

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JOÃO MANOEL BECKER RIBEIRO

**ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS
DETERMINADAS POR ÓRGÃOS FISCALIZADORES. ESTUDO DE CASO:
COQUERIA - COQUESUL BRASILEIRO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

CRICIÚMA

2012

JOÃO MANOEL BECKER RIBEIRO

**ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS
DETERMINADAS POR ÓRGÃOS FISCALIZADORES. ESTUDO DE CASO:
COQUERIA - COQUESUL BRASILEIRO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

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

Orientadora: Prof.(a) M.Sc. Paula Tramontim Pavei

CRICIÚMA

2012

JOÃO MANOEL BECKER RIBEIRO

**ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS
DETERMINADAS POR ÓRGÃOS FISCALIZADORES. ESTUDO DE CASO:
COQUERIA - COQUESUL BRASILEIRO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

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

Criciúma, 30 de novembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Paula Tramontim Pavei – Mestre – (UNESC) – Orientadora

Prof. Eduardo de Oliveira Nosse – Doutor – (IPC/DPA)

Prof. Eduardo Preis – Mestre – (UNESC)

Dedico aos meus pais, Marcio Ribeiro e Sirlei Becker Ribeiro, por todo apoio, amor e confiança que depositaram em mim na conclusão de mais uma etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais Marcio e Sirlei juntamente com meus irmãos Victor Augusto e Marco Antonio por me proporcionarem a oportunidade de me graduar e por me oferecerem seus conselhos apoio e amor em todas as horas.

Ao meu orientador de campo e amigo, Fernando Daniel Pereira, por todo o ensinamento e apoio que me passou durante os 3 anos e meio de trabalho juntos.

Aos engenheiros Cassiano Dalla Nora, Luiz Gonzaga Nunes, Renan Perin e Rodolfo Bortoluzzi pelo conhecimento que me foi passado em outras áreas de engenharia ao longo do tempo.

Aos bons amigos, Dinho, Crippa, Bg, Guido, Amorim, Lucas, Bugha Pedro, Costa, Dani, Jorre, Kabeça, Góes, Delucca, Ciro, Vitão, Balão, Jeff, Leo, Renan, João Paulo R., Rodi, Deivid, Gustavinho, Moraes, Rika, Guga, Fedora, Maria Eduarda, Kaka, Taysi e Rê pela parceria ao longo de muito tempo.

A empresa coquesul por me proporcionar aprendizado e total liberdade de atuação na área que escolhi seguir.

E a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

“Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar; não apenas planejar, mas também acreditar.”

Anatole France

RESUMO

Constituída no ano de 1977, a Coquesul Brasileiro Indústria e Comércio Ltda dedicou-se a produção de Carvão Coque e derivados de carvão, produtos estes que são fontes combustíveis para empresas nos ramos de metalurgia e fundições, porém ao longo do tempo a empresa necessitou adequar suas atividades para poder operar de acordo com a legislação ambiental nacional se comprometendo a isso por meio do TAC 064/2009. No que se refere ao carvão coqueificável, os impactos de maior magnitude estão relacionados a emissões atmosféricas devido a grande quantidade de gases e materiais particulados são lançados pelas chaminés das coquearias. O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo apontar as obras de adequação ambiental de uma unidade industrial da atividade de Coqueificação de Carvão Mineral – Coqueria, analisado o Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, firmado entre a mesma e o Ministério Público Federal – MPF, onde constam as condicionantes para o funcionamento ideal da atividade, bem como as exigências feitas pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA, cuja finalidade compreende a adequação da unidade para a obtenção de Licença Ambiental de Operação – LAO. Analisando a execução das obras desenvolvidas pela organização para essa adequação e também avaliando os resultados de monitoramento dos parâmetros ambientais relacionados à qualidade do ar, água e solo, verificando se os processos operacionais da organização estão atuando dentro dos padrões ambientais exigidos pela legislação vigente.

Palavras-chave: Adequação Ambiental; Coqueria; Emissões Atmosféricas; Isolamento Hídrico.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Localização da área do empreendimento	31
Figura 02 – Silo dosador utilizado no carregamento dos fornos	34
Figura 03 – Silos abastecedores sobre os trilhos na coqueria 1B.....	35
Figura 04 – Entrada frontal para descarregamento dos fornos	37
Figura 05 – Classificação granulométrica do coque e carregamento	38
Figura 06 – Caminhão pesado na balança para liberação e enlonamento	39
Figura 07 – Lavador de gases da coqueria 1A em operação	44
Figura 09 – Esquema de dispersão de gases no interior da coqueria.....	47
Figura 10 – Vista aérea da empresa antes das obras de adequação	54
Figura 11 – Rede de drenagens periféricas com calhas e caixas de sedimentação .	55
Figura 12 – Bacias de decantação/acumulação.....	56
Figura 13 – Localização dos pontos de monitoramento de água	58
Figura 14 – Localização dos piezômetros	58
Figura 15 – Novo circuito de bacias de decantação/acumulação e leito de secagem	63
Figura 16 – Perfil de construção do depósito de rejeitos.....	64
Figura 17 – Bacia de tratamento para eventuais excedentes hídricos	66
Figura 18 – Depósito de rejeitos.....	68
Figura 19 – Talude periférico do depósito de rejeitos revegetado com gramíneas ...	69
Figura 20 – Ilha de diversidade implantada no interior da área em recuperação	71
Figura 21 – Transposição de galharias	72
Figura 22 - Transposição de solos no interior da área em recuperação	73
Figura 23 – Poleiro artificial empregado no interior da área em recuperação	74
Figura 24 – Erradicação de espécies exóticas no interior da área em recuperação .	75
Figura 25 – Remoção dos rejeitos piritosos em APP	77
Figura 26 – Talude construído para impedir o acesso à área	78
Figura 27 – Estágio atual da área de preservação permanente recuperada.....	79
Figura 28 – Antiga bacia de decantação recuperada	81
Figura 29 – Comparativo do pátio operacional da empresa	82
Figura 30 – Taludes com calhas periféricas revegetados	83
Figura 31 – Caminhão umidificador de pátio da empresa Coquesul	86
Figura 32 – Acesso da empresa pavimentado	87

Figura 33 – Rampa de lavação de pneus.....	89
Figura 34 – Área da antiga bacia em estagio de revegetação	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos da Coqueria 1 A. .48	48
Tabela 02 – Valores de concentração de poluentes atmosféricos da Coqueria 1B. .49	49
Tabela 03 - Concentrações médias mensais de PTS.51	51
Tabela 04 – Níveis de ruído empresa Coquesul.53	53
Tabela 05 – Descrição dos pontos de monitoramento de águas superficiais e subterrâneas.57	57
Tabela 06: Classificação do grau de permeabilidade dos solos.....62	62
Tabela 07: Índice de permeabilidade atingido pela coquesul no circuito de bacias. .80	80
Tabela 08: Índice de permeabilidade acesso Coquesul.87	87
Tabela 09: Espécies nativas a serem introduzidas na área da antiga bacia de captação de água limpa.90	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGV – Amostrados de Grande Volume
APP – Área de Preservação Permanente
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CODAM – Coordenadoria Geral de Desenvolvimento
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAM – Drenagem Ácida de Mina
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA – Divisão de Poluentes Atmosféricos
FATMA – Fundação do Meio Ambiente
GTA – Grupo Técnico de Assessoramento
IAC – Instituto de Pesquisa Ambiental Catarinense
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração
LAO – Licença Ambiental de Operação
LAP – Licença Ambiental Prévia
LCA – Lei de Crimes Ambientais
MPF – Ministério Público Federal
PRAD – Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas
SIESESC – Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
TAC – Termo de Ajustamento de Conduta
VOC's – Compostos Orgânicos Voláteis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 CARVÃO MINERAL.....	8
2.2 PROCESSO DE COQUEIFICAÇÃO.....	11
2.3 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DA EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO CARVÃO MINERAL	14
2.4 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DO PROCESSO DE COQUEIFICAÇÃO.....	16
2.5 MEDIDAS LEGAIS DE CONTROLE PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA ATIVIDADE MINERADORA E SEUS DERIVADOS.....	20
2.6 TUTELA LEGAL DO MEIO AMBIENTE: O COMPROMISSO (OU TERMO) DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA - TAC.....	22
2.7 GESTÃO AMBIENTAL E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS EMPRESAS MINERADORAS	25
3 METODOLOGIA	30
3.1 ÁREA DE ESTUDO	30
3.1.1 Caracterização do processo produtivo	31
3.2 PESQUISA E LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	39
3.3 ANÁLISE DO TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA - TAC E EXIGÊNCIAS DA FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA.....	40
3.4 LEVANTAMENTO DAS LEGISLAÇÕES RELACIONADAS AO TEMA	40
3.5 ELABORAÇÃO DO CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO	41
3.6 VISTORIAS E PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
4.1 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	43
4.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	49
4.3 ISOLAMENTO HÍDRICO	53
4.4 CONSTRUÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DAS BACIAS DE DECANTAÇÃO	61
4.5 TRATAMENTO DE EVENTUAIS EXCEDENTES HÍDRICOS	65
4.6 ADEQUAÇÃO DO DEPÓSITO DE REJEITOS	66
4.7 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APP....	69

4.7.1 Implantação de ilhas de diversidade (ID)	70
4.7.2 Transposição de galharias (TG).....	71
4.7.3 Transposição de solos (TS).....	72
4.7.4 Poleiros artificiais (PA)	73
4.7.5 Erradicação de plantas exóticas (EP).....	75
4.7.6 Remoção dos rejeitos piritosos de mineração (RP).....	76
4.7.7 Desativação das estradas (DE)	77
4.7.8 Estagio atual (EA).....	78
4.8 RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS NÃO OPERACIONAIS.....	79
4.9 ADEQUAÇÃO DAS ÁREAS OPERACIONAIS	81
4.10 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS.....	83
4.11 UMIDIFICAÇÃO DE VIAS DE PÁTIO.....	85
4.12 PAVIMENTAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO	86
4.13 CONSTRUÇÃO DA RAMPA DE LAVAÇÃO DE VEÍCULOS.....	88
4.14 RECUPERAÇÃO DA ANTIGA BACIA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA	89
4.15 ENLONAMENTO DE MATÉRIA PRIMA.....	91
4.16 ATENDIMENTO A RECLAMAÇÕES.....	92
4.16.1 Aprimoramento nas umidificações de vias de pátio	93
4.16.2 Instalação de cortina de aspersão	94
4.16.3 Implantação da cortina vegetal	94
5 CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS.....	98
APÊNDICE 01 – CHECK LIST EXIGENCIAS DO TAC Nº 064/2009.....	103
APÊNDICE 02 – TABELA RESUMO DE MONITORAMENTO DE ÁGUA.....	104
APÊNDICE 03 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS E REDE DE DRENAGENS DO PÁTIO.	105
ANEXO 01 – LAUDO DE EMISSÕES COQUERIA 1 A.	106
ANEXO 02 – LAUDO DE EMISSÕES COQUERIA 1 B.	107
ANEXO 03 – PROTOCOLO DE LAUDOS DE EMISSÕES 2012.....	108
ANEXO 04 – RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA.	109
ANEXO 05 – OFÍCIO FATMA Nº: 126/2011	110
ANEXO 06 – OFÍCIO FATMA Nº 357/2012.....	111
ANEXO 07 – PROCEDIMENTO IT005.....	112

ANEXO 08 – PROCEDIMENTO PA004.	113
ANEXO 09 – FORMULÁRIO FA008-02.....	114
ANEXO 10 – TAC Nº: 064/2009.	115
ANEXO 11 – LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO.	116

1 INTRODUÇÃO

Devido à região carbonífera ter sofrido no decorrer do tempo com a degradação ambiental das atividades de extração de carvão mineral e do beneficiamento do mesmo, no tocante a poluição de ar, água e solo trouxe a tona à problemática da adequação ambiental das empresas que trabalhavam diretamente com essas atividades de transformação, tanto na extração quanto no beneficiamento como é o caso da atividade de Coqueria.

No ano de 2004, buscando regularizar as atividades de extração, beneficiamento e transformação mineral carbonífera, foi firmado o PROTOCOLO DE INTENÇÕES nº 24/04 – Atividade mineradora de carvão e de sua transformação, compreendendo as ações dos órgãos públicos – entre as seguintes instituições FATMA – Fundação de Meio Ambiente, IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Ministério Público Federal, Ministério Público Estadual, Polícia Ambiental do Estado de Santa Catarina e DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral. Este Protocolo foi um documento que antecedeu o Termo de Ajuste de Conduta – TAC, visando implementar ações integradas para a adequação das atividades de mineração de carvão na região Sul de Santa Catarina, envolvendo questões relacionadas com a lavra mineral, beneficiamento, transporte e deposição de rejeitos.

A partir do Protocolo de Intenções, foram assinados os Termos de Ajustamento de Condutas com 15 empresas carboníferas da região, fixando-se prazos para adequação de suas atividades. Recentemente, estas empresas foram submetidas a auditorias externas para avaliação do cumprimento das cláusulas.

De acordo com o Protocolo de Intenções, considerando que se tem por objetivo a adequação da atividade carbonífera à legislação vigente, há de se considerar na formulação do TAC, as características individuais de cada atividade em questão, tendo e obedecendo como base as diretrizes firmadas neste protocolo.

No dia 17 de abril de 2007, foi assinado o TAC, pelas seguintes unidades da empresa Coquesul Brasileira Indústria e Comércio Ltda: Unidade de Coqueria (46 fornos), beneficiamento de finos de carvão mineral, depósito de rejeitos carbonosos e homogeneização de carvão para produção de coque.

Neste acordo firmado entre todas as empresas do ramo de mineração de carvão e seus derivados com os órgãos vigentes, ficaram estabelecidas ações ao

ajustamento à lei e normas técnicas a serem realizadas de acordo com as características de cada seguimento, estabelecendo inclusive datas para cumprimento destas exigências.

As empresas que assinaram o referido TAC – ficaram isentas de Licença Ambiental de Operação - LAO no período de 12 (doze) meses a contar da data da assinatura do termo, conforme estabelecido na CLÁUSULA 3º do item j) “apresentar no prazo de 12 (doze) meses, Licença Ambiental de Operação – LAO, sob pena de paralização/interdição da atividade”. Para obtenção da referida LAO, a empresa deverá cumprir os requisitos estabelecidos nas alíneas “a ” a “ i ” do Termo de Ajuste de Conduta, dentre outras condicionantes que poderão ser exigidos pela FATMA.

Constituída no ano de 1977, a Coquesul Brasileiro Indústria e Comércio Ltda dedicou-se à produção de Carvão Coque e derivados de carvão, produtos estes que são fontes combustíveis para empresas nos ramos de metalurgia e fundições.

Porém ao longo do tempo a empresa necessitou adequar suas atividades para poder operar de acordo com a legislação ambiental nacional se comprometendo a isso por meio do TAC 064/2009.

Sendo assim a unidade operacional da coquesul precisou se adequar através de obras exigidas pelas condicionantes do TAC e pela FATMA em vistorias feitas na unidade.

A empresa iniciou no ano de 2009 estes trabalhos de adequação que foram: a) tratamento das emissões atmosféricas e monitoramento da qualidade do ar; b) adequação do depósito de rejeitos da unidade; c) adequação de todo o pátio operacional e recuperação de pátio não operacional; d) recuperação ambiental da área de APP nas margens do Rio Sangão; e) isolamento hídrico de toda unidade através da construção do novo circuito de drenagens e bacias de decantação; f) medidas compensatórias; g) pavimentação das vias de acesso e rampa de lavagem de pneus.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as ações desenvolvidas pela organização em estudo, visando avaliar o cumprimento efetivo das condicionantes das alíneas do TAC e exigências da FATMA, possibilitando a confirmação a estes órgãos fiscalizadores que os processos operacionais da organização estão atuando dentro dos padrões ambientais exigidos pela legislação vigente.

O objetivo geral do presente trabalho visa analisar cumprimento da adequação ambiental determinada nas condicionantes do TAC nº: 064/2009 firmado com o Ministério Público Federal – MPF e exigências da Fundação do Meio Ambiente – FATMA.

Para tal avaliação, os objetivos específicos serão estruturados na forma de: a) Identificar as condicionantes ambientais determinadas pelo Ministério Público Federal – MPF no cumprimento TAC nº: 064/2009 e as exigências estabelecidas pela FATMA, através de elaboração de um *checklist*; b) Analisar a execução das obras desenvolvidas pela organização para a adequação ambiental; c) Avaliar os resultados de monitoramento dos parâmetros ambientais relacionados à qualidade do ar, água e solos, verificando se os processos operacionais da organização estão atuando dentro dos padrões ambientais exigidos pela legislação vigente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARVÃO MINERAL

O carvão mineral é um combustível sólido, formado através da decomposição natural de restos vegetais (madeira), que passam por um enriquecimento em carbono e posterior endurecimento. Este processo de formação é extremamente lento, pois são necessários milhões de anos para a fossilização de maneira natural, até a geração do minério, cuja composição compreende basicamente oxigênio, gás carbônico e hidrogênio (MÜLLER et al, 2009; LOPES, 2010).

Primeiro, deve existir uma vegetação densa, em ambiente pantanoso, capaz de conservar a matéria orgânica. A água estagnada impede a atividade de bactérias e fungos que, em condições normais, decomporiam a celulose. A massa vegetal assim acumulada, no prazo de algumas dezenas de milhares de anos transforma-se em turfa, material cuja percentagem de carbono já é bem mais elevada que a da celulose. Na etapa seguinte, que leva algumas dezenas de milhões de anos, a turfa multiplica seu teor de carbono e se transforma na primeira variedade de carvão, o linhito, cujo nome provém de sua aparência de madeira, na etapa seguinte, surge a hulha, primeiro como carvão betuminoso, depois como sub-betuminoso. Na fase final, a hulha se transforma em antrácito, com teores de até 90% de carbono fixo. (SIECESC, 2003, p. 3).

Segundo definição de Müller et al (2009), o carvão é uma rocha sedimentar, combustível, de origem orgânica (composta principalmente de carbono, hidrogênio e oxigênio), formada a partir de vegetação, que sofreu soterramento e compactação em bacias originalmente pouco profundas. Assim, consolidou-se entre outros estratos de rochas para formar camadas de carvão, transformadas pelos efeitos combinados da ação microbiana, pressão e calor, durante um considerável período de tempo, determinando a carbonificação gradativa da matéria vegetal original, que sofreu modificações significativas com a perda de oxigênio (O₂) e água (H₂O) e enriquecimento relativo em carbono fixo.

Segundo Müller et al (2009), o carvão tem sido usado como uma fonte de energia por centenas de anos. Há registros de seu comércio internacional desde a época do Império Romano. O mesmo autor cita que durante invasão da Gália (80 a 58 A.C.), o uso de uma “terra” inflamável, extraída das montanhas próximas a Santa Etiène, despertou a atenção dos romanos. Há ainda registros de sua utilização na

Inglaterra para fins de aquecimento doméstico durante o século XII.

Para Hérmery et al (2006), a mudança do emprego da lenha para o carvão mineral corresponde a uma revolução sem precedentes na escala histórica, pois marca a passagem da utilização de fontes de energias renováveis para o emprego de recursos fósseis, de tal forma que esta passagem serviu de suporte para a revolução industrial, no século XVII, e de base para o capitalismo como sistema econômico dominante.

Ainda segundo os autores, inicialmente relutou-se em adotar o carvão mineral, visto que expelia um odor desagradável ao queimar, porém no século XVI a adoção foi inevitável, sobretudo em decorrência da falta de lenha resultante da devastação das florestas. Precisamente por volta do século XVI, aparecem dois poderosos fatores de expansão da produção: o crescimento demográfico e a lenta e generalizada alta nos preços das lenhas, cujo elevado custo forçou muitas indústrias a recorrerem ao carvão, que apresentava como atrativo não somente seu preço na boca da mina, mas também seu baixo custo de transporte realizado via marítima em navios a vela.

Atualmente, verifica-se sua ocorrência em diversos países, tais como, China, Austrália, Rússia, Canadá, Índia, Estados Unidos, Brasil, México, Venezuela, Colômbia e em algumas partes da Europa, Antártica e Índia. O maior produtor de carvão no mundo é a China, que produz cerca de 1,2 bilhões de toneladas ao ano (DNPM, 2009).

