números pretos: identificação da atividade.

Os arcos em vermelho identificam o caminho crítico.