No Brasil, o carvão mineral encontra-se como a fonte principal de geração de energia elétrica não renovável, cujo uso é 20 vezes maior que o petróleo e 76 vezes superior ao gás natural. As reservas nacionais de carvão mineral representam cerca de 0,33% do total mundial e são estimadas na ordem de 32,5 bilhões de toneladas, distribuídas nos estados do Rio Grande do Sul, com 89% das reservas nacionais; Santa Catarina, com 11%, Paraná com 0,3% e no estado de São Paulo, cujo percentual é de 0,04% (DNPM, 2009).

O carvão catarinense, segundo dados do CETEM - Centro de Tecnologia Mineral (2002), foi descoberto em 1822 por tropeiros que desciam a Serra do "12", atual Serra do Rio do Rastro, em direção a Laguna. Porém, a exploração do mineral do carvão de forma industrial ocorreu somente a partir de 1884, com a conclusão da Estrada de Ferro Dona Teresa Cristina.

De Luca (2001, p. 123) expõe que:

O desenvolvimento da indústria carbonífera teve lugar no início do século XX e se expandiu pelos municípios de Criciúma, Lauro Müller, Siderópolis, Urussanga, Içara, Forquilha e Morro da Fumaça. A lavra de carvão era feita a céu aberto e no subsolo. Naquela época, a mineração a céu aberto era feita em grande escala. Atualmente, esta atividade vem sendo desenvolvida em proporções menores, nas regiões de Urussanga e Lauro Müller. Esta atividade estava intimamente ligada à intervenção do estado como investidor e consumidor - Lavador de Capivari (no Município de Capivari de Baixo), Unidade de Concentração de Pirita (em Criciúma), Indústria Carboquímica Catarinense S.A (em Imbituba), Termelétrica Jorge Lacerda (em Tubarão), Companhia Siderúrgica Nacional (empresa de exploração do carvão - em Criciúma e Siderópolis) e em Volta Redonda em Rio de Janeiro.

A Região Carbonífera de Santa Catarina está localizada no sudeste do Estado, estendendo-se desde as proximidades de Morro dos Conventos-Arroio do Silva até Lauro Müller. Com limite a oeste, atinge o município de Nova Veneza, e no leste, a linha natural de afloramento vai até a cidade de Lauro Müller. A bacia sedimentar possui um comprimento conhecido de 95 km e uma largura média de 20 km (DE LUCCA, 2001).

As camadas de carvão da bacia carbonífera de Santa Catarina, as quais estão inseridas na Formação Rio Bonito, sendo mais facilmente explorável a camada Barro Branco. Esta camada, de acordo com Lopes (2010), oferece maior recuperação de carvão do tipo metalúrgico ou betuminoso, e ocorre em toda a extensão da bacia com espessura aproximada de 2,2 m, constituída por leito de carvão intercalado por siltitos e folhelhos carbonosos em proporções aproximadamente equivalentes, com teor regular de pirita.

Destas, apenas as camadas Barro Branco, Bonito e Irapuá são atualmente mineradas, embora a camada Ponte Alta tivesse sido lavrada no passado. A camada Barro Branco varia de 1,4 m a 2,2 m de espessura contendo 0,5 m a 1,2 m de carvão recuperável. Distingue-se um leito superior (forro) e um leito inferior (banco) separados por estéril (quadração). O carvão é coqueificável, onde somente a parcela de densidade inferior a 1,5 é aproveitável na siderurgia. A parcela de densidade entre 1,5 e 2 constitui um carvão do tipo vapor que é utilizado na geração termelétrica (SIECESC, 2003).

O carvão mineral, apesar de ser um dos combustíveis mais poluentes do mundo, ainda mantém-se como uma das formas de energia mais utilizadas em todo o planeta. Além disso, a cada dia, cresce o seu mercado consumidor, sobretudo em indústrias de transformação, como fabricantes de aço, ferro, termelétrica, entre

outras (LOPES, 2010).

No início dos processos de manufatura do carvão, os produtos químicos provenientes deste minério eram conseguidos a partir de destilação destrutiva, com o que se obtinham principalmente aromáticos (benzeno, tolueno, xileno, naftaleno e metilnaftaleno). Com o progresso das aplicações de conversões químicas do carvão, foi possível obter um número muito maior de substâncias a partir desta matéria-prima, desde que explorada de maneira industrial (SHREVE e BRINK JUNIOR, 1997).

Assim, o carvão não é apenas o combustível fundamental no mundo inteiro, mas também divide, com as substâncias petroquímicas, o fornecimento de matérias primas básicas de muitas indústrias essenciais, que vão de corantes, remédios, pesticidas e elastômeros até os plásticos modernos (SHREVE e BRINK JUNIOR, 1997).

Este minério também constitui a maior reserva mundial de matéria prima orgânica concentrada e serve não só como fornecedor de substâncias, mas também como fonte barata de calor e de energia, necessários para muitos processos industriais. Apesar de o gás do carvão e os aromáticos desta mesma origem terem tido a respectiva produção diminuída pela competição dos petroquímicos e do gás natural (SHREVE e BRINK JUNIOR, 1997).

Dentre os subprodutos do carvão, cita-se o coque. Das ocorrências de carvão no Brasil, o único capaz de ser coqueificado ou usado em altos fornos da indústria siderúrgica, é o carvão ocorrente em Santa Catarina, mas somente depois de passar pelo processo de beneficiamento (LOPES, 2010). Sobre este produto, são apresentados alguns aspectos nos itens a seguir.

2.2 PROCESSO DE COQUEIFICAÇÃO

Quando o carvão mineral sofre pirólise térmica, ou é destilado por aquecimento, ao abrigo do ar, converte-se em diversos produtos sólidos, líquidos e gasosos, como é caso do coque (DNPM, 2009).

Há mais de 2.000 anos, o coque era um artigo de comércio entre os chineses e na Idade Média foi usado nas artes, para fins domésticos. Somente em 1620 foi registrada pela primeira vez a produção de coque num forno. Até os meados do século XIX, o alcatrão e os produtos do alcatrão eram considerados

rejeitos. A síntese do primeiro corante extraído do alcatrão, por Sir William Perkin, em 1856, provocou uma grande demanda pelo produto, com crescente valor comercial. Perkin, com sua descoberta do corante malva violeta-brilhante, lançou fundamentos da indústria mundial dos corantes do carvão. Em 1792, foi realizada, por William Murdock, a primeira experiência com êxito visando à produção de gás a partir do carvão; com ela, foi possível iluminar a gás as ruas de Londres, em 1812 (SHREVE e BRINK JUNIOR, 1997).

Nos tempos modernos, a principal aplicação do carvão mineral e do carvão coque é de servir como combustível, principalmente para atividades metalúrgicas e de geração de energia (GUERRA e GUERRA, 1997).

O carvão metalúrgico ou coqueificável possui a propriedade de transformar-se em coque. A coqueificação refere-se ao processo pelo qual o carvão mineral, ao ser submetido a temperaturas elevadas na ausência de oxigênio, passa a liberar gases presentes em sua estrutura, originando um resíduo denominado de coque (ABREU, 2008; DNPM, 2009).

Em outras palavras, esta destilação provoca a liberação de gases e o aparecimento de um resíduo sólido, poroso, infusível, basicamente constituído de carbono, que é o coque (DNPM, 2009).

Na prática usual, as temperaturas dos fornos de coque são mantidas acima de 1.650°F (899°C), mas a faixa de operação estende-se de 950 a 1.800°F (454 a 982°C). O produto principal, por peso, é o coque. Quando se usam temperaturas de 850 a 1.300°F (454 a 704°C), o processo é denominado carbonização a *baixa temperatura*; com as temperaturas acima de 1.650°F (899°C) o processo é conhecido como carbonização a *alta temperatura*. Na carbonização a baixa temperatura, a quantidade de produtos gasosos é pequena e a dos produtos líquidos é relativamente grande, enquanto na carbonização a alta temperatura o rendimento de produtos gasosos é maior que a de produtos líquidos, sendo relativamente baixa a produção de alcatrão. Os produtos líquidos são água, alcatrão e óleo cru leve. Os produtos gasosos são hidrogênio, metano, etileno, monóxido de carbono, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, amônia e nitrogênio. Os diversos produtos do coque são conhecidos coletivamente como *co-produtos* ou *subprodutos* do carvão (DNPM, 2009).

Conforme Vilela e Sampaio (2008), as principais etapas do processo químico de formação do coque, na medida em que envolve quebra de moléculas são:

- Perda de umidade: Ocorre a temperaturas entre 100 °C e 120 °C e caracteriza-se pela liberação de umidade presente no carvão;

- Desvolatização primária: É o primeiro estágio da coqueificação propriamente dita e ocorre entre temperaturas da ordem de 350 °C a 550 °C, com a liberação de hidrocarbonetos pesados e alcatrão;

- Fluidez: Ocorre entre 450 °C e 600 °C, quando o material se torna fluido, pastoso, devido ao rompimento das pontes de oxigênio presentes em sua estrutura química;

- Inchamento: etapa que ocorre paralelamente à fluidez devido à pressão dos gases difundindo-se na estrutura de microporos do carvão. A intensidade do inchamento ocorre em função da velocidade de liberação destes, através da massa fluida. É uma fase de grande importância, visto que deve ser devidamente controlada para evitarem-se danos aos equipamentos da coqueria;

- Resolidificação: ocorre a temperaturas próximas de 700 °C, formando o semi-coque. Determina em grande parte a qualidade do coque, uma vez que uma resolidificação sem formação de fissuras originará um produto de elevada resistência mecânica;

- Desvolatização secundária: última fase do processo, ocorre na faixa situada entre 850 °C e 1300 °C com eliminação sobretudo de hidrogênio.

Após ser apagado e resfriado o carvão coque é britado e separado em diferentes classes granulométricas (GUERRA e GUERRA, 1997).

As coquerias de fundição do sul de Santa Catarina operam com fornos tipo *bee hive* ou colmeia, assim chamado devido a sua aparência. Neste processo não há recuperação de subprodutos.

O forno tipo "colmeia" é construído em tijolos sílico-aluminosos, com abóbada circular, tendo a forma parecida com a de apiário. Suas dimensões médias são da ordem de 3,5 m de diâmetro, recebendo de 5 a 6 toneladas de carvão em camadas entre 50 cm a 70 cm. O forno tem uma porta para a retirada do coque e um orifício na parte mais elevada da abóbada, para carregamento do carvão e para saída dos gases. As paredes do forno se esfriam durante o apagamento até cerca de 420 a 480°C. A temperatura do forno durante a coqueificação atinge a um

máximo de 1.100 ~ 1.200°C. O tempo total varia entre 48 a 72 horas, dependendo da espessura da camada (DNPM, 2009).

2.3 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DA EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DO CARVÃO MINERAL

As expressivas reservas de carvão existente no Estado de Santa Catarina e as crescentes necessidades energéticas do país estabeleceram o cenário para o aproveitamento deste bem mineral. O carvão mineral, abundante em solo sul catarinense, foi descoberto casualmente e seu incontestável valor ajudou a alicerçar a região da bacia carbonífera sul catarinense, solidificando a economia local e projetando a região no cenário econômico nacional.

Assim, a extração do carvão mineral acabou sendo a base econômica de toda a região, possibilitando a diversificação industrial e o crescimento rápido de um pólo regional carbonífero. Porém, a extração de carvão trouxe malefícios no que se refere ao ambiente natural, por tratar-se de uma atividade extremamente poluidora (DNPM, 2009).

O Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2012) afirma que a atividade mineira, assim como qualquer outra atividade humana, interfere no meio ambiente e se apropria de outros recursos naturais tais como a água, o ar e a vegetação. Toda a mineração, a céu aberto ou subterrânea, altera o terreno no processo de extração mineral, bem como na deposição de estéril e de rejeitos.

Sobre o carvão catarinense, Farias (2002) relata que os rejeitos xistosos e piritosos produzidos nos pré-lavadores foram sendo depositados no solo durante décadas, causando grande impacto ambiental.

Os rejeitos sólidos são constituídos pelos minerais e rochas que ocorrem associados ao carvão, tais como, a pirita, arenitos, silitos e folhelhos que, considerados até pouco tempo atrás sem valor econômico, foram sendo depositados a menor distância de transporte possível, gerando extensas áreas cobertas com material rico em enxofre e metais pesados, extremamente acidificante quando em contato com o ar e água, e sujeito à autocombustão, com geração de gases tóxicos. (DE LUCA, 2001).

Segundo (ALEXANDRE e KREBS et al, 1995 apud BARBOSA, 2000), a poluição hídrica da região carbonífera de Santa Catarina é provavelmente o impacto

mais significativo das operações de mineração, beneficiamento e rebeneficiamento. Esta poluição é decorrente da percolação da água de chuva através dos rejeitos gerados nas atividades de lavra e beneficiamento, alcançando os corpos hídricos superficiais e/ou subterrâneos. Apresenta ainda potencial de contaminação do solo em áreas que não estão cobertas pelo material sulfetado dos depósitos de rejeitos, o que se dá através da inundação das planícies aluviais dos rios contaminados pela drenagem ácida.

De acordo com Skousen (1998), a Drenagem Ácida de Mina - DAM é uma água contaminada, caracterizada por altos teores de ferro, manganês, zinco, alumínio e ácido sulfúrico, razão pela qual pode apresentar coloração esverdeada ou laranja-amarelado a avermelhada, dependendo do estado predominante do ferro (Fe^{+2} ou Fe^{+3} , respectivamente).

Sendlein et al (1983) reportam os efeitos da DAM sobre ecossistemas de rios e córregos, evidenciados pelo aumento da acidez que reflete a oxidação dos íons férricos e a diminuição do oxigênio dissolvido, com concomitante liberação de metais pesados ao ambiente.

De acordo com Schneider (2006), este fato se agrava em virtude de que as concentrações inicialmente baixas de metais pesados no ar, água, solo e plantas, tornam-se mais elevadas à medida que avançam na cadeia alimentar, fenômeno este conhecido como biomagnificação. Alguns metais podem ser convertidos em formas orgânicas por bactérias, aumentando desta forma o risco de entrarem na cadeia trófica. Da mesma forma, os metais podem oxidar-se rapidamente, convertendo-se às formas solúveis, situação em que são particularmente perigosos, conforme ocorre com o mercúrio, chumbo, arsênio, cromo, níquel, zinco e cádmio, entre outros.

Conclui-se, portanto, com os impactos ambientais apresentados, que o tratamento inadequado dos rejeitos sólidos e dos efluentes líquidos, bem como os processos de produção e beneficiamento do carvão pelas carboníferas, resultou em uma grave degradação, a ponto de a área carbonífera ser considerada Área Crítica Nacional, através do decreto nº 85.206/80, exigindo o controle da poluição e a recuperação da qualidade ambiental (VOLPATO, 2002).

A população da região carbonífera atingida, convive com os danos que a mineração do carvão vem causando à região. A degradação, se hoje é crítica, para o futuro é ameaçadora. São o ônus social que a mineração não agrega a seus custos

e a sociedade é forçada a subsidiar, em função do resultado econômico.

Volpato (2002) lembra que a mineração de lavra manual (como era no início da década de 50) oferecia poucos danos à natureza. Porém, à medida que os métodos e técnicas de lavra foram se mecanizando, o processo de poluição tornou-se incontrolável e em muitos casos irreversível. Existem áreas extensas que se assemelham a uma paisagem lunar. Outro ponto negativo é a erosão, devido à falta de vegetação que não cresce nas áreas contaminadas, enfim, todos os municípios da região carbonífera partilham os efeitos negativos da poluição ambiental oriunda da atividade de extração e beneficiamento do carvão mineral.

Devido a ação do Ministério Público Federal na região carbonífera no sul de Santa Catarina, uma gama de projetos de recuperação de áreas degradadas com a indicação dos responsáveis por esse passivo e também a adequação ambiental de indústrias já em operação vem sendo feita, sendo assim a minimização dos impactos citados acima esta sendo alcançada já nos dias atuais

2.4 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DECORRENTES DO PROCESSO DE COQUEIFICAÇÃO

No que se refere ao carvão coqueificável, os impactos de maior magnitude estão relacionados a emissões atmosféricas. Observando a relação de conversão matéria-prima/produto em torno de 62% (carvão/coque) e a inexistência de efluentes líquidos ou resíduos sólidos durante o processo de transformação em coque, conclui-se que grande quantidade de gases e materiais particulados são lançados pelas chaminés das coquearias (VILELA e SAMPAIO, 2008).

De uma maneira geral, as principais emissões atmosféricas oriundas nas diferentes fases do processo produtivo de coquearias com fornos tipo colméia são: material particulado (poeiras fugitivas), hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio (NOx), compostos sulfurosos (SOx), monóxido de carbono (CO), compostos reduzidos de enxofre (TRS) e amônia (ABREU, 2008).

Estes gases liberados diretamente na atmosfera constituem um perigo em potencial à saúde e ao meio ambiente. Além da contaminação direta da atmosfera, estes poluentes podem atingir o solo e recursos hídricos, uma vez que por precipitação pluvial ou por correntes de ar, dependendo do grau de umidade na atmosfera, podem ser dissolvidos e contaminar estes ambientes (DNPM, 2009).

Para minimizar os efeitos, as emissões gasosas são lançadas no ar por meio de chaminés com alturas maiores, com o objetivo de diluir na atmosfera a carga tóxica, de maneira que os gases ao atingirem o nível do solo tenham sua concentração reduzida. Os gases gerados em cada forno da bateria são encaminhados ao duto central que conduz à chaminé com altura variando de 20 a 25 metros (VILELA e SAMPAIO, 2008).

Além das emissões lançadas pelas chaminés, há também a ocorrência de emissões de material particulado decorrentes da ação eólica sobre os materiais depositados no pátio e pela manipulação de produtos em operações de carregamento e descarregamento de caminhões (ABREU, 2008).

A resolução CONAMA 003/90 considera-se poluente qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando inconveniente ao bem estar público, danos aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

De forma genérica, a seguir serão descritos os principais efeitos dos principais poluentes atmosféricos emitidos pela referida atividade, observados tanto na saúde humana, quanto no ecossistema de uma forma geral.

Os óxidos de enxofre (SO_x) são gases incolores, com odor característico (cheiro de ovo podre), oriundos, sobretudo dos processos de combustão de substâncias com enxofre na sua composição e da decomposição de matéria orgânica (CETESB, 2012).

Citando-se os efeitos sobre a vegetação, este gás penetra na planta através dos estômatos, competindo com o CO_2 e acumula-se nas folhas, sendo tóxico para as células. Os efeitos no metabolismo é a depressão da fotossíntese, ocasionando a morte dos tecidos e uma coloração amarronzada (CETESB, 2012).

Porém, CETESB (2012) ainda conclui que as reações induzidas nas plantas pelo dióxido de enxofre (SO_2) não são específicas, isto é, não podemos confiar que devam-se exclusivamente ao SO_2 .

Na saúde humana a principal via de exposição da população ao dióxido de enxofre é por inalação. Os efeitos da exposição a altos níveis de SO_2 incluem dificuldade respiratória, alteração nas defesas pulmonares, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares. O composto irrita o nariz, garganta e pulmões causando tosse, falta de ar, chiado no peito, catarro e crises de asma. Os indivíduos

asmáticos ou com doenças crônicas de pulmão e coração, bem como as crianças, são mais sensíveis aos efeitos do dióxido de enxofre (CETESB,2012).

Os óxido de enxofre (SOx) podem reagir com outros compostos presentes na atmosfera, formando pequenas partículas que penetram profundamente em partes sensíveis dos pulmões, causando ou agravando doenças respiratórias, como enfisema e bronquite, bem como agravar doença do coração preexistente, levando a internação e morte prematura (CETESB,2012).

Segundo (GAMA, 2008), os óxidos de nitrogênio são compostos químicos gasosos, formados pela combinação do oxigênio com o nitrogênio. O processo mais habitual destes compostos inorgânicos é a combustão em altas temperaturas, processo no qual o ar é habitualmente o comburente. Os óxidos de nitrogênio, importantes poluentes da atmosfera, são emitidos como resultado da combustão de qualquer substância que contenha nitrogênio e são introduzidos na atmosfera pelos motores de combustão interna, fornos e caldeiras.

Para Ribeiro (2012), na saúde humana os óxidos de nitrogênio (NOx) tanto podem ter efeitos diretos, quanto serem precursores da poluição fotoquímica, que ocasiona a formação do ozônio (O₃). Além disso, os NOx são importantes contribuintes para a formação de chuvas ácidas, assim como o SO₂. Pode-se afirmar também que ele é menos reagente que o ozônio, apesar de estudos indicarem que asmáticos e pessoas que sofrem de doenças pulmonares obstrutivas crônicas são muito sensíveis aos impactos dos NOx sobre a função pulmonar.

A amônia é um gás incolor com um odor forte e pungente. É fabricado ou gerado como subproduto por indústrias decorrente de seu processo produtivo, e também produzido naturalmente por bactérias, plantas e animais em decomposição e resíduos animais. Na sua forma natural, a amônia é encontrada no solo, água e ar, e é uma fonte de nitrogênio para as plantas e animais. É geralmente vendido na forma líquida, e é um produto químico corrosivo (TOX, 2010)

Conforme CETESB (2012), este gás poderá ocasionar injúrias foliares, com ou sem perda da clorofila. As folhas mostram aparência de cozidas, tornando-se marrons ou verdes secas, as folhas adultas são as mais sensíveis.

Em humanos a exposição em níveis extremamente altos de amônia pode ocasionar morte, coma, cegueira, danos aos pulmões, colapso, convulsões e queimaduras nos olhos, pele e garganta. A inalação de menores concentrações desta substância, pode provocar efeitos menos grave, mas não menos importantes,

tais como tosse, chiado, falta de ar, laringite, dor de cabeça, febre, náuseas, vômitos, catarro espumoso rosa, dor no peito, asma, pulso rápido e aumento da pressão arterial (TOX, 2010).

Para CETESB (2012), material particulado é um conjunto de poluentes constituídos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que se mantém suspenso na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho. As principais fontes de emissão de particulado para a atmosfera são: veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, resuspensão de poeira do solo, entre outros. O material particulado pode também se formar na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COVs), emitidos principalmente em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado de reações químicas no ar.

Pouco se sabe sobre os efeitos destes poluentes perante a vegetação, visto que muitos particulados são inertes, porém a sua deposição sobre as folhas intercepta a luz solar que atinge superfície foliar, reduzindo assim a fotossíntese. Além disso, os resíduos depositados nas folhas podem originar um verdadeiro filme impermeável sobre a sua superfície, prejudicando todos os processos que envolvam trocas gasosas (CETESB, 2012).

Já sobre os efeitos sobre a saúde, Fernandes (2009) pontua que o mais danoso é o material particulado com diâmetro aerodinâmico < 10 µm (PM 10). Os principais efeitos provocados à saúde pelo PM 10, são observados notadamente nos sistemas respiratório, circulatório e reprodutor. No sistema respiratório, os danos mais importantes é o desencadeamento ou agravamento de inflamações pulmonares, asma, doença pulmonar obstrutiva crônica e câncer. Os principais eventos cardiovasculares são alterações no ritmo cardíaco, isquemia miocárdica, modificações na coagulação sanguínea e progressão da aterosclerose. Na gravidez, crescimento intrauterino restrito, prematuridade e baixo peso ao nascimento são as conseqüências mais marcantes.

Analisando as implicações ambientais decorrentes do processo de coqueificação sobre outros compartimentos ambientais, citam-se ainda os efeitos desta atividade sobre o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos. Neste caso tem-se duas situações: 1. coqueria sem beneficiamento de matéria-prima; 2. coqueria com beneficiamento de matéria-prima.

Na primeira alternativa, a poluição hídrica resume-se às águas utilizadas

para o resfriamento do coque, sendo que a maior parte evapora e o restante é drenado, juntamente com as águas pluviais para bacias de decantação. As técnicas de controle têm como objetivo evitar a lixiviação, minimizando o contato da água com as pilhas estocadas. Para tanto, utiliza-se valas de drenagem contornando as pilhas. Estas águas, carreando partículas finas e com características ácidas, são encaminhadas para as bacias de decantação onde, após simples decantação, são lançadas no corpo receptor (VILELA e SAMPAIO, 2008).

Na segunda alternativa, os efluentes líquidos e resíduos sólidos são gerados na fase de beneficiamento da matéria-prima (carvão metalúrgico). Este beneficiamento gera, a exemplo das demais plantas de beneficiamento de carvão, um efluente líquido com grande quantidade de sólidos em suspensão (água negra), sendo que parte destes sólidos constituídos de material piritoso, o que faz com que o pH torne-se ácido e conseqüentemente, os elementos que compõem o resíduo, inclusive os metais tóxicos, são solubilizados (VILELA e SAMPAIO, 2008).

A “água negra” é encaminhada à bacia de decantação, onde, após sedimentação, retorna ao beneficiamento, fechando o circuito de águas. Os resíduos sólidos também são provenientes das etapas de beneficiamento (VILELA e SAMPAIO, 2008).

Mitigando assim os impactos gerados pela não destinação correta desses efluentes decorrentes do processo produtivo, devido ao fato deles serem encaminhados para um circuito de bacias de decantação/acumulação que através de bombeamento retornam para o processo, fazendo com que a unidade opere em regime de circuito fechado de águas.

2.5 MEDIDAS LEGAIS DE CONTROLE PARA MINIMIZAR IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA ATIVIDADE MINERADORA E SEUS DERIVADOS

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) recebeu o bem ambiental em seu seio garantindo-lhe ampla e total proteção. O meio ambiente ecologicamente equilibrado foi elevado à categoria de bem de uso comum do povo e é, portanto, direito de todos e essencial à qualidade de vida, sendo certo que o Poder Público e a coletividade tem o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Dentro deste contexto, Milaré (2007) afirma que o ambiente integra-se um conjunto de elementos naturais, culturais e artificiais, podendo-se afirmar que o meio ambiente natural é constituído pelo solo, a água, o ar atmosférico, a flora e a fauna; o meio ambiente cultural é integrado pelo património artístico, histórico, turístico, paisagístico, arqueológico, espeleológico etc; e, por fim, o meio ambiente artificial é formado pelo espaço urbano construído, compreendendo edificações e equipamentos públicos, tais como ruas, praças, áreas verdes, etc .

Uma das principais inovações da Carta de 1988 foi a LCA – Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), que proporcionou uma visão integrada dos tipos penais ecológicos e deu o devido atendimento à política criminal nessa área tão relevante. Até então, e desde a época do Império, a legislação brasileira não continha previsões normativas eficazes para a defesa ambiental, que se mostravam desatualizadas para reprimir os abusos contra a natureza (MILARÉ, 2007).

Conforme Lanfredi (2002, p. 85):

A preocupação com o meio ambiente, que predominava naqueles tempos estava voltada mais para o aspecto econômico, como ocorria na proibição ao corte ilegal de madeiras nobres, cuja legislação portuguesa sobre o assunto, que vigorava no Brasil, consistente nas “Ordenações do Reino” [...] se esmerava em coibir essa prática considerada como “crime de injúria ao rei”, tamanha a preocupação com as madeiras. Do mesmo modo, o Código Florestal, bem como a legislação sobre caça e pesca, já se encontravam ultrapassados. Ademais, a legislação então disponível estava dispersa em caótico – conjunto de leis, insuficientes para evitar as contínuas agressões ao meio ambiente e os consequentes danos ecológicos. Insistentes, por isso, eram os reclamos para sistematizar as figuras penais do campo ambiental em um Código Ecológico ou, então, em uma Lei Básica especial.

Desse modo, com a promulgação, em 1998, a Lei dos Crimes Ambientais, também denominada de Estatuto dos Crimes Ambientais, veio proporcionar uma visão integrada dos tipos penais ecológicos, promovendo nova mentalidade sobre as infrações penais e dando o devido atendimento à política criminal nesta área (LANFREDI, 2002).

Dentro desse contexto, sabe-se que a atividade de mineração possui ligação direta com a realidade do meio ambiente, considerando que não há como extrair um mineral sem danos. Para Milaré (2007), tal atividade constitui-se, sem dúvida, uma agressão sumária à natureza adormecida, representando um dos ramos industriais mais perversos do ponto de vista ambiental. Porém, por outro lado, não se pode descartá-la, pura e simplesmente, o que impõe-se é diminuir os estragos

que causa, com a adoção de tecnologias de aproveitamento adequadas, capital e vontade.

Milaré (2007), ainda expõe que com base nisto, o legislador constituinte, ciente da impossibilidade física de se atingir o subsolo sem comprometer a área superficial da jazida mineral e no seu entorno, impôs ao minerador a responsabilidade de "recuperar o meio ambiente degradado", segundo solução técnica exigida pelo órgão público, na forma preconizada no art. 225, §2º da Constituição Federal, a saber:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

[...]

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei (BRASIL, 1988).

Comenta Milaré (2007), que face o teor do texto constitucional, a própria recuperação do dano ecológico produzido pela mineração deve ser feita de acordo com uma decisão técnica, isto é, de acordo com uma solução possível, diante do fato de que a mineração se procede em bens ambientais não renováveis. No caso, é uma recuperação que visa assegurar um determinado uso humano da área degradada. A recuperação do meio ambiente degradado, portanto, se faz com a implementação de políticas que sejam capazes de dar solução técnica, ou seja, que leve em consideração todas as variáveis envolvidas no problema.

2.6 TUTELA LEGAL DO MEIO AMBIENTE: O COMPROMISSO (OU TERMO) DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA - TAC

A LCA – Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) veio a reordenar a legislação ambiental brasileira, no que tange às infrações e punições, atendendo as reivindicações dos ambientalistas, no sentido de sistematizar os crimes ambientais, estabelecendo tratamento específico e diferenciado para o infrator ambiental.

De acordo com Milaré (2007), em decorrência da promulgação da mencionada lei, diversas condutas, até então tipificadas como meras infrações administrativas, passaram a ser tratadas como infrações penais e, conseqüentemente, puníveis, inclusive, com penas privativas de liberdade (prisão).

Baseado nesta resolução, os mineradores de carvão de Santa Catarina foram condenados, em Sentença da Justiça Federal, em janeiro de 2000, a promover toda a recuperação ambiental da região degradada pela mineração carvão. Com isso, pode-se verificar que o Estado procurou desenvolver, inicialmente, uma legislação ambiental de caráter punitivo, baseada na imposição de normas e controles e de medidas que fomentassem a proteção ambiental (FARIAS 2002).

Para BORGES (2004), as indústrias responderam com a instalação de equipamentos de controle de poluição (controle de fim de linha), mas que com o tempo se mostraram ineficientes. Pressões para a proteção ambiental continuaram a crescer progressivamente e culminaram na introdução de legislações cada vez mais restritivas, 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 de cunho de responsabilidade social colocadas em prática para preservá-lo, com posições pró-ativas e criativas, mudando a prática vigente de posições passivas e reativas antes utilizadas.

Isso porque, no mesmo ano da publicação da LCA, a Medida Provisória 1.710, de 07.08.1998, incorporou ao texto da Lei 9.605/98 o art. 19-A, o qual autorizou os órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA a celebrar "Termo de Compromisso" com pessoas físicas e jurídicas responsáveis por atividades poluidoras, objetivando permitir por meios legais a adequação das atividades em funcionamento aos restritivos termos da nova lei (MILARÉ, 2007).

Dentro desse contexto, Carvalho Filho (2001, p. 202) define termo ou compromisso de ajustamento de conduta:

É o ato jurídico pelo qual a pessoa, reconhecendo implicitamente que sua conduta ofende interesse difuso ou coletivo, assume o compromisso de eliminar a ofensa através da adequação de seu comportamento às exigências legais.

Souza e Fontes (2010), a título exemplificativo, mencionam os seguintes casos: determinada empresa, ao celebrar um compromisso ou termo de ajustamento de conduta, compromete-se a não mais depositar resíduos sólidos (lixo) em local

não apropriado e sem as mínimas condições de higiene, evitando, com isso, a possibilidade de poluir manancial de água e contribuir para a má qualidade de vida da população local.

Com base no exemplo acima, Souza e Fontes (2010) explicam que, com a celebração do termo de ajuste de conduta, o ente legitimado não mais promoverá ação civil pública em desfavor da empresa. Esse fato, por si só, pode ser benéfico para o causador do dano à medida que evitará gastos e naturais preocupações advindas de um processo judicial. Em contrapartida, caso o acordo não seja cumprido, valerá o mesmo como título executivo extrajudicial, podendo o ente legitimado executá-lo com base nas normas previstas no Código de Processo Civil, ocasião em que se farão incidir as imposições previamente estabelecidas.

Mazzilli (2006) aponta as principais características do compromisso ou termo de ajustamento de conduta:

- a) é tomado por termo por um dos órgãos públicos legitimados à ação civil pública;
- b) não há concessões de direito material por parte do órgão público legitimado, mas sim a assunção de obrigações por parte do agente causador do dano (obrigações de fazer ou não fazer);
- c) dispensam-se testemunhas instrumentárias e participação de advogados;
- d) o compromisso constitui título executivo extrajudicial;
- e) não é colhido nem homologado em juízo;
- f) o órgão público legitimado pode tomar o compromisso de qualquer causador do dano, mesmo que este seja outro ente público (só não pode tomar compromisso de si mesmo);
- g) é preciso haver no próprio título as punições cabíveis, embora não necessariamente a imposição de multa.

Quanto aos entes legitimados para celebrar termo ou compromisso de ajustamento de conduta, esses podem ser classificados, segundo Mazzilli (2006, p. 363), em três categorias:

- a) a dos legitimados que, incontroversamente podem tomar compromisso de ajustamento: Ministério Público, União, Estados, Municípios, Distrito Federal e Órgãos Públicos, ainda que sem personalidade jurídica, especificamente destinados à defesa de interesses difusos, coletivos e individuais homogêneos. São os órgãos pelos quais o Estado administra o interesse

público, ainda que integrem a chamada administração indireta (como autarquias, fundações públicas ou empresas públicas), nada obsta a que tomem compromissos de ajustamento quando ajam na qualidade de entes estatais.

b) a dos legitimados que, incontroversamente não podem tomar o compromisso: as associações civis, os sindicatos e as fundações privadas;

c) a dos legitimados em relação aos quais cabe discutir à parte se podem ou não tomar compromisso de ajustamento de conduta, como as fundações públicas e as autarquias, ou até as empresas públicas e as sociedades de economia mista.

Da análise dos conceitos expostos, pode-se entender que o termo ou ajustamento de conduta é um modo pelo qual é dada ao autor do dano a oportunidade de cumprir as obrigações estabelecidas, comprometendo-se o ente legitimado, de sua parte, a não propor ação civil pública ou a pôr-lhe fim, caso esta já esteja em andamento. Com isto, busca-se evitar processos extremamente custosos, desgastantes e morosos para ambas as partes, fazendo com que o autor do dano pratique ou se abstenha de praticar o ato lesivo, sempre com vistas a atender o bem maior objeto do acordo. Assim, desde que cumprido o ajuste, terá o compromisso alcançado seu objetivo, sem a necessidade de se movimentar toda a máquina judiciária. É, portanto, um meio rápido e eficaz para a solução de problemas. E, na hipótese de não ser cumprido o TAC, poderá o mesmo ser executado desde logo, eis que constitui título executivo extrajudicial, revelando-se desnecessária qualquer outra discussão em torno dos comportamentos que o instituíram (SOUZA e FONTES, 2010).

Assim, conforme Leite (2003), o Termo de Ajustamento de Conduta ou Termo de Ajustamento de Conduta – TAC é o instrumento ou “remédio” mais adequado aos interesses ambientais, principalmente para a agenda de gestão ambiental das organizações que atuam nesse segmento.

2.7 GESTÃO AMBIENTAL E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS EMPRESAS MINERADORAS

A globalização da economia nos anos 90 trouxe a mundialização dos conceitos de responsabilidade social e os relativos ao meio ambiente. Segundo Saad, Carvalho e Costa (2009), esse período pode ser caracterizado como a fase da gestão ambiental.

Valle (1995, p. 14) conceitua gestão ambiental como:

Conjunto de medidas e procedimentos bem definidos e adequadamente aplicados que visam reduzir e controlar os impactos introduzidos por um empreendimento sobre o meio ambiente, iniciando com o entendimento do sistema como um todo e termina com o desempenho sustentável.

No ano de 1992, realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92). Essa conferência reuniu 114 chefes de Estado e mais de 40.000 militantes da causa, inspirando o compromisso com o desenvolvimento sustentável no mundo todo. O principal resultado dessa conferência foi a Agenda 21, um documento diplomático que contém consensos e propostas, para que os países passassem a tomar medidas para que possa ser garantida a sustentabilidade das atividades humanas e, principalmente, que seja alcançada a melhoria da qualidade de vida para as atuais e futuras gerações (VIRTUOSO, 2004).

O teor da Agenda 21 deixa evidenciado que as empresas que tiverem sua imagem associada a um acidente ambiental, por exemplo, poderão enfrentar desvantagem competitiva significativa.

No cenário brasileiro, afirmam Saad, Carvalho e Costa (2002), cerca de 85% das empresas já estão adotando algum procedimento associado às questões ambientais em suas atividades.

Ainda, segundo os autores Saad, Carvalho e Costa (2009, p. 314):

“[...] a implantação de uma gestão ambiental é tão importante quanto a responsabilidade social, já que minimiza o risco de que a empresa seja envolvida em algum processo de desrespeito ao meio ambiente ou aos direitos humanos. [...] As empresas precisam adequar seu modo de produção e demais processos às necessidades e desejos dos consumidores, sem prejudicar o meio ambiente ou colocar em risco as gerações futuras. Dessa forma, seus produtos, seguros em relação ao meio ambiente, serão socialmente aceitos e criarão empatia com consumidores, melhorando a imagem da empresa diante da sociedade. Por isso, empresas pró-ativas estão transferindo a gestão ambiental de uma função complementar para uma parte do planejamento estratégico da empresa. A proteção ambiental não pode depender apenas de controles no final do processo, mas de todas as suas fases, ou seja, desde a fabricação até as vendas e consumo dos produtos.

Em função disso, a exigência da sociedade no que se refere à qualidade ambiental dos produtos oferecidos no mercado está estimulando uma gama cada vez maior de organizações a aderirem voluntariamente a normas ambientais.

Tratando-se de uma tendência já quase consolidada nos países desenvolvidos, a preocupação com a natureza e, conseqüentemente, a adoção de sistemas “limpos” ou menos poluentes são elementos que ajudam a dar uma nova configuração no meio industrial brasileiro (VIRTUOSO, 2004).

Isso porque, do ponto de vista da empresa, relata De Luca (2001), o meio ambiente é fonte de recursos e também um receptáculo de resíduos, sendo descrito como sendo um recurso a ser administrado de tal forma que possibilite maximizar os benefícios para a sociedade.

Segundo Saad, Carvalho e Costa (2009, p. 326):

A administração ecológica está voltada para atitudes ativas e criativas, cujo objetivo é minimizar o impacto social e ambiental, tornando as operações da empresa ecologicamente corretas. Além disso, preocupa-se com o bem-estar das gerações futuras e por isso procura incrementar uma mudança de valores na cultura empresarial. Esse tipo de administração possui alguns elementos característicos.

De acordo com Valle (1995), um sistema de gestão ambiental possui alguns elementos importantes, tais como a criação de uma política ambiental, o estabelecimento de foco e objetivos e de um plano para alcançá-los, além da monitoração e medição de sua eficácia, a correção de problemas e a análise do sistema para aperfeiçoá-lo e melhorar continuamente o desempenho ambiental.

Esses elementos da gestão ambiental são descritos na série de normas da ABNT NBR ISO 14.000, que se baseiam na seguinte equação: “Um melhor gerenciamento do meio ambiente levará a um melhor desempenho desse meio ambiente, a uma maior eficiência e a um maior retorno dos investimentos”. (SAAD, CARVALHO e COSTA, 2009, p. 326).

Dessa forma, buscando maior credibilidade no que se refere ao monitoramento do meio ambiente, as empresas têm procurado demonstrar comprometimento, aderindo à série ISO 14.000, que dispõe de diretrizes para a gestão ambiental (VALLE, 1995).

Segundo De Luca (2001), as propostas de normas da ISO 14.000 oferecem às empresas, que voluntariamente decidam adotá-las, um sistema de gestão ambiental em plena sintonia com os princípios do desenvolvimento sustentável. Neste sistema, a lógica é a prevenção, planejando o controle contínuo dos processos, reduzindo seus subprodutos e consumindo menos recursos.

Conforme Rustu (2003), a série ISO 14.000 surgiu com a realização da

Eco 92, para atender a uma exigência por uma norma internacional capaz de padronizar os procedimentos em nível mundial. A partir daquela conferência mundial do meio ambiente, fundou-se um grupo denominado *Technical Committee* nº 207 do *International Organization for Standardization*, designado para elaborar uma série de normas relativas à gestão ambiental que receberam o código 14.000, com o intuito de serem reconhecidas como a série ISO 14.000.

Valle (2005) afirma que, da mesma forma pela qual o sistema de gestão da qualidade (Série ISO 9000), o TC 207 passou a desenvolver um sistema de qualidade voltado para a gestão ambiental. Nasceu assim, o sistema de gestão ambiental (SGA) da série ISO 14.000, cuja base é a criação de uma política ambiental, estabelecimento de objetivos e metas, implementação de um programa para alcançar essas metas, a monitoração e medição de sua eficiência, a correção de problemas e a análise e revisão do sistema para melhorar o desempenho ambiental das empresas.

Virtuoso (2004) salienta que, com a ISO 14.000, as organizações empresariais têm parâmetros para criar sua sistemática de gestão voltada aos aspectos ambientais. Uma das principais diretrizes aponta à alta direção de cada empresa para que estabeleça uma política de compromisso com objetivos e metas ambientais, da otimização de aproveitamento de matérias, com redução de desperdícios, à redução de poluição gerada e a difusão de informações sobre preservação ambiental junto ao corpo funcional e comunidade local, entre outras.

Segundo Saad, Carvalho e Costa (2009) a ISO 14.000 não impõe para as empresas o desempenho ambiental que elas devem alcançar, mas, sim, oferece alguns elementos para ajudá-las a construir um sistema de gestão ambiental (SGA) que alcance seus objetivos.

De Luca (2001) salienta que o conjunto de normas da NBR ISO 14.000 considera os seguintes objetivos:

- a) uma abordagem internacional comum ao gerenciamento ambiental;
- b) a capacidade da empresa para obter e medir aperfeiçoamentos no desenvolvimento ambiental;
- c) a remoção de barreiras para o comércio internacional;
- d) o aumento da credibilidade do comprometimento de uma organização com a responsabilidade ambiental;
- e) o comprometimento de uma empresa com o seu regulamento

ambiental;

f) um único sistema para as organizações implantarem em todos os lugares em que operam.

No contexto das empresas que atuam com atividades altamente degradadoras do ambiente, como no caso das indústrias carboníferas, essa questão torna-se ainda mais necessária, pois sabe-se que a mineração do carvão e suas atividades decorrentes, como é caso das coquearias, geram profundos impactos ambientais, desde alterações na paisagem, fauna e flora local, à contaminação do solo, água e ar.

Por isso, para De Lucca (2001), no caso do carvão, que constitui-se em um recurso finito, não-renovável e que, no processo de exploração e consumo, causa impacto significativo ao meio-ambiente, é necessária uma nova estratégia produtiva e de consumo, para que se cumpram os princípios do desenvolvimento sustentável.

Portanto, é necessário às empresas que atuam neste setor, uma especial atenção aos Sistemas de Gestão Ambiental. Isso porque, os impactos ocasionados pela mineração, juntamente com a competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais requerendo uma constante evolução na condução dessa atividade para evitar situações de impasses.

Assim, pode-se considerar que a atividade de mineração e suas atividades decorrentes é um dos setores básicos da economia do país, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social e gestão ambiental, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

3 METODOLOGIA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo apontar as obras de adequação ambiental de uma unidade industrial da atividade de Coqueificação de Carvão Mineral – Coqueria.

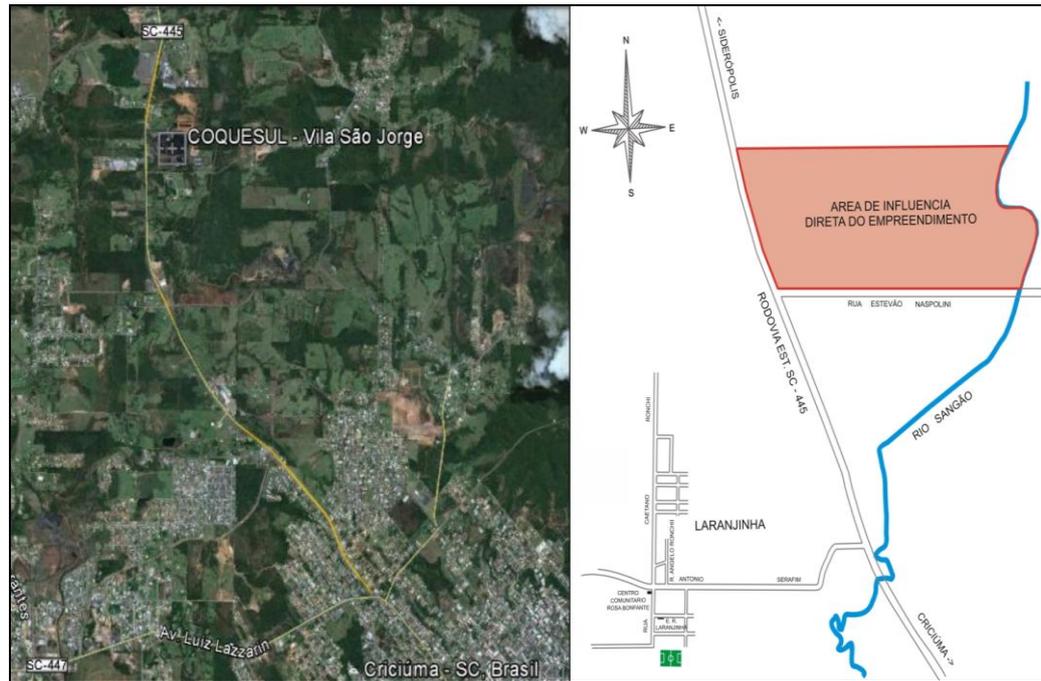
Para o levantamento da pesquisa foram utilizados dados da empresa que foram encaminhados aos órgãos fiscalizadores, analisado o Termo de Ajustamento de Conduta – TAC, firmado entre a mesma e o Ministério Público Federal – MPF, em que consta as condicionantes para o funcionamento ideal da atividade, bem como as exigências feitas pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA, cuja finalidade compreende a adequação da unidade para a obtenção de Licença Ambiental de Operação – LAO.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área industrial da empresa Coquesul está situada às margens da Rodovia Estadual SC-445 no Km 05, na localidade de Vila São Jorge, município de Criciúma/SC.

Está situada nas coordenadas UTM 655895.22 m E / 6830634.15 m S (Lat. 28°38'31.28"S / Long. 49°24'18.04"W), limitada ao Sul pela Rua Estevão Napolini e a leste pelo Rio Sangão, no centro da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (Figura 01).

Figura 01- Localização da área do empreendimento.



Fonte: Google, 2009.

A ilustração apresenta a localização do empreendimento em imagem aérea, com destaque para as rodovias e estradas que dão acesso a mesma, sentido Criciúma para Siderópolis, situado nos fundos do empreendimento.

3.1.1 Caracterização do processo produtivo

Constituída no ano de 1977, a Coquesul Brasileiro Indústria e Comércio Ltda dedicou-se a produção de Carvão Coque e derivados de carvão, produtos estes que são fontes combustíveis para empresas nos ramos de metalurgia e fundições (que trabalham com fornos modelo cubilô) e empresas de modelagem de peças. A mesma apresenta abrangência em todo o território brasileiro e exportações para o Mercosul.

A atividade de industrialização de coque de carvão mineral na Unidade Coquesul, Vila São Jorge, Siderópolis envolve as seguintes etapas:

- 1) Recebimento da matéria prima;
- 2) Mistura;
- 3) Aquecimento dos fornos;
- 4) Carregamento dos fornos;
- 5) Coqueificação;

- 6) Descarga dos fornos
- 7) Classificação Granulométrica
- 8) Pesagem e Liberação

3.1.1.1 Recebimento da matéria prima

Nesta fase, consideram-se as atividades relacionadas ao transporte da matéria prima até o pátio de estocagem. A matéria prima é constituída por moinha de carvão nacional, cinzas de coque proveniente do processo produtivo e hulha betuminosa. As mesmas são transportadas por caminhões basculantes enlonados e equipados com calha, através de estradas vicinais internas até estruturas tipo “boxes”.

Esta matéria prima é coberta por lona plástica para que se evite a ação de agentes naturais sobre a pilha, podendo alterar as propriedades finais do coque, bem como evitando o arraste eólico dos particulados mais finos.

3.1.1.2 Mistura

A etapa da mistura compreende as atividades relacionadas à preparação da matéria prima que dará origem ao coque. Todas as matérias primas são depositadas em um silo dosador que alimenta uma correia transportadora, cujo destino final é um britador. Posteriormente o material britado é acondicionado em silos. No momento do uso, o mesmo é transportado por correia até o solo, formando pilhas do material britado.

As pilhas de matéria prima são então homogeneizadas para a formação da mistura final, que será depositada nos fornos. Essa homogeneização é realizada por meio de pás carregadeiras que fazem o chamado “tombo” nos materiais, ou seja, a máquina vai retirando o material da base da pilha e depositando no topo, assim sucessivamente até deslocar o material para o lado, formando assim um tombo no mesmo, o número de tombos é definido de acordo com o tipo de coque a ser produzido (BS60T, HD, CF14, CF20), deixando a matéria prima pronta para o enforamento.

3.1.1.3 Aquecimento dos fornos

O forno é aquecido utilizando-se como combustível lenha de eucalipto, utilizado para atingir a temperatura inicial necessária ao início do processo de coqueificação.

O aquecimento é realizado sempre após a desativação de alguma bateria de fornos. Esta ação é necessária para manutenção dos mesmos, decorrente de problemas, sobretudo nos sistemas de tratamento de emissões atmosféricas ou por falta de matéria prima, caso contrário, os fornos permanecem ativados continuamente. Como o processo é desenvolvido de forma intercalada, visando facilitar a queima do carvão e a exaustão dos poluentes e gases, na etapa de carregamento o calor mantido dentro da bateria é suficiente para iniciar a queima.

3.1.1.4 Carregamento dos fornos

No empreendimento estão instaladas 02 baterias de fornos, nomeadas como Bateria 1A, que possui um total de 22 fornos com idade de 35 anos e a Bateria 1B, que possui um total de 24 fornos com idade de 08 anos.

O carregamento dos fornos na coqueria 1A é realizado por caminhões, que basculam a mistura dentro dos boxes na parte superior da bateria, que posteriormente é transportado até o silo dosador disposto sobre uma entrada circular na parte superior dos fornos, conforme figura 02.

Figura 02 – Silo dosador utilizado no carregamento dos fornos.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Na coqueria 1B, localizada também na Vila São Jorge, o sistema é semi-mecanizado. Os caminhões basculam a mistura em um silo dosador (Figura 03), que descarrega o material sobre correias transportadoras e posteriormente para outro silo preso a um sistema de trilhos na parte superior da coqueria, direcionando-o para as entradas circulares na parte superior dos fornos, despejando o material.

Figura 03 – Silos abastecedores sobre os trilhos na coqueria 1B.



Fonte: Ribeiro, 2012.

3.1.1.5 Coqueificação

Na coqueificação, os fornos são fechados e lacrados, regulando-se os registros de admissão de ar e saída de gases, iniciando-se a destilação à seco (coqueificação) e a etapa de pirólise.

Segundo Gomes (2003), pirólise (também conhecida como termólise) é a degradação térmica incompleta dos materiais carbonáceos sólidos, a qual pode ser realizada em ausência completa de um agente oxidante (especificamente oxigênio) ou em uma quantidade tal que a gaseificação não ocorra totalmente.

No caso específico do coque as entradas de oxigênio são controladas.

As fases que compõem o processo de Pirólise são:

- 300°C a 450°C: secagem e amolecimento
- 450°C a 500°C: plástica
- 500°C a 700°C: semi-coque
- 700°C a 1100°C: hiper-coqueificação

Na última fase, a temperatura entra em decréscimo lentamente até as chamas se extinguirem, voltando a 700°C. A partir daí o forno é aberto e o material é resfriado com jato de água, sendo desenformado com rastelos pela porta frontal. O período necessário para fabricação do coque é de aproximadamente 120 horas.

Os gases gerados pelos fornos através do processo de gaseificação são conduzidos por tubulações horizontais que possuem entradas de ar reguláveis, para que a queima seja a mais completa possível, evitando-se o lançamento de gases reagentes (hidrocarbonetos de cadeias longas) na atmosfera. A tubulação horizontal, dita coletora dos fornos, encaminha os gases aquecidos até uma chaminé com 25 metros de altura, dispersando-os nas correntes de ar ascendentes.

Dentro desse sistema foi instalado um lavador de gases tipo Venturi na saída da chaminé, adaptando-se um novo sistema de tubulações para tratamentos das emissões e posterior liberação para a atmosfera.

3.1.1.6 Descarga dos fornos

Na última fase do processo, a temperatura entra em decréscimo lentamente até as chamas se extinguirem, atingindo a temperatura de 700°C. A partir daí o forno é aberto e o material é resfriado com jatos de água, sendo desenformado com rastelos pela porta frontal, conforme figura 04.

Figura 04 – Entrada frontal para descarregamento dos fornos.



Fonte: Coquesul, 2005.

3.1.1.7 Classificação granulométrica

O coque é retirado dos fornos e estocado no pátio. O produto passa por um sistema de peneiras vibratórias para serem classificados granulometricamente, dependendo da necessidade do cliente, e transportados por um sistema mecanizado de correias até os caminhões, que transportarão o produto, conforme figura 05.

Figura 05 – Classificação granulométrica do coque e carregamento.



Fonte: Ribeiro, 2012.

A certificação do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001-2000, recentemente implantado na Coquesul, permite que se realize o carregamento apenas de caminhões que possuem licenciamento ambiental para transporte de cargas perigosas. É realizada ainda a aplicação de um “check-list” em todos os caminhões, onde o mesmo tem suas condições de saúde e segurança ao trabalhador e ao meio ambiente avaliadas. Os caminhões reprovados neste “check-list” são proibidos de efetuarem o carregamento.

3.1.1.8 Pesagem e liberação

Ao serem carregados, os caminhões transportam o produto até a balança da empresa, através dos acessos internos ao pátio operacional. O produto é pesado e enviado ao cliente, conforme ilustra a figura 06.

Figura 06 – Caminhão pesado na balança para liberação e enlonamento.



Fonte: Ribeiro, 2012.

3.2 PESQUISA E LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Nesta etapa foram realizadas revisões bibliográficas, a fim de buscar estudos atualizados e casos similares com o apoio dos livros, artigos, periódicos, trabalhos, teses, internet e toda a documentação expedida pelos órgãos fiscalizadores, que foi fornecida pela empresa, facilitando o conhecimento dos problemas gerados pela atividade e suas implicações ambientais.

Como forma de obtenção de dados e informações adicionais, foram realizadas vistorias *in loco* na empresa e total acesso aos dados pertinentes ao estudo de caso, presentes no departamento de engenharia e meio ambiente.

Após essa revisão foi possível fundamentar teoricamente ou ainda justificar finalidade das adequações ambientais e as contribuições da própria pesquisa, constituindo conhecimentos prévios acerca do problema e gerando a possibilidade de aplicar melhorias para as adequações ambientais feitas.

3.3 ANÁLISE DO TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA - TAC E EXIGÊNCIAS DA FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA

No ano de 2004, buscando regularizar as atividades de extração, beneficiamento e transformação mineral carbonífera, foi assinado com a FATMA – Fundação de Meio Ambiente, o IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, o Ministério Público Federal, o Ministério Público Estadual, a Polícia Ambiental do Estado de Santa Catarina, o Departamento Nacional da Produção Mineral, o PROTOCOLO DE INTENÇÕES Nº 24/04 – Atividade Mineradora de Carvão e de sua Transformação. Este Protocolo foi um documento que antecedeu o TAC, visando implementar ações integradas para a adequação das atividades de mineração e beneficiamento de carvão na região Sul de Santa Catarina.

Logo após a empresa Coquesul firmou o TAC juntamente com o MPF, buscando a regularização de suas atividades através da adequação ambiental de toda a empresa, determinando prazos, obras e vistorias a serem realizadas.

Após as vistorias foram feitas exigências pela FATMA para algumas outras adequações, com a finalidade de obtenção da Licença Ambiental de Operação – LAO.

Com isto foi possível reunir os documentos que foram enviados pelos dois órgãos nos arquivos da empresa, gerando subsídios para a construção de um Check list, que possibilitou um auxílio nas verificações *in loco* dos trabalhos feitos pela empresa, no tocante as adequações e legislações referentes.

O *check list* foi estruturado e suas informações coletadas durante os meses de setembro e outubro de 2012. Neste mesmo período também foram feitas verificações *in loco* e coleta de imagens, apresentadas no decorrer do trabalho.

3.4 LEVANTAMENTO DAS LEGISLAÇÕES RELACIONADAS AO TEMA

Como ferramenta de busca para ajudar na compreensão do TAC, foi efetuado o levantamento das legislações pertinentes. Tal fato foi realizado para analisar os parâmetros a serem seguidos pela empresa e também exigir da parte interessada resultados e melhorias que não causem prejuízos ao meio ambiente.

Efetou-se a busca das legislações em suas três esferas, (federal,

estadual e municipal), para entender o que elas determinam e as diretrizes que a empresa deve tomar com o intuito de manter os padrões exigidos.

Foram analisadas legislações referentes aos compartimentos água e ar, bem como metodologias adotadas para recuperação ambiental e solos. Estes dois últimos parâmetros foram informados pelo GTA – Grupo Técnico de Assessoramento.

Os parâmetros do GTA foram utilizados devido à dificuldade de se encontrar normas federais para a recuperação de ambientes degradados por ações de mineração e beneficiamento de carvão. O GTA atua em toda a região carbonífera em conjunto com o SIESESC, sendo formado por técnicos capacitados de toda região. As reuniões realizadas pelo grupo estipularam padrões para recuperar sítios degradados por essa atividade, justificando assim o seu uso no presente trabalho.

3.5 ELABORAÇÃO DO CHECK-LIST DE VERIFICAÇÃO

Criou-se um Check list com as legislações pertinentes para cada exigência e condicionante exigidas pelos órgãos ambientais (MPF e FATMA), com a finalidade de verificar se realmente as adequações surtiram efeitos, se foram concluídas e também possibilitando o emprego de melhoria no que já foi realizado.

Esse check list oportunizou também a estruturação da pesquisa, direcionou a coleta de dados e facilitou os trabalhos efetuados em campo.

A construção do *check-list* se deu por base das legislações estudadas, bem como das condicionantes do TAC e exigências da FATMA. O mesmo é constituído para cada obra, adequação ou exigência de monitoramento, relacionadas à empresa Coquesul, facilitando assim a etapa de vistorias *in loco*. O *check list* elaborado para a pesquisa é apresentado no apêndice 01.

O *check-list* é uma maneira mais simples e eficiente para relacionar se as cláusulas do TAC e exigências da FATMA estão sendo cumpridas, bem como verificar se os problemas relacionados a degradação ambiental e bem estar da área de influência vem sendo atendidos, relacionando legislações referentes à água, ar e solos, juntamente com os monitoramentos, frequência de monitoramento e compartimentos para cada item.

3.6 VISTORIAS E PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS

Foram realizadas vistorias *in loco*, nas dependências da empresa, em diferentes locais onde foram efetuadas as obras de adequação ou medidas para controles ambientais exigidas pelos órgãos fiscalizadores.

Essas visitas foram efetuadas com o auxílio do check-list, possibilitando a análise de cada item separadamente.

As vistorias possibilitaram a análise da efetividade das obras, tanto no ambiente físico da empresa em termos de organização do pátio operacional, quanto no atendimento às legislações pertinentes, verificando assim o cumprimento das cláusulas TAC e exigências da FATMA.

Os itens analisados foram: emissões atmosféricas, qualidade do ar, isolamento hídrico, construção e impermeabilização de bacias de decantação, tratamento de eventuais excedentes hídricos, adequação do depósito de rejeitos, recuperação de áreas de preservação permanente – (APP), recuperação de áreas não operacionais, adequação das áreas operacionais, medidas compensatórias, umidificação de vias de pátio, pavimentação das vias de acesso, construção da rampa de lavagem de veículos, recuperação da antiga bacia de captação de água, enlameamento da matéria prima e atendimento as reclamações.

Como funcionário da empresa, foi possível ter livre acesso a todos os dados e total liberdade para transitar nas dependências da mesma. Em função das informações levantadas foi possível identificar os itens que foram cumpridos, os não cumpridos e também apresentação de propostas de melhorias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa serão apresentados os resultados avaliados durante o levantamento das obras de adequação realizadas pela empresa Coquesul Brasileiro Indústria e Comércio LTDA.

A análise dos resultados foi elaborada através de análise de documentos, laudos, relatórios, visitas “*in loco*” e referências bibliográficas.

Com esta etapa concluída, foi possível avaliar cada condicionante, que será apresentada na sequência.

4.1 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Segundo a resolução CONAMA 003/90, definiu-se poluente atmosférico como toda e qualquer forma de matéria e/ou energia que, segundo suas características, concentração e tempo de permanência no ar, possa causar ou venham a causar danos à saúde, aos materiais, à fauna e à flora e seja prejudicial à segurança, ao uso e ao gozo da propriedade, à economia e ao bem-estar da comunidade.

A atividade de beneficiamento de carvão para produção de coque gera uma queima considerável de toneladas de carvão/mês, conseqüentemente gerando grande quantidade de poluentes atmosféricos.

A emissão de material particulado e gases é particularmente prejudicial ao sistema respiratório, pois penetram e se depositam em partes do aparelho respiratório. Por isso, a preocupação dos órgãos ambientais em relação à qualidade do ar e emissões vem aumentando e, assim, as normas e leis ambientais estão cada vez mais rígidas. É neste contexto que surgem os equipamentos de tratamento de efluentes atmosféricos, que são aplicados no controle dos mais diversos poluentes.

Na Coqueria 1A, para o ideal funcionamento da bateria de fornos, foram instalados Lavadores de Gases do Tipo Venturi (Figura 07). Trata-se de um equipamento utilizado na remoção de material particulado e lavagem de gases provenientes da queima do coque.

Figura 07 – Lavador de gases da coqueria 1A em operação.



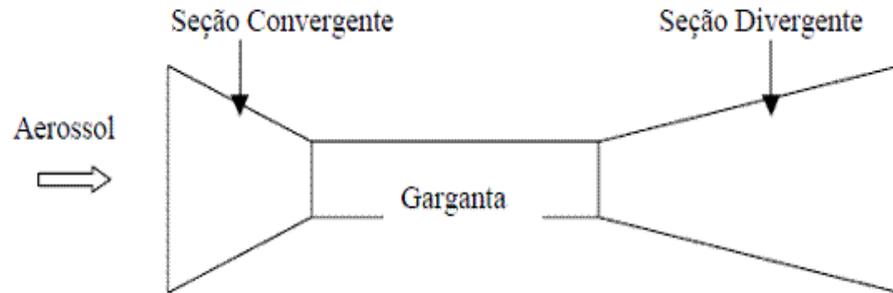
Fonte: Ribeiro, 2012.

Foi possível constatar a eficiência operacional do equipamento na remoção de poluentes, comprovados pelos laudos através de amostragem isocinética de chaminé. Foi julgado ideal, pois os técnicos da empresa testaram alternativas para a lavagem desses gases, tais como Lavadores de Coluna de Enchimento e Lavadores de Aspersão, visando uma alternativa mais econômica em comparação ao Lavador do Tipo Venturi, que possui um custo mais elevado. Porém, este equipamento foi o que mostrou maior eficiência no abatimento das emissões atmosféricas, justificando assim a sua escolha.

Os Lavadores de Gases Venturi são atomizadores de líquido, seu princípio funcional consiste na impactação (GAMA, 2008). A intenção é gerar uma distribuição uniforme das gotas do líquido aspergente, para elevar a probabilidade das partículas de pó se chocar com elas.

Segundo Gama (2008), os Lavadores de Gases Venturi costuma operar com altas velocidades, através da injeção de água a baixa pressão na sua garganta, onde o ar passa usualmente entre 45,72 e 152,40 m/s. O equipamento consiste em um tubo de seção retangular ou circular, com três partes distintas: seção convergente, garganta e seção divergente. Na Figura 08 observa-se o esquema de um Lavador de Gases Venturi.

Figura 08 – Desenho esquemático do Lavador de Gases Venturi.



Fonte: Gama, 2008.

Para a limpeza do gás, utiliza-se um líquido, normalmente água, que é injetada no sistema, esta injeção é dada por meio de orifícios localizados na garganta do Venturi e ao passar pelos orifícios, o líquido assume a forma de jatos.

Para garantir o ideal funcionamento do sistema são necessárias algumas medidas de monitoramento contínuo do sistema de lavação de gases, como o tratamento da água do lavador que a empresa efetua com adição de cal para correção do pH. Este é mantido em valores acima de 10, pois segundo a Constante de Henry, para a solubilidade de gases a remoção maior de enxofre se dá por substâncias alcalinas.

Como a água é mantida no pH alto, conseqüentemente pode gerar incrustações no sistema de tratamento, logo, foi instalado um condensador de gases para remover grande parte das concentrações de poluentes, como o alcatrão, funcionando como um pré tratamento antes do efluente ser encaminhado ao lavador de gases, diminuindo a carga de poluentes e aumentando a sua eficiência na lavagem.

O efluente final gerado pelo lavador é encaminhado para os sistemas de bacias de decantação/recirculação, instalado ao lado do equipamento. O funcionamento consiste na adição de cal em uma caixa d'água de 10m³, que juntamente com água gera um líquido branco com aparência leitosa. Este líquido é adicionado às bacias do lavador, gerando colóides e facilitando a decantação. O efluente após tratamento é redirecionado para o lavador de gases.

Para a limpeza do lodo remanescente das bacias de decantação, a empresa utiliza caminhões limpa-fossas que coleta o material e o encaminha ao depósito de rejeitos no interior da empresa. No período de manutenção das bacias,

a prestadora de serviços que efetua a limpeza realiza o trabalho utilizando dois caminhões, intercalando o processo de esvaziamento e enchimento das bacias, evitando a parada do lavador.

Segundo Galvão Filho (1989), a combustão incompleta é a maior causa da poluição do ar, embora a combustão completa resulte na emissão de compostos não danosos de dióxido de carbono, vapor de água, material particulado e gases.

Logo o controle de temperatura nos dutos da coqueria, quando mantidos altos, proporciona uma maior queima em toda a sua extensão que encaminha os gases para a chaminé, agindo como um pré-tratamento, evitando a queima incompleta da maioria dos gases e proporcionando uma maior redução da concentração de material particulado direcionados ao lavador de gases. Este mecanismo segue o princípio de funcionamento básico de um incinerador. Para Galvão Filho (1989), na incineração os hidrocarbonetos não queimados são convertidos em dióxido de carbono e água. O processo de incineração produz combustão completa que destroem hidrocarbonetos a altas temperaturas.

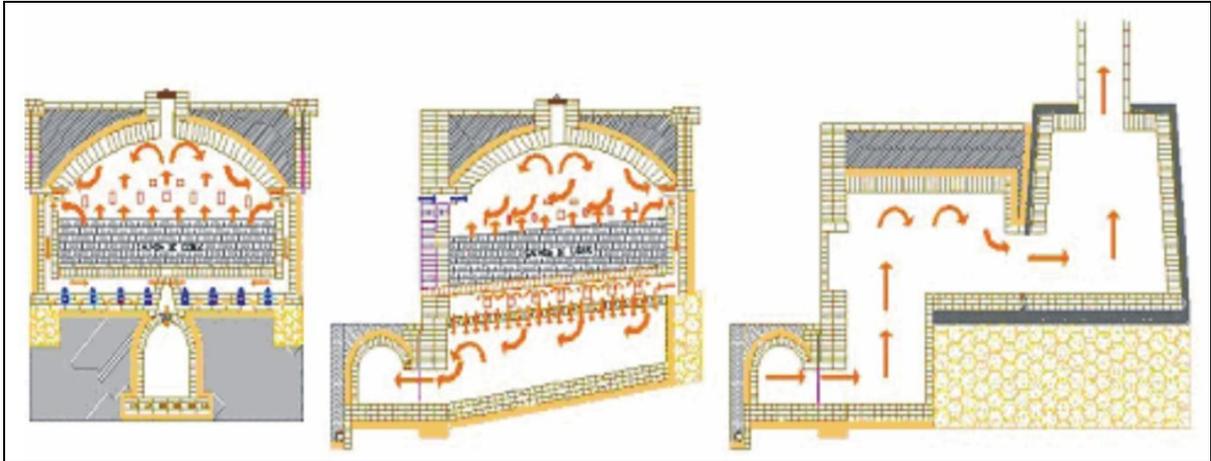
Na Coqueria 1B, composta por 24 fornos, o sistema de produção adotado pela Coquesul é conhecido como “*Fornos de Semi-Soleira*”. Neste sistema, os gases são encaminhados à parte inferior do assoalho dos fornos por um sistema de dutos, construídos nas paredes laterais dos fornos. Estes dutos convergem a um canal central, que aumenta em área de seção transversal enquanto avança para o canal geral, facilitando a evacuação e reduzindo a velocidade dos gases. Este mecanismo visa à sedimentação de parte do material particulado durante este percurso interno, de modo que os gases quentes que circulam nestes dutos, embaixo dos fornos, transferem calor a este, tornando a queima ainda mais completa e homogênea.

Posteriormente, os gases residuais ingressam em uma câmara de combustão, localizada na base da chaminé. A mesma é composta por revestimento interno em tijolos refratários e revestimento externo em concreto armado, onde se realiza a queima dos gases que já estão resfriados pela própria rota interna aos dutos, precipitando o material particulado restante.

Os gases tratados são direcionada para chaminé da referida bateria de fornos, que consiste em um tubo metálico de 25 m de altura, 2 m de diâmetro interno e 6 mm de espessura, protegido dos gases corrosivos interiormente com tijolos refratários, que atua também como um agente resfriador, dissipador e condensador de gases, reduzindo sua temperatura.

A figura 09 demonstra o esquema de dispersão de gases no interior da coqueria.

Figura 09 – Esquema de dispersão de gases no interior da coqueria.



Fonte: Coquesul, 2003.

Em função do potencial de emissões atmosféricas da atividade, o empreendimento realiza também o monitoramento das emissões atmosféricas. Esta determinação foi exigida no TAC, estando condicionada a Licença Ambiental de Operação - LAO.

Na unidade Vila São Jorge, o monitoramento envolve a quantificação de Material Particulado, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio, Nitritos, Fenóis e VOC's (Compostos Orgânicos Voláteis), amostrados nas chaminés de cada bateria de fornos.

O tipo de monitoramento utilizado pela empresa é o de Amostragem Isocinética de Chaminé, exigidos na resolução CONAMA nº. 382/2006. Para realizar este tipo de amostragem é utilizado o Coletor Isocinético de Poluentes Atmosféricos - CIPA, que possibilita coletar isocineticamente amostras de particulados, gases, vapores ou névoas, dos efluentes gasosos oriundos de fontes estacionárias de emissões.

Neste tipo de amostragem é possível quantificar e avaliar a qualidade das emissões, analisando parâmetros físico-químicos do material coletado pela sonda, introduzida em um flange presente na estrutura da chaminé. A amostragem em dutos e chaminés é uma tarefa complexa, pois na maioria das vezes é realizada em condições adversas (trabalho em altura, sol, chuva, vento, gases perigosos, tóxicos,

temperaturas elevadas), exigindo assim uma equipe treinada, consciente e com experiência nas suas funções.

O monitoramento vem sendo realizado pelo IAC – Instituto de Pesquisa Ambiental Catarinense e a frequência da operação é semestral, sendo que segundo o TAC nº 064/2009 na primeira campanha do ano, que deve ocorrer entre os meses de dezembro e fevereiro são analisados MP, SO₂, SO_x, NO₂, Fenóis e VOC's, para condições de operação típicas dos fornos de coque, sendo que os resultados devem ser expressos na unidade de concentração mg/Nm³, em base seca e no teor de 7% de O₂. Na segunda campanha, que deve ocorrer entre os meses de junho e agosto, são analisados os mesmos poluentes, com exceção de Fenóis e VOC's.

Os últimos laudos de emissões atmosféricas realizados encontram-se no anexo 01 e apontam para atendimento dos parâmetros determinados pelo TAC. A tabela resumo abaixo demonstram a média do ano de 2012, obtida a partir dos resultados dos laudos das amostragens nas chaminés da coqueria 1 A.

Tabela 01 - Valores de concentração de poluentes atmosféricos da Coqueria 1 A.

Parâmetros amostrados COQUERIA IA	Ano/ Concentrações		Média Anual 2012	Valores máximos permitidos (seg. Clausula 4ª - TAC)
	2012/01	2012/02		
MP (Concentração de material particulado)	120,83 mg/Nm ³	51,93 mg/Nm ³	86,38 mg/Nm ³	150,00 mg/Nm ³
SO₂ (Concentração de dióxido de enxofre)	128,81 mg/Nm ³	619,52 mg/Nm ³	374,16 mg/Nm ³	800,00 mg/Nm ³
SO_x (Concentração de SOx)	141,83 mg/Nm ³	647,79 mg/Nm ³	394,81 mg/Nm ³	-
NO₂ (Óxidos Nítricos)	37,22 mg/Nm ³	26,01 mg/Nm ³	63,26 mg/Nm ³	700,00 mg/Nm ³
Fenóis	<0,003 mg/Nm ³	-	<0,003 mg/Nm ³	-
VOC's	3,765 mg/Nm ³	-	3,765 mg/Nm ³	-

Fonte: IAC, 2012.

Os resultados obtidos pelas últimas campanhas de amostragens isocinéticas, feitas no primeiro e no segundo semestre do ano de 2012 em chaminés na empresa Coquesul, demonstram que o sistema de tratamento de emissões instalado pela mesma atende aos padrões exigidos no TAC nº 064/2009.

Já na Coqueria 1B foi disponibilizado somente cópias do último laudo de amostragem isocinética em chaminé que consta no anexo 02, realizado no segundo semestre de 2012. Cabe ressaltar, porém, que os relatórios das duas campanhas do ano foram entregues a FATMA e ao MPF, como comprovam os protocolos no anexo 03.

Tabela 02 – Valores de concentração de poluentes atmosféricos da Coqueria 1B.

Parâmetros amostrados COQUERIA IB	Ano/Concentrações	Valores máximos permitidos (seg. Clausula 4ª - TAC)
	2012/02	
MP (Concentração de material particulado)	132,33 mg/Nm ³	150,00 mg/Nm ³
SO ₂ (Concentração de dióxido de enxofre)	332,85 mg/Nm ³	800,00 mg/Nm ³
SO _x (Concentração de SO _x)	353,57 mg/Nm ³	-
NO ₂ (Óxidos Nítricos)	134,47 mg/Nm ³	700,00 mg/Nm ³
Fenóis	-	-
VOC's	-	-

Fonte: IAC, 2012.

O resultado da última campanha feita nessa bateria de fornos demonstra também a operação dentro dos padrões exigidos pelo TAC nº 064/2009, indicando o bom funcionamento do sistema de tratamento existente nesse modelo de coqueria.

4.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O objetivo deste programa é monitorar a qualidade do ar da região da Vila São Jorge, município de Siderópolis, para determinar se existe influência negativa por parte das atividades desenvolvidas pela empresa Coquesul na unidade industrial da localidade.

Na análise do TAC nº 064/2009, verificou-se que na cláusula 8ª determina-se a exigência do monitoramento da qualidade do ar, devendo este ser realizado por uma instituição idônea, contratada pela Coquesul ou realizada diretamente por esta. Na hipótese de automonitoramento os laudos devem ser

assinados por profissionais habilitados, com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e devem ser acompanhados de certificados de calibrações dos equipamentos. Na hipótese de automonitoramento o MPF ou a FATMA poderá exigir um monitoramento paralelo, realizado por uma instituição idônea as expensas da Coquesul.

O monitoramento de qualidade do ar deverá contemplar todos os padrões previstos na resolução CONAMA 003/1990, realizado em coletas diárias, 7 (sete) dias por semana, 24 (vinte e quatro) horas por dia. Os laudos de monitoramento devem ser enviados a FATMA e ao MPF até o dia 15 de cada mês subsequente ao período monitorado.

O ponto de amostragem onde está instalado o equipamento foi determinado em um estudo de localização de posição receptor para instalação de estação de monitoramento da qualidade do ar, elaborado pelo IPC – DPA, que analisou a direção preferencial dos ventos através de dados meteorológicos da região, possibilitando assim a determinação do ponto ideal de monitoramento das concentrações de poluentes.

O ponto de monitoramento localiza-se nas seguintes coordenadas: 28°29'34.81"S e 49°23'26.08"W, instalados a uma distância de aproximadamente 500 metros da empresa, sentido sul.

Os parâmetros amostrados foram partículas totais em suspensão e dióxido de enxofre.

O monitoramento de partículas totais em suspensão foi realizado utilizando-se amostradores estacionários denominados AGV – Amostrador de Grande Volume. O mecanismo de funcionamento do equipamento consiste em captar uma amostra do ar ambiente, direcionando a um filtro localizado na parte superior do equipamento onde o material particulado permanece retido. O equipamento possui ainda um painel de controle e registrador de vazão que determina o volume de ar amostrado pelo mesmo (ENERGÉTICA, 2010).

Para a amostragem de dióxido de enxofre utilizou-se o Amostrador de Pequeno Volume - TRIGÁS. O amostrador é formado por um trem de amostragem que, mediante o uso de uma bomba de vácuo, faz borbulhar o ar atmosférico em uma reagente especial e com vazão conhecida. O poluente contido no ar é então coletado para posterior análise em laboratório, seja pelo método da pararrosanilina

(NBR 9546) ou pelo método do peróxido de hidrogênio (NBR 12979) (ENERGÉTICA, 1999).

A periodicidade da amostragem é diária, sendo que os relatórios são encaminhados a FATMA e ao MPF mensalmente. As concentrações médias mensais dos poluentes monitorados, realizadas durante o ano de 2012, são apresentadas na tabela 03.

Tabela 03 - Concentrações médias mensais de PTS.

Mês	Concentração Média de Particulados Totais em Suspensão - PTS	Padrão CONAMA 03/1990 Média 24 h / Média Geométrica Anual
Janeiro	48,92 µg/m ³	240 µg/m ³
Fevereiro	56,48 µg/m ³	240 µg/m ³
Março	39,44 µg/m ³	240 µg/m ³
Abril	61,33 µg/m ³	240 µg/m ³
Maio	42,95 µg/m ³	240 µg/m ³
Junho	53,46 µg/m ³	240 µg/m ³
Julho	49,46 µg/m ³	240 µg/m ³
Agosto	51,65 µg/m ³	240 µg/m ³
Setembro	45,96 µg/m ³	240 µg/m ³
Outubro	52,84 µg/m ³	240 µg/m ³
Novembro	50,25 µg/m ³	240 µg/m ³
Média Geométrica Anual	49,91 µg/m³	80 µg/m³

Fonte: Coquesul, 2012.

Durante o período amostrado do ano de 2012, a média geral na localidade ficou em 49,91 µg/m³, abaixo do padrão estabelecido com base na Resolução CONAMA n.º 03/90 de 80 µg/m³. Em nenhum momento desde o início do monitoramento de qualidade do ar no ano de 2009 até os dias atuais os valores de concentração nunca ultrapassaram o padrão primário diário máximo que é 240 µg/m³ segundo a resolução CONAMA 03/90, que também determina que só é permitido ultrapassar uma vez ao ano.

O mesmo ponto está sendo monitorado para verificar diariamente a concentração de dióxido de enxofre. As análises no período amostrado de 2012 apresentaram resultado abaixo do limite de detecção da técnica recomendada pela legislação (método da pararosanilina), e, portanto não ocorreu nenhum resultado que ultrapassou o limite estabelecido pela legislação vigente.

O monitoramento vem mostrando no período analisado os níveis de poluição mantiveram-se dentro dos padrões primários de emissão permitidos. A qualidade do ar manteve-se dentro dos índices segundo a resolução CONAMA 003/90 e classificado como BOM pela metodologia determinada pela CETESB na média geral (abaixo de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Outro fator que se enquadra nos padrões de qualidade do ar são os índices de ruídos provenientes da operação da empresa, esse monitoramento tem como embasamento legal a resolução CONAMA nº. 001/90, que dispõe sobre a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas e determina padrões, critérios e diretrizes.

A avaliação dos índices de ruídos da empresa coquesul foi realizada através de um técnico habilitado com o uso de um aparelho medidor de nível de som, que deve estar posicionado pelo menos a 02 metros do limite do imóvel e a uma altura de 1,20 metros do solo, independente do tipo de ruído, o mesmo não pode atingir mais de 60 decibéis dB(A) no período diurno das 7 às 19 horas e mais de 55 decibéis dB(A) no período noturno das 19 horas até as 7 horas do dia seguinte.

O primeiro ponto amostrado foi instalado a uma distância de 26 metros do lavador de finos de carvão e a 2 metros da confrontação com o imóvel vizinho. O segundo ponto foi instalado a uma distância de 57 metros do lavador de finos de carvão, já dentro do imóvel vizinho e a uma distância de aproximadamente 100 metros da primeira edificação.

Cada avaliação durou cerca de 30 minutos por ponto amostrado. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 04.

Tabela 04 – Níveis de ruído empresa Coquesul.

Ponto	Nível de Ruído Diurno	Limite CONAMA 001/90 Diurno	Nível de Ruído Noturno	Limite CONAMA 001/90 Noturno
01	56,6 dB(A)	60 dB(A)	54,2 dB(A)	55 dB(A)
02	55,5 dB(A)	60 dB(A)	54,1 dB(A)	55 dB(A)

Fonte: Coquesul, 2012.

Com os dados obtidos na avaliação do laudo de ruídos solicitado pela empresa Coquesul, pode-se concluir que o parecer final foi de que os níveis de ruídos tanto no período noturno quanto no período diurno estão abaixo dos limites de tolerância permitidos pela resolução CONAMA 001/90.

4.3 ISOLAMENTO HÍDRICO

Por solicitação dos órgãos fiscalizadores, de acordo com o artigo primeiro da cláusula nº 10 do TAC nº 064/2009, a adequação ambiental deverá contemplar o isolamento hídrico do empreendimento, a construção de bacias de decantação impermeabilizadas, tratamento de eventuais excedentes hídricos, adequação do depósito de rejeitos ao padrão ZETA/IESA, monitoramento dos recursos hídricos, recuperação das APPs, recuperação das áreas não-operacionais e adequação dos pátios operacionais.

Partindo da adequação do isolamento hídrico, foi alterado todo o sistema de drenagem antigamente existente na Coquesul, bem como do pátio operacional. A antiga bacia de decantação e acumulação, por estar situada há cerca de 30 anos no mesmo local, escavada no terreno, não tinha condições mínimas de operação, por não possuir impermeabilização com material adequado (lateral e fundo), não proporcionando controle de lixiviação por infiltração.

A rede de drenagem interna ao pátio também era considerada ineficiente, visto que era formada por valos periféricos escavados no próprio terreno, que apesar de impedir a saída das águas para o exterior da área operacional, encaminhando-as à antiga bacia de decantação/acumulação formando um circuito fechado, por vezes entrava em contato direto com rejeitos do beneficiamento que estabilizavam ao fundo, formando um piso de rejeitos durante seu escoamento natural,

comprometendo sua qualidade e arrastando sólidos que assoreavam frequentemente o circuito de bacias de decantação (Figura 10).

Figura 10 – Vista aérea da empresa antes das obras de adequação.



Fonte: Coquesul, 2006.

Para cumprimento das exigências dos órgãos ambientais, a adequação da rede de drenagem do pátio da empresa requereu a alteração topográfica das áreas adjacentes à unidade operacional. Isto só pode ser realizado através da remoção e aproveitamento de parte dos rejeitos que formavam pilhas disformes, contribuindo para a formação de processos erosivos e causando assoreamento dos valos e canais. Com isto, diminui-se sensivelmente seu volume inadequadamente depositado, proporcionando a formação de áreas planas compostas por drenagens periféricas e caixas de sedimentação que direcionam as águas de pátio ao circuito de bacias de acumulação impermeabilizadas, retornando à usina de beneficiamento através de bombeamento, formando o circuito fechado.

À medida que as remoções dos rejeitos piritosos avançaram a instalação da drenagem de pátio foi constituída, composta por uma rede de canais periféricos moldados no terreno, onde foram assentadas calhas (meia calha) com diâmetro mínimo de 0,60 metros ou moldadas *in loco*. A cada mudança de direção de fluxo foram construídas caixas de sedimentação com capacidade volumétrica de retenção

mínima de 1,0m³ (1,0m x 1,0m x 1,0m) de armazenamento de material sedimentado, conforme ilustra a figura 11.

Figura 11 – Rede de drenagens periféricas com calhas e caixas de sedimentação.



Fonte: Ribeiro, 2012.

As caixas de sedimentação têm a função de evitar o assoreamento dos canais por sedimentação de finos, que podem eventualmente ser arrastados com a chuva e deverão possuir procedimentos de limpeza, bem como de aproveitamento do material definido no Sistema de Gestão Ambiental.

Identificou-se com a aplicação do *check list* que foram concluídas todas as etapas descritas, constatando-se a presença de rede de drenagem em toda área da empresa, onde todo efluente final e o proveniente de ações pluviométricas estão sendo direcionados para as bacias de decantação/recirculação, demonstrado na figura 12.

Figura 12 – Bacias de decantação/acumulação.



Fonte: Ribeiro, 2012

O Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2012) afirma que a atividade mineira, assim como qualquer outra atividade de beneficiamento desse mineral, interfere no meio ambiente e se apropria de outros recursos naturais tais como a água, o ar e a vegetação. Toda a mineração, a céu aberto ou subterrânea, altera o terreno no processo de extração mineral, bem como na deposição de estéril e de rejeitos. Justifica-se, portanto a importância de uma rede de isolamento hídrico em toda uma unidade de beneficiamento de carvão, não só pelo processo de lavador, mas também pelo processo de coqueificação.

A empresa faz análises trimestrais de água, para avaliar a qualidade dos seus efluentes, e também verificar se ocorre alguma alteração no corpo hídrico a jusante e a montante do empreendimento decorrente das águas que precipitam em todo o seu perímetro.

Ao total são 15 pontos de monitoramento de água na empresa, sendo eles 10 pontos de monitoramento de águas superficiais e 5 pontos de monitoramento de água subterrâneos (piezômetros). A tabela 05 demonstra a descrição de cada ponto.

Tabela 05 – Descrição dos pontos de monitoramento de águas superficiais e subterrâneas.

PONTO	DESCRIÇÃO
P01	Águas de desvio à montante do empreendimento
P02	Águas de desvio à jusante do empreendimento
P03	À montante do empreendimento - Rio Sangão
P04	À jusante do empreendimento - Rio Sangão
P07	Bacia de resfriamento Coqueria IB
P08	Caixa de inspeção rampa de lavação
P09	Bacia de decantação 01
P10	Bacia de decantação 02
P11	À montante do empreendimento antes da saída da caixa de eventuais excedentes hídricos
P12	À jusante do empreendimento antes da saída da caixa de eventuais excedentes hídricos
PZ01	Piezômetro 01 próximo ao ponto 01
PZ02	Piezômetro 02 próximo ao ponto 07
PZ03	Piezômetro 03 próximo ao ponto 05
PZ04	Piezômetro 04
PZ05	Piezômetro 05 entre as bacias e Rio

Fonte: Coquesul, 2012.

Os dados da última análise de águas da empresa coquesul realizado no terceiro trimestre de 2012 estão no anexo 04. A localização dos pontos de monitoramento de águas superficiais são ilustradas na figura 13 e dos piezômetros na figura 14.

Figura 13 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficiais.



Fonte: Adaptado de GOOGLE EARTH, 2012.

Figura 14 – Localização dos piezômetros.



Fonte: Adaptado de GOOGLE EARTH, 2012.

Com as obras de adequação do pátio da empresa os pontos 05 e 06 foram retirados, pois eram da antiga bacia de decantação e da antiga bacia de acumulação de água limpa.

O ponto 01 se encontra a montante do empreendimento sentido Oeste e recebe águas provenientes de chuva e de outras atividades industriais, também existentes na região da empresa. Essas águas passavam por dentro do pátio da empresa Coquesul em direção a uma área vizinha ao empreendimento, que através de canais artificiais são direcionados ao Rio Sangão. Para evitar qualquer tipo de contaminação, a empresa drenou totalmente esse canal de desvio e monitora o ponto 01 a montante e o ponto 02 a jusante deste.

Segundo os laudos de análises de água os valores de pH se encontram em 6,7 em ambos os pontos, valor esse considerado ideal segundo a resolução CONAMA nº. 357/05, que é entre pH 6 e pH 9, mostrando que não ocorre influência do empreendimento no canal de desvio. Nesses pontos os valores de óleos e graxas podem ser considerados altos, porém a empresa não contribui para essas alterações, devido ao fato desse efluente ser proveniente de fora da área do empreendimento entrando com valores de 109 a montante e saindo com valores de 32 a jusante.

Os pontos 03 e 04 estão posicionados a montante e a jusante do empreendimento no sentido Sul do Rio Sangão, como esse rio já possui um histórico de degradação, a qualidade de sua água já vem fora dos padrões quando atinge a região da empresa Coquesul. Conforme as últimas análises de água feita pela empresa os valores de pH no ponto 01 e 02 são ambos 2,8, mostrando que a empresa também não influencia na qualidade desse corpo hídrico localizado a sua margem. Os outros parâmetros amostrados como alumínio, ferro, manganês, sólidos diminuem, mostrando que não ocorre contribuição alguma do empreendimento no corpo hídrico principal que é o do Rio – Sangão, apenas o valor de oxigênio dissolvido aumenta de 7,6 para 8,4 também dentro dos padrões que a resolução CONAMA 357/09, que diz que não devem ser inferiores a 5.

O ponto 08 é da caixa de inspeção da rampa de lavação, serve para identificar se há grande dissipação de óleos e graxas e para monitorar o ideal funcionamento da caixa separadora de água/óleo. O valor do pH nesse ponto se encontra em 7,1 e devem permanecer entre pH 6 e pH 9 segundo a resolução CONAMA 357/09 e os valores para óleos e graxa se encontram em 3 e devem ser

virtualmente ausentes, como é um valor baixo também é considerado dentro dos padrões pela resolução CONAMA 357/05.

No ponto 09 é da bacia de decantação 01, que drena todo efluente da empresa proveniente de precipitação e do processo produtivo, os valores de pH nessa bacia se encontram em 7,2, dentro dos padrões permitidos pela CONAMA 357/05. Os demais parâmetros se encontram fora dos padrões, são eles, alumínio, ferro, manganês e sulfatos, porém como o efluente dessa bacia ainda passa pela bacia 02 onde se localiza o ponto 10, a tendência desses metais é decantarem no decorrer do circuito da mesma.

O ponto 10 está localizado na bacia 02 é nesta bacia que se encontra o estaleiro de bombas que faz a água retornar ao processo, garantindo o funcionamento do circuito fechado da empresa. Neste ponto o valor do pH é de 7,3 também dentro dos padrões da CONAMA 357/05, os únicos parâmetros que deram fora da resolução foram manganês com o valor de 1,27 e segundo a resolução tem de ser inferior a 0,1 e sulfatos que foi obtido o valor de 1.178, porém a legislação diz que o máximo permitido é 250, como a empresa opera em circuito fechado de águas só ocorre a contaminação se eventualmente houver um excedente hídrico gerando a DAM.

Após o circuito de bacias ainda encontra-se a caixa de tratamento para eventuais excedentes hídricos, a empresa monitora a qualidade da água a montante e a jusante dessa caixa, respectivamente no ponto 11 que vem de águas de desvio do lado norte, fora do empreendimento e passa pela drenagem que sai da caixa de eventuais excedentes hídricos. Logo após essa saída cerca de uns 50 metros se encontra o ponto 12, os valores de pH se encontram em 3,1 em ambos os pontos, os outros padrões segundo as análises se encontram alterados como alumínio, acidez total, ferro total, ferro dissolvido e sólidos sedimentáveis, como não ocorre saída de efluente na drenagem da empresa, acredita-se que a contaminação seja proveniente do decorrer do canal artificial que leva ao rio, por ser uma área que recebe também influência de outras atividades vizinhas a empresa ocasionando a DAM

A DAM é considerada um dos problemas ambientais mais graves associados à extração mineral, estando geralmente relacionada com as atividades de mineração de carvão, lignita e de sulfetos polimetálicos ou de metais e minerais radioativos que tenham sulfetos associados (ALMEIDA, 2005 apud FARIAS, 2009).

Os valores de análise dos piezômetros 01, 02, 03, 04 e 05 se encontram acima dos padrões da resolução CONAMA 357/05, se deve ao fato de o empreendimento estar localizado sobre uma antiga área de rejeitos, como era um sítio totalmente degradado e o corpo hídrico que reabastece os níveis estáticos dos piezômetros é o do Rio Sangão que já vem contaminado a montante por antigas áreas de mineração e passivos ambientais dos mesmos, pode se justificar os índices de contaminação desses pontos.

4.4 CONSTRUÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DAS BACIAS DE DECANTAÇÃO

As antigas bacias de decantação e acumulação escavadas no terreno, sem impermeabilização de base e laterais tiveram que ser desativadas. Além do impacto ambiental associado à provável lixiviação através de infiltração, a localização das bacias estava abaixo da cota das áreas adjacentes, gerando drenagem ácida de mina – DAM, conforme citado no decorrer do trabalho, impedindo o esgotamento da água para o circuito secundário (bacia de decantação/acumulação), impossibilitando sua eventual manutenção e limpeza através da remoção dos sólidos sedimentados, pois os mesmos estavam dispostos em um único local, impossibilitando o alcance da lança da escavadeira hidráulica que efetua a limpeza.

Desta forma, a FATMA e o MPF exigiram a construção do novo circuito de bacias dentro dos padrões e normas técnicas exigidos pela FATMA, que contemplam a compactação dos taludes laterais e do fundo da mesma, para evitar infiltrações e contaminação do lençol freático que atingiram valores de $2,79 \times 10^{-7}$, cm/s, considerados ideais segundo a tabela 06 apresentada.

Tabela 06: Classificação do grau de permeabilidade dos solos.

Grau de permeabilidade	Índice de permeabilidade (cm/s)	Tipos característicos de solos naturais
Alto	Maior que 10^{-1}	Pedregulhos, Areias grossas fofas
Médio	Entre 10^{-1} e 10^{-3}	Areias médias a finas
Baixo	Entre 10^{-3} e 10^{-5}	Areias finas, Siltes, Argilas
Muito Baixo	Entre 10^{-5} e 10^{-7}	Siltes argilosos, argilas finas
Praticamente Impermeável	Menor que 10^{-7}	Argilas finas, Argilas bentoníticas

Fonte: RIBEIRO, 2001.

A reconformação topográfica da área foi realizada através do aterramento das antigas bacias, formando uma área plana, que recebeu cobertura argilosa compactada, camada de solo orgânico e posteriormente revegetada.

A instalação do novo circuito de bacias de decantação/acumulação foi efetuada em uma área ao lado das bacias antigas, com fácil acesso e níveis topográficos ideais para receber toda a água de pátio e beneficiamento. As mesmas foram dotadas de impermeabilização lateral e de fundo, com drenagem da fase líquida para recirculação no processo de beneficiamento, permitindo sua manutenção adequada (retirada dos sólidos sedimentados) e evitando a lixiviação. A figura 15 mostra as novas bacias já em operação.

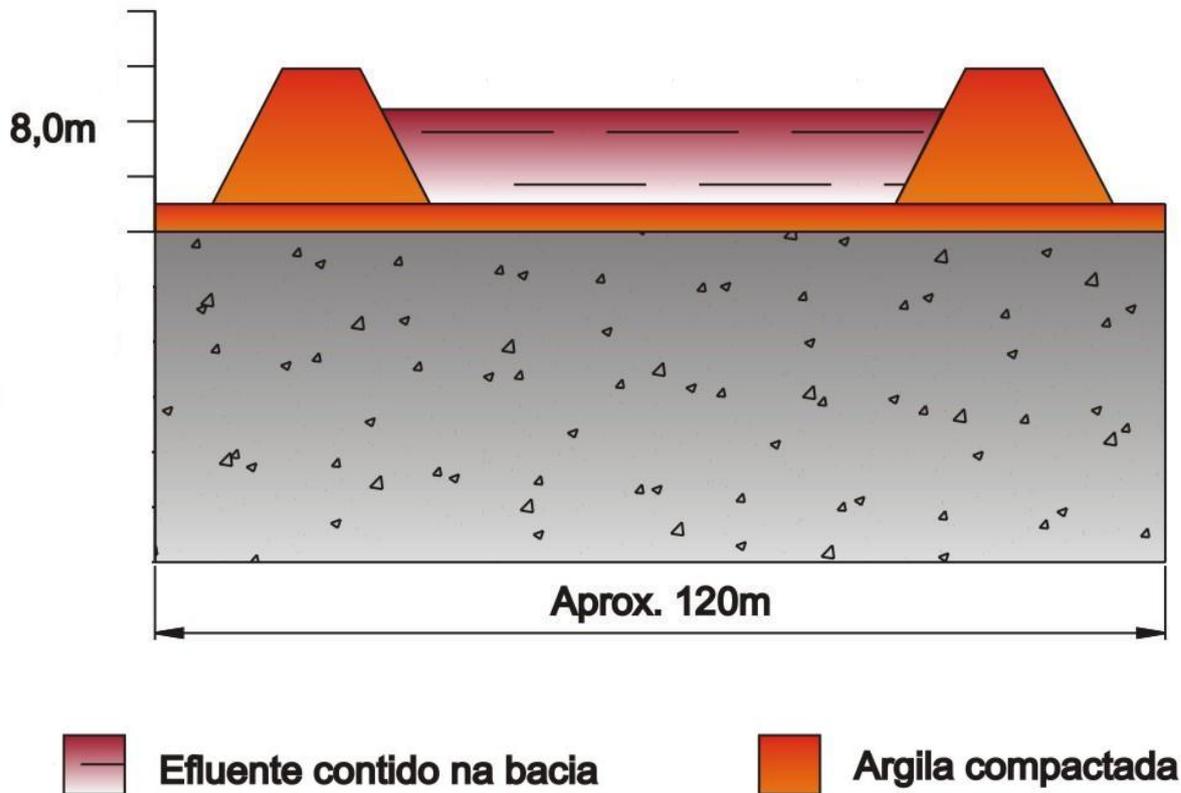
Figura 15 – Novo circuito de bacias de decantação/acumulação e leito de secagem.



Fonte: Skyfoto, 2012

A empresa construiu no total 02 bacias de decantação/acumulação que recirculam as águas oriundas do resfriamento do coque e do lavador de gases, possuem as dimensões de 120,00 m x 20,00 m x 8,00 m, com volume final de 19.200,00 m³ cada e leito de secagem com dimensões de 90,00 m x 10 m, com volume final de 900,00 m³, que serve para a secagem do material antes de ser encaminhado ao depósito de rejeitos de forma que não haja contaminação das vias e nem geração de drenagem no depósito durante o transporte a armazenamento. A ilustração da bacia de decantação/acumulação encontra-se na figura 16.

Figura 16 – Perfil de construção da bacia.



Fonte: Coquesul, 2004

A bacia de acumulação sofre manutenção mensal, ou tem sua frequência determinada a partir do volume de chuvas ocorridas durante o período e quantidade de material lavado no regime operacional do lavador. Este procedimento envolve uma escavadeira hidráulica que encaminha o material ao leito de secagem e posteriormente retira o material. Caminhões basculantes vedados e enlonados encaminham o material rico em cinzas de coque para ser reaproveitado no processo industrial ou ao depósito de rejeitos da empresa.

Os benefícios trazidos pela construção desse circuito de bacias foi à facilidade na manutenção do sistema, capacidade de recirculação e acumulação de água, segurança para operar em dias chuvosos, diminuição no impacto visual e conseqüentemente adequação as exigências feitas. Com isto pode-se minimizar a geração da DAM - Drenagem Ácida de Mina, que é resultado da oxidação natural de minerais sulfetados quando expostos à ação combinada de água e oxigênio,

podendo ser acelerada na presença de alguns microrganismos. Estes efluentes são geralmente caracterizados pela elevada acidez e por conter metais e sulfatos. Quando não controlada, a drenagem ácida pode fluir até os corpos d'água adjacentes, causando mudanças substanciais no ecossistema aquático, constituindo-se em uma fonte difusa de poluição (ALMEIDA, 2005, apud FARIAS, 2009).

4.5 TRATAMENTO DE EVENTUAIS EXCEDENTES HÍDRICOS

Por meio de solicitação da FATMA CODAM CRI – Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Criciúma, órgão fiscalizador responsável pela região de Criciúma, SC, foi requisitado ao corpo técnico da empresa a construção de uma bacia de decantação em pedra de alicerce, com dimensões de 6,00 m x 8,00 m, com paredes internas que aumentam o período de residência no efluente, pois faz a água percorrer um caminho maior por dentro dela. Ainda, solicitou-se uma pequena estação de tratamento de efluentes, para a adição de cal, que acelera o processo de decantação e evita que o efluente seja descartado fora dos padrões da legislação.

Esta bacia tem a finalidade de servir como uma medida de segurança, em caso de excedente hídrico, garantindo assim que sólidos em suspensão não sejam despejados no corpo hídrico receptor.

Essa bacia emergencial é ilustrada na figura 17.

Figura 17 – Bacia de tratamento para eventuais excedentes hídricos.



Fonte: Ribeiro, 2012

Vale ressaltar que esta bacia até os dias atuais nunca foi utilizada, pois o dimensionamento das bacias de decantação/acumulação e a carga de matéria prima que o lavador de carvão, juntamente com as que a coqueria utilizam evitam que a água extravase do circuito. Mas a exigência foi considerada atendida.

4.6 ADEQUAÇÃO DO DEPÓSITO DE REJEITOS

A adequação ambiental da área do atual depósito de rejeitos carbonosos da empresa servem para organizar a disposição do material que não vai para o processo produtivo, proveniente do lavador de finos de carvão, maximizar os efeitos de implantação da cobertura vegetal definitiva nos seus taludes, protegendo o solo contra a erosão e viabilizando o paisagismo da área e sua inclusão ecológica, construção de drenagens periféricas protetoras, escadas e caixas dissipadoras de energia, e encaminhamento de águas da chuva para recirculação no circuito de bacias de decantação.

A necessidade de adequação do depósito deu-se através da cláusula nº 10 do TAC nº 064/2009, que diz que adequação ambiental deverá contemplar o isolamento hídrico do empreendimento, a construção de bacias de decantação impermeabilizadas, tratamento de eventuais excedentes hídricos, adequação do depósito de rejeitos ao padrão ZETA/IESA, monitoramento dos recursos hídricos, recuperação das APPs, recuperação das áreas não-operacionais e adequação dos pátios operacionais.

A metodologia caracterizada pelo projeto operacional de deposição em áreas impermeabilizadas através do espalhamento e compactação prévia de argila e com cobertura argilosa e revegetação final. O acompanhamento de fatores de compactação e permeabilidade no transcorrer da deposição e do monitoramento da água superficial e subsuperficial no entorno se justifica para mostrar a manutenção das qualidades ali existentes.

A conformação topográfica final com cobertura a seco sendo a base para redução da infiltração será a forma estável para o uso futuro do solo. Devido ao rompimento da camada de argila pela ação das raízes, a área final é não arborizável, a mesma será reabilitada para fins de revegetação rasteira e uso definido pelo Plano Diretor Municipal. Cabe ressaltar que a otimização do processo de beneficiamento de finos de carvão mineral da empresa busca reduzir o volume de rejeitos gerados, devendo considerar ainda que estão sendo desenvolvidos estudos de alternativas para seu aproveitamento racional.

As etapas que compõem a adequação da atividade envolveram primeiramente a construção da drenagem periférica de proteção do depósito, suas caixas de recepção e o desvio das águas de montante. Foram construídos para o controle das águas pluviais uma drenagem periférica circundante à área adjacente do depósito de rejeitos (a oeste e ao sul), e o desvio das águas da chuva não contaminadas da área impactada através da construção de um canal ao sudoeste da área da empresa.

Secundariamente, foi realizada a proteção das bermas dos taludes do depósito de rejeitos, com a colocação de argila proveniente da área de empréstimo em camadas de no mínimo 0,5 metros compactadas, circundando toda a área adjacente à empresa. Os serviços de reconformação topográfica das bermas dos taludes prevê a formação de bancadas com 4m de altura, e 7,5m na base (1:1,5), de forma a oferecer condições adequadas para receber e acondicionar a cobertura

argilosa que antecede a camada de solo orgânico. A figura 18 demonstra o talude já constituído, com calhas para escoamento de águas, caixas para dissipação de energia e sedimentação e o talude já revegetado, evitando os processos erosivos.

Figura 18 – Depósito de rejeitos.



Fonte: Ribeiro, 2012

Para a realização desta etapa houve a necessidade de aproximadamente 1.500m³ de argila, considerando as dimensões finais do talude projetado e a área a ser recoberta. A localização das drenagens periféricas do depósito de rejeitos e do canal de desvio das águas de montante projetados pode ser observada no apêndice 02 em anexo.

Após a colocação de argila sobre o talude do depósito, foi incorporado solo orgânico sobre a área. Este solo sofrerá correção através de adubação com turfa, cama de aviário e argila com alto teor de matéria orgânica, que são constituídos no interior do pátio da empresa para a posterior revegetação das bermas do talude com vegetação rasteira, evitando a formação de processos erosivos, como demonstra a figura 19.

Figura 19 – Talude periférico do depósito de rejeitos revegetado com gramíneas.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Conforme recomendado pelo projeto ZETA/IESA, projetou-se a seleção de gramíneas e leguminosas, que plantadas em consorciação, apresentam as melhores características agronômicas quanto ao desenvolvimento rápido inicial, a persistência, a tolerância a solos ácidos e com elevado grau de toxidez, resistência á secas, geadas, fogo, doenças e pragas, propagação do crescimento estolonífero para travamento do solo. O suporte destas espécies vegetais selecionadas será a camada de 0,10 m de solo vegetal, distribuído sobre as superfícies do depósito de rejeitos impermeabilizadas com solo argiloso e constituídas pelos taludes.

4.7 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APP

Foi solicitado pelos órgãos fiscalizadores através do TAC 064/2009 firmado entre a empresa e o MPF e o ofício nº: 126/2011(anexo 05) do mesmo órgão, que fosse executado um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD. A área refere-se à mata ciliar presente aos fundos da empresa Coquesul Brasileiro Indústria e Comercio LTDA., inserida nas matrículas CRI: 19.262 ; 71.483 ;

3.821 e 67.856, cujas coordenadas geográficas são Lat. = 28° 38' 37,14"; Long. = 49° 24' 04,38", estende-se de forma sinuosa por 846,13 (oitocentos e quarenta e seis metros e treze centímetros) metros lineares rumo norte, perfazendo uma área de preservação permanente de 25.507,44 m² (vinte e cinco mil quinhentos e sete metros e quarenta e quatro centímetros quadrados).

Para efetuar as obras de recuperação foram atendidas as condicionantes da Licença Ambiental Prévia – LAP nº: 7251/2011.

As condicionantes estabelecidas na Licença Ambiental Prévia – LAP nº7251/2011 para a atividade de recuperação ambiental de área degradada, envolveram as etapas expostas na sequência.

4.7.1 Implantação de ilhas de diversidade (ID)

Para Reis et al. (1999) ilhas de diversidade são caracterizadas como pequenos núcleos, onde estarão incluídas as formas de vida das espécies vegetais e suas adaptações aos estágios sucessionais (pioneiras, oportunistas, climácicas, ervas, arbustos, arvoretas, árvores, lianas e epífitas). Devem se considerar também as adaptações aos processos de polinização e dispersão (anemofilia, zoocoria, e outros), e de fenofases (principalmente floração e frutificação), distribuídas em todo o ano. Estas espécies devem, portanto atrair predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados, utilizando-se para isso as chamadas plantas bagueiras que contribuirão para o processo de enriquecimento de espécies na área. Desta forma, realizou-se a implantação dessas ilhas em toda a área recuperada da APP, como mostra a figura 20.

Figura 20 – Ilha de diversidade implantada no interior da área em recuperação.



Fonte: Ribeiro, 2012

Essa técnica foi realizada segundo o cronograma do PRAD no mês de julho de 2011 onde ocorreu a implantação de mudas produzidas em viveiros florestais, capazes de gerar núcleos de diversidade biológica nas áreas degradadas de APP da empresa. Essas ilhas foram compostas por 05 espécies nativas formando um núcleo com 01 ao centro e 04 formando os vértices, espaçados com 1,5 metros do meio perfazendo uma área de 4,71 m² por ilha, sendo elas diversificadas em Aroeira Vermelha, Gerivá, Araçá, Goiaba, Capororóca, Pitanga, Maracujá - Doce, Grandiúva, Huamirim de Folha Miuda.

4.7.2 Transposição de galharias (TG)

A transposição de galharia é um método no qual se aproveita material orgânico, como lenha e galhos, para a formação de abrigos artificiais para a fauna na área a ser restaurada (REIS et al., 2006). As pilhas de galhos (Figura 21) criam um microhabitat sombreado e úmido, propício ao desenvolvimento de plântulas, insetos, aves que atraídas pelos insetos, muitas vezes trazem uma chuva de

sementes onde alguns galhos rebrotam e servem de abrigo para uma fauna de pequenos vertebrados (MARIOT et al., 2008).

Figura 21 – Transposição de galharias.



Fonte: Ribeiro, 2012

Esta técnica nucleadora, utilizada para a atração de macro, meso e micro fauna ocorreu no mês de março de 2011, de acordo com o cronograma do PRAD. Os galhos e troncos recolhidos nos sub-bosques dos remanescentes florestais foram fixados como abrigo, proteção, esconderijo e alimentação à fauna. Além de fixar o solo na parte acidentada.

4.7.3 Transposição de solos (TS)

O banco de sementes é um dos fatores mais importantes para a recolonização natural de áreas perturbadas, dando início ao processo sucessional. As primeiras espécies que emergem do banco evitam a erosão e a perda de nutrientes do solo, além de transformarem o ambiente, dando condições de outras espécies mais exigentes em relação a luminosidade e nutrientes germinarem e se estabelecerem (REIS et al, 2006).

Na figura 22 é possível identificar a etapa de transposição de solos efetuada pela empresa durante a execução do PRAD para a recuperação da APP.

Figura 22 - Transposição de solos no interior da área em recuperação.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Esta etapa aconteceu no fim do mês de março e englobou maquinário pesado para formação das camadas de argila com 0,50 cm de altura e recomposição do solo orgânico com camadas de 0,10 cm, solo este que é composto por turfa ambiental, esterco de aviário e argila com grandes substratos orgânicos, efetuados nas dependências da empresa em uma área destinada somente a isso.

4.7.4 Poleiros artificiais (PA)

Aves e morcegos são os animais mais efetivos na dispersão de sementes, principalmente quando se trata do transporte entre fragmentos de vegetação. Propiciar ambientes para que estes animais possam pousar, constitui uma das formas mais eficientes para aumentar o aporte de sementes em áreas degradadas (REIS et al. 2006).

Holl (1999) considera as baixas taxas de chegada de sementes como o principal fator limitante da regeneração de áreas degradadas.

Neste sentido, alguns estudos foram realizados verificando a eficiência dos poleiros, verificou que em área altamente fragmentada, os poleiros para avifauna (árvores mortas erguidas) aceleraram a sucessão inicial, aumentando a diversidade de espécies e a quantidade de sementes em 150 vezes, principalmente de espécies pioneiras (GUEVARA et al.,1986).

É possível identificar esta técnica empregada na área na figura 23.

Figura 23 – Poleiro artificial empregado no interior da área em recuperação.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Esta etapa no cronograma do projeto de recuperação apresentado pela empresa a FATMA ocorreu no mês de junho de 2011, sendo utilizada para pouso de aves durante os vôos sobre a área a ser recuperada, com a finalidade de dispersar as sementes criando fragmentos de vegetação. Foram implantados diversos poleiros no interior da área a ser recuperada e também foram mantidos 03 eucaliptos que

foram anelados para evitar seu desenvolvimento e instalados cabos aéreos para facilitar também o pouso de aves e dispersão de sementes.

4.7.5 Erradicação de plantas exóticas (EP)

Para Reis et al (2006), árvores exóticas tem potencial de se tornar contaminantes biológicos, estas espécies tendem a se multiplicar e se disseminar, gradativamente, dificultando a auto-regeneração dos ecossistemas.

As espécies invasoras podem impactar negativamente perante as espécies nativas de diversas maneiras, tais como, predando, competindo, cruzando, diminuindo a diversidade genética, introduzindo patógenos e parasitas ou diminuindo a diversidade genética e a quantidade de nutrientes disponíveis (REIS ET AL, 2006).

A figura 24 demonstra a erradicação das espécies exóticas no interior da área.

Figura 24 – Erradicação de espécies exóticas no interior da área em recuperação.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Esta etapa ocorreu no mês de março de 2011 e no caso específico da empresa existiam duas espécies de eucaliptos que precisavam ser erradicadas,

Eucalyptus saligna e *Eucalyptus grandis*. Estas espécies foram suprimidas por profissionais terceirizados e sua lenha serviu como alimentação para o secador da produção de Cardiff.

Outra espécie a ser removida foi a braquiária *Urochloa Plantaginea*, que foi removida da área com o auxílio de uma retro escavadeira e encaminhada para o pátio de composição de solos da empresa, para servir como matéria orgânica posteriormente.

4.7.6 Remoção dos rejeitos piritosos de mineração (RP)

Segundo Skousen (1998), a drenagem ácida de mina (DAM) é uma água contaminada caracterizada por altos teores de ferro, alumínio e ácido sulfúrico, razão pela qual pode apresentar coloração esverdeada ou laranja-amarelado a avermelhada, dependendo do estado predominante do ferro (Fe^{+2} ou Fe^{+3} , respectivamente).

Alexandre et al (1995) apud Barbosa (2000) afirmam que a poluição hídrica da região carbonífera de Santa Catarina é provavelmente o impacto mais significativo das operações de mineração, beneficiamento e rebeneficiamento de carvão mineral. Esta poluição é decorrente da percolação da água de chuva através dos rejeitos gerados nas atividades de lavra e beneficiamento, alcançando os corpos hídricos superficiais e/ou subterrâneos.

Dessa forma, para a recuperação da área foi necessário a remoção de rejeitos piritosos presentes em um pequeno espaço dentro da área, num total de 1.024,12 m² de superfície, possuindo uma camada com aproximadamente 15 cm de espessura que havia sido usada como lastro para a antiga estrada interna, gerando um volume de 153,618 m³ de material não inerte, do qual foi removido com o auxílio de uma retro escavadeira e dois caminhões basculantes removendo o material conforme figura 25 e encaminhando ao depósito de rejeitos da empresa Coquesul

Figura 25 – Remoção dos rejeitos piritosos em APP.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Dando assim conclusão à etapa de remoção de todo material considerado como rejeito de mineração da área a ser recuperada.

4.7.7 Desativação das estradas (DE)

Esta etapa desativação e recuperação do acesso presente na área, com a construção de taludes periféricos cuja finalidade consistia em evitar ações antrópicas no interior da mesma, prejudicando a regeneração do ambiente degradado, foi efetuada pela empresa no mês de maio de 2011, como indica a figura 26.

Figura 26 – Talude construído para impedir o acesso à área.



Fonte: Ribeiro, 2012.

O procedimento foi efetuado com o auxílio de uma máquina retro-escavadeira, garantindo assim que a área não sofresse com ações antrópicas, juntamente a isso foram colocadas placas informativas.

4.7.8 Estágio atual (EA)

Após a conclusão de todas as obras previstas no cronograma do PRAD e citadas anteriormente, verificou-se que a área as margens do rio Sangão já encontra-se em estágio inicial de regeneração, conforme ilustra a figura 27.

Figura 27 – Estágio atual da área de preservação permanente recuperada.



Fonte: Ribeiro, 2012.

4.8 RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS NÃO OPERACIONAIS

Para atender a exigência de recuperação dos pátios não operacionais a empresa instalou um lavador de finos de carvão mineral em circuito fechado, utilizando novas bacias de decantação. As mesmas foram construídas com diques de argila, fundo totalmente compactado e impermeabilizado, como comprovam os relatórios de ensaio de compactação expostos na tabela 07, taludes externos revegetados, além da rede de canalização das águas que precipitam no pátio operacional.

Com esse novo circuito de bacias, o antigo local, com aproximadamente 0,9 hectares, foi desativado.

Tabela 07 - Índice de permeabilidade atingido pela coquesul no circuito de bacias.

Grau de permeabilidade	Índice de permeabilidade (cm/s)	Tipos característicos de solos naturais	Resultado Bacias Coquesul
Alto	Maior que 10^{-1}	Pedregulhos, Areias grossas fofas	-
Médio	Entre 10^{-1} e 10^{-3}	Areias médias a finas	-
Baixo	Entre 10^{-3} e 10^{-5}	Areias finas, Siltes, Argilas	-
Muito Baixo	Entre 10^{-5} e 10^{-7}	Siltes argilosos, argilas finas	-
Praticamente Impermeável	Menor que 10^{-7}	Argilas finas, Argilas bentoníticas	$2,79 \times 10^{-7}$

Fonte: Ribeiro, 2012.

O MPF requisitou a recuperação ambiental dessas antigas bacias de decantação, devido ao fato de estar fora dos padrões mínimos para operação, cuja exigência consistia em redes de drenagem contemplando todo o pátio operacional, direcionando as águas para as bacias, impermeabilização, diques de contenção e dimensões ideais com suporte para decantar e acumular a drenagem pluvial, reutilizando-a em circuito fechado.

A recuperação dessa área se fez com o auxílio de um trator de esteira, que espalhou os rejeitos finos fazendo a conformidade topográfica do terreno, posteriormente foram dispostos 40 cm de argila compactada para encapsular esse rejeito, evitando-se a geração de DAM, construídos os taludes e diques laterais permitindo a sustentação da área.

A última etapa compreendeu a recuperação do solo, através da disposição de 10 cm de solo orgânico, constituído por cama de aviário, turfa ambiental e argila com alto teor de matéria orgânica e posterior revegetação com a espécie *braquiaria brisantha*, a figura 28 mostra a área das antigas bacias já recuperada.

Figura 28 – Antiga bacia de decantação recuperada.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Como benefício desta ação pode-se citar a atração de avifauna e fauna, para a região dessas antigas bacias e ausência de geração de DAM.

Segundo Casagrande (2003, p. 92-93), a recuperação da área visa a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. Trata-se de retornar às condições de funcionamento, pois objetiva recuperar a estrutura (composição em espécies e complexidade) e as funções ecológicas (ciclagem de nutrientes e biomassa) do ecossistema.

4.9 ADEQUAÇÃO DAS ÁREAS OPERACIONAIS

Com a finalidade de organizar a movimentação de veículos e a disposição da matéria prima no pátio da empresa, os órgãos fiscalizadores MPF e FATMA exigiram uma readequação do pátio operacional, conforme exposto no primeiro parágrafo da cláusula nº: 10 do TAC nº 064/2009.

Através de vistoria *in loco* na unidade e busca em fotos aéreas antigas, a foi possível constatar significativa melhoria no pátio operacional da coqueria após a

implantação das ações determinadas no Termo de Ajustamento de Conduta – TAC e pela FATMA (figura 29).

Figura 29 – Comparativo do pátio operacional da empresa.



Fonte: Aerofoto, 2006; Skyfoto, 2012.

Observa-se na figura 29 que as vias internas foram reestruturadas, direcionando assim o fluxo de veículos e o caminhão de umidificação por vias únicas, evitando que os mesmos andem por qualquer local gerando dispersão de particulado sem controle.

Foram estruturados taludes nos arredores das vias e pátios de estoques de matéria-prima que direcionam as águas para as caixas de sedimentação do lado interno do pátio, serviram também como periféricos para a colocação das calhas para drenagem entre o talude e a estrada e para o plantio de espécies formadoras de barreiras eólicas para quebra de velocidade dos ventos. Esses taludes foram revegetados (Figura 30) através da disposição de cavas no topo dos mesmos, plantado sementes de sansão do campo "*Mimosa caesalpineafolia*", planta exótica que atinge altura aproximada de 7 metros, com copa densa. A escolha desta espécie deu-se com a finalidade de tornar-se uma barreira na ação dos ventos, dificultando a dispersão de material particulado proveniente do pátio.

Figura 30 – Taludes com calhas periféricas revegetados que dividiram o pátio em módulos, criando vias de trânsito.



Fonte: Ribeiro, 2012.

De acordo com Marcilio e Gouveia (2007), a fração de MP_5 (material particulado com diâmetro inferior a $5 \mu m$), tem potencial de atingir as vias respiratórias inferiores, podendo causar vários danos à saúde, como problemas respiratórios e cardiovasculares, além de outros problemas como baixa defesa imunológica, problemas cardíacos, renais, neurológicos, provocar alterações nos cromossomos, entre outros efeitos. Logo, com o programa de umidificação de vias de pátio a empresa conseguiu diminuir os índices de dispersão de particulados, sendo possível afirmar isto devido a queda no número de reclamações da comunidade da área de influência do empreendimento.

4.10 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

As medidas compensatórias foram executadas conforme exigência do TAC nº: 064/2009, firmado entre a empresa e o MPF, onde na cláusula 11ª expõe que a título de compensação por não ter cumprido os prazos estipulados as condições estabelecidas no Protocolo de Intenções nº 24/2004 e no TAC, celebrado

com a FATMA, a COQUESUL realizará benfeitorias em favor das comunidades dos bairros São Jorge e Rio Carvão, no valor de R\$ 10.000,00 (dez mil reais) para cada um dos bairros.

O primeiro parágrafo desta cláusula dispõe que cabe à Coquesul conversar com as comunidades e propor as benfeitorias que serão implementadas. Ainda, o segundo parágrafo estipulava que a empresa teria um prazo de 60 (sessenta) dias para comprovar a realização das benfeitorias ao MPF e à FATMA

A comunidade de Vila São Jorge, município de Siderópolis, não possui uma associação de moradores própria, por outro lado, as atividades de relacionamento social geridas pelo SGA da empresa identificaram na pessoa do Sr. Abel Dário Neto uma liderança local. Foi o Sr. Abel, naquela oportunidade, que cedeu o espaço em sua residência para realização das reuniões para a definição dos itens que englobariam os gastos do montante que a empresa iria fornecer, sempre com a presença de outros moradores locais próximos à unidade industrial e representantes da empresa com poder de definição. Buscou-se chegar a um consenso da forma de aplicação dos recursos destinados à compensação ambiental pela empresa Coquesul, de acordo com o TAC firmado.

As medidas compensatórias sugeridas pelas lideranças comunitárias e realizadas pela empresa, foram:

- Doação de 250 moirões para construção e restauração de cercas;
- Doação de 300 metros de arame farpado;
- Doação de 20 drenos de concreto com diâmetro de 80 cm para regularização de valos e estradas internas da vila;
- Contratação de 60 horas de máquina (retro-escavadeira hidráulica e caminhão basculante) para melhoria do sistema de drenagem e estradas da vila.

Os benefícios alcançados com essa medida compensatória foram à aproximação dos técnicos da empresa com a comunidade, abrindo portas tanto para os moradores quanto para os profissionais, facilitando a comunicação entre os mesmos, já na parte de infra-estrutura do bairro, contribuiu significativamente, pois o que foi solicitado atendeu as exigências e necessidades dos moradores.

4.11 UMIDIFICAÇÃO DE VIAS DE PÁTIO

A umidificação das vias de pátio foi uma ação solicitada pelo MPF, através do TAC nº. 064/2009, com a finalidade de evitar a dispersão de poluentes atmosféricos do interior do pátio da empresa para a área de influência do empreendimento.

Segundo Medeiros (2003), o processo de dispersão de poluentes na atmosfera depende principalmente do relevo da região, do tipo de ocupação do terreno, das condições meteorológicas, como umidade relativa, vento e pressão atmosférica e das características das fontes emissoras.

Logo, as ações meteorológicas determinam a quantidade de dispersão de poluentes devido ao fato do intenso tráfego de veículos e máquinas pelas vias do pátio operacional, fazendo com que os materiais particulados de menor granulometria e conseqüentemente, menor peso, sejam carregados para fora do empreendimento, gerando um impacto negativo tanto a flora, quanto aos moradores das proximidades.

Os efeitos do Material Particulado sobre a saúde são diversos: comportamentais e cognitivos, inflamação pulmonar e sistêmica, alterações do calibre das vias aéreas, do tônus vascular, do controle do ritmo cardíaco e alterações reprodutivas, morbidade e mortalidade por doenças cardiorrespiratórias e aumento da incidência de neoplasias, entre outros (SALDIVA et al., 2007). Assim, é extremamente importante o controle destas emissões fugitivas.

O processo de umidificação é realizado por um caminhão, abastecido através de uma bomba de anel líquido, acoplada ao mesmo, que capta água das bacias de decantação e logo após percorre todo pátio, umidificando-o através de uma barra horizontal instalada que lança a água por gravidade, conforme figura 31.

Figura 31 – Caminhão umidificador de pátio da empresa Coquesul.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Há um funcionário exclusivo do Setor de Engenharia e Meio Ambiente que operadora o equipamento em período integral, garantindo assim a umidificação diária de toda a área da empresa.

4.12 PAVIMENTAÇÃO DAS VIAS DE ACESSO

Como o acesso principal da empresa não possui pavimentação, apesar de terem sido feitos testes de infiltrações no solo para avaliar um potencial de contaminação dos recursos hídricos e o mesmo ter dado um resultado de $6,68 \times 10^{-7}$ cm/s dentro dos padrões exigidos, foi solicitada a empresa que também adequasse o acesso da unidade com pavimentação através do ofício 357/2012 (anexo 06).

Tabela 08: Índice de permeabilidade acesso Coquesul.

Grau de permeabilidade	Índice de permeabilidade (cm/s)	Tipos característicos de solos naturais	Resultado de Vias de acesso
Alto	Maior que 10^{-1}	Pedregulhos, Areias grossas fofas	-
Médio	Entre 10^{-1} e 10^{-3}	Areias médias a finas	-
Baixo	Entre 10^{-3} e 10^{-5}	Areias finas, Siltes, Argilas	-
Muito Baixo	Entre 10^{-5} e 10^{-7}	Siltes argilosos, argilas finas	-
Praticamente Impermeável	Menor que 10^{-7}	Argilas finas, Argilas bentoníticas	$6,68 \times 10^{-7}$

Fonte: Ribeiro, 2012

A ação consistiu em revestimento superficial em concreto armado com resistência característica de 35 MPa e espessura média de 15 cm, executado em placas com juntas de dilatação na área de tráfego de veículos para acessar o pátio, atendendo assim a exigência do órgão fiscalizador, como mostra a figura 32.

Figura 32 – Acesso da empresa pavimentado.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Esta medida evita a dispersão de material particulado, direciona as águas para o circuito fechado de bacias de decantação da empresa e evita a sujeira na rodovia as margens da empresa, podendo ser considerado como grande benefício.

4.13 CONSTRUÇÃO DA RAMPA DE LAVAÇÃO DE VEÍCULOS

Devido ao pátio da empresa não possuir pavimentação e pelo fato de ser sempre mantido umidificado, os veículos que transitam no interior da mesma ficam com o material proveniente do pátio retido nos vazados dos pneus e presos a outros locais no assoalho dos mesmos.

Com isso a FATMA fez a exigência de que a empresa deveria pavimentar suas vias de acesso, formalizada pelo ofício nº 357/2012, que salientou a ausência de plano de controle e limpeza de pneus na saída dos veículos do pátio, sendo acordado fazer a pavimentação da entrada de acesso a indústria com implantação do lavador de pneus.

Foi destinada, logo após a saída da empresa, uma área equipada com uma bomba de alta pressão para efetuar a lavação dos pneus de todos os veículos que deixam as dependências do pátio. Os efluentes são encaminhados através de calhas periféricas para uma caixa de sedimentação, posteriormente para caixa de separação de água e óleo e direcionadas para as bacias de decantação da empresa, onde através de circuito fechado retornam ao processo produtivo.

Para Asperminas (2012) a utilização na limpeza da parte inferior de caminhões e máquinas, o lavador de pneus e chassi, pode operar em mineradoras, plantas industriais e portos, executando de forma eficiente a eliminação de todo o material impregnado nestes transportes. Conforme a saída do jato da água lançados é possível remover toda a sujeira impregnada nos pneus e chassi, sendo assim, os resíduos removidos são depositados no fundo da caixa de sedimentação, sendo enviados posteriormente para uma caçamba e transportados até o depósito de rejeitos.

A figura 33 mostra o local onde a rampa esta em operação.

Figura 33 – Rampa de lavação de pneus.



Fonte: Ribeiro,2012.

O lavador possui capacidade de limpar quantidades elevadas de caminhões e máquinas, além de possuir uma eficiência na redução de tempo de lavagem devido à pressão de sua bomba, atendendo toda a demanda.

Essa medida minimizou significativamente a contaminação da rodovia SC 445, foi possível levantar com vistorias *in-loco* e através de contato com a comunidade da área de influência, gerando um benefício para a empresa.

4.14 RECUPERAÇÃO DA ANTIGA BACIA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Com o intuito de limitar a área do pátio operacional, visando reduzir os riscos de contaminação por agentes naturais, foram revegetadas todas as áreas não operacionais, bem como os taludes formados para encaminhamento das drenagens, evitando-se o surgimento de processos erosivos. Existia uma antiga bacia de captação de água para uso no processo produtivo da empresa, pois a bacia antiga não dava conta de acumular água suficiente para suprir o sistema, como o novo circuito foi implantado, foi solicitada em vistoria pelos técnicos da FATMA a desativação e recuperação da antiga bacia de captação de água, pois o novo

sistema de bacias se mostrou auto suficiente, porém não foi encaminhada nenhuma exigência oficial, contudo a empresa efetuou a adequação para evitar eventuais problemas futuros.

Para limitação da área operacional foi necessária a reabilitação ambiental da área onde se localizava essa bacia. O principal objetivo desta reabilitação foi maximizar os efeitos de implantação da cobertura vegetal, protegendo o solo, viabilizando o paisagismo da área e sua inclusão ecológica através da implantação de vegetação nativa e atração de fauna e avifauna.

Nesta área a arborização só foi possível devido ao fato de não ter ocorrência de rejeitos piritosos presentes na mesma, verificadas *in loco* pelos técnicos da empresa e da FATMA, porém na primeira etapa foi apenas fixado um solo útil as gramíneas e de fundamental importância para posteriormente serem plantadas as espécies nativas.

As espécies nativas a serem introduzidas na reabilitação foram a bracatinga (*Mimosa acabrella*) o maricá (*Mimosa bimucronatha*), a carobinha (*Jacaranda puberula*) e o ingá feijão (*Inga semialata*) e a grindiuva (*Trema micrantha*). A tabela 09 a seguir detalha melhor estas espécies.

Tabela 09: Espécies nativas a serem introduzidas na área da antiga bacia de captação de água limpa.

Nome Científico	Nome Popular	Forma Biológica	Categoria Sucessional
<i>Mimosa acabrella</i>	bracatinga	Árvore de porte médio	Pioneira
<i>Mimosa bimucronátha</i>	maricá	Arvoreta ou arbusto	Pioneira
<i>Jacaranda puberula</i>	carobinha	Arvoreta	Pioneira
<i>Inga semialata</i>	ingá feijão	Arvoreta de porte médio	Secundária Inicial
<i>Trema micrantha</i>	grindiuva	Arvoreta	Pioneira

Fonte: Garcia, 2011.

Espécies de frutos comestíveis a fauna, o que lhes confere boa capacidade de disseminação posterior, também devem ser reintroduzidas. Para tal finalidade, é importante a locação de poleiros artificiais em áreas estratégicas, buscando principalmente a formação de corredores ecológicos para a fauna local.

Os trabalhos de recuperação dessa bacia estão praticamente concluídos, faltando apenas à etapa de plantio das espécies nativas como demonstra a figura 34.

Figura 34 – Área da antiga bacia em estágio de revegetação.



Fonte: Ribeiro, 2012.

Para Santos (2000) apud Souza (2005), os benefícios que esta recuperação pode trazer são o melhoramento das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Com o plantio de árvores elas promovem a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo para as camadas superficiais, via translocação desses nutrientes para os galhos, as folhas e outras partes da planta, que, ao caírem no solo, promoverão o aumento do teor de matéria orgânica do mesmo. Essa recuperação também minimiza os processos erosivos.

4.15 ENLONAMENTO DE MATÉRIA PRIMA

Visando evitar a dispersão de poluentes atmosféricos e perdas de matéria prima com o transporte, decorrente da precipitação pluviométrica incidente no pátio da empresa, que é encaminhado ao circuito de bacias de decantação, mas após a relavagem muito se perde e é encaminhado ao depósito de rejeitos, foram

estipulados procedimentos internos para manter as pilhas de estoque de matéria-prima enlonadas, principalmente a de matérias com a densidade granulométrica baixa, que facilita a dispersão dos poluentes devido às ações eólicas.

O monitoramento do enlonamento é efetuado pelo setor de engenharia e meio ambiente da empresa e também através dos procedimentos implantados pelo SGA e SGQ.

O procedimento IT015 (Anexo 07), estipula a altura máxima para as pilhas de matéria prima em 3,0 metros e define que após o término de cada mistura efetuado pelas máquinas, o material disposto no pátio deve ser enlonado.

4.16 ATENDIMENTO A RECLAMAÇÕES

Penna (2009) diz que a humanidade quer manter um nível elevado de conforto material, é inevitável a atividade mineral. No entanto, a mineração é possivelmente a atividade econômica com menos cuidados com os problemas ambientais. A distância dos centros urbanos e de pessoas conscientes favorece tal desleixo, embora, algumas mineradoras como seriam de se esperar, tenham progredido bastante nesse item. Entretanto, como um todo, o setor ainda deixa muito a desejar.

Pelo fato da empresa Coquesul não ser distante de centros urbanos e ter uma comunidade que vive na sua área de influência, visando não ser omissos aos problemas que a atividade pode gerar, a empresa criou um programa ambiental de comunicação, que serve para estabelecer os critérios para assegurar à organização a recepção, o registro e a comunicação das solicitações e ou reclamações das partes interessadas sobre os efeitos ambientais decorrente das atividades, produtos e serviços.

Após a criação desse programa PA004 (Anexo 08) ficou mais visível alguns problemas gerados pela atividade que traziam incômodos a população residente em sua área de influência, pois todas as solicitações e ou reclamações das partes interessadas (interna ou externa) referente aos aspectos e impactos ambientais e seu gerenciamento são recebidas e registradas pelos respectivos departamentos, no formulário FA008-02 (Anexo 09) e encaminhados ao departamento de engenharia e meio ambiente da empresa, que toma as devidas providências e encaminhar as respostas aos mesmos.

Sabe-se que após as adequações ambientais as reclamações diminuíram significativamente, reclamações estas que antigamente vinham de ambos os lados da empresa, norte, relativas a mau cheiro e sul, relativas a material particulado.

Com a instalação do lavador de gases no lado norte, as reclamações diminuíram significativamente, e com o passar do tempo, com o aprimoramento e o conhecimento dos técnicos sobre a forma que se comportava o lavador de gases, devido ao fato de ser uma novidade na região na atividade de coqueria, nos dias atuais as reclamações devido a esse motivo são raras, constatando-se que não há registro de reclamações referente a este fato desde novembro de 2011.

Já do lado sul, a empresa ainda registra algumas reclamações, mesmo que sejam com periodicidade baixa, referente à material particulado, em dias secos e com ventos fortes.

Visando resolver o problema do lado sul, assim como foi conseguido do lado norte, sugere-se algumas melhorias, além das já executadas, para possibilitar o funcionamento da empresa e a qualidade de vida tanto dos funcionários quanto dos moradores da área de influencia.

4.16.1 Aprimoramento nas umidificações de vias de pátio

Este item surge como uma proposta de melhoria ao programa de umidificação apresentado pela empresa Coquesul.

Conforme Abreu (2008) existe a ocorrência de emissões de pó produzidas pela ação eólica sobre os materiais depositados no pátio e pela manipulação de produtos em operações de carregamento e descarregamento de caminhões.

Foi levantado que em dias de umidade relativa do ar muito baixa e altas temperaturas, o caminhão pipa da empresa fica sobrecarregado, e conseqüentemente alguns locais secam mais rápido que o comum, ou seja, se a umidade relativa do ar estiver baixa e a temperatura em determinado dia estiver alta, características de um tempo muito seco, alguns locais do pátio podem vir a secar antes do caminhão pipa fazer o trajeto de umidificação novamente, isso aliado a condições de vento forte, pode gerar a dispersão de material particulado, cujos malefícios foram citados ao longo de todo o trabalho, gerando assim reclamações da comunidade presente na área de influência da empresa.

Levantado esse problema, seria ideal a aquisição de mais um caminhão pipa pela empresa, ou a substituição do que existe atualmente por um mais moderno, com mais velocidade de abastecimento, minimizando assim o tempo de secagem das vias.

4.16.2 Instalação de cortina de aspersão

Visando minimizar as reclamações do lado norte da empresa, foi levantado que seria ideal a instalação de uma cortina de aspersão em todo perímetro norte da mesma.

O lado norte que possui influência da atividade e que separa a empresa da comunidade tem cerca de 350 metros. Sugere-se a instalação de postes de concreto e nesses postes barras de ferro para atingir a altura de 15 metros que possibilitem a sustentação de tubulações superiores, tubulações essas que com o auxílio de aspersores criariam uma cortina de água, que com o auxílio de bombas venha a gerar uma barreira úmida que evite a passagem do material particulado mais fino, que possui maior capacidade de dispersão, fazendo com que esse poluente não chegue até a vizinhança.

4.16.3 Implantação da cortina vegetal

O objetivo da implantação da cortina vegetal é controlar as emissões de odores e material particulado que podem decorrer da atividade industrial, além de criar uma faixa de transição natural no entorno do empreendimento, esse tipo de cortina também é uma forma de auxiliar a atração da fauna e da flora restabelecendo condições naturais no entorno do empreendimento (REMOR, 2012).

Atualmente a maior parte do perímetro da empresa já possui cobertura vegetal, porém são espécies de pequeno porte e essa vegetação não é densa facilitando assim a dispersão dos poluentes.

Desta forma Remor (2012) afirma que, a introdução de vegetação nativa com diferentes características botânicas e sucessionais, serão fundamentais para melhorar as características de adensamento de vegetação no entorno do empreendimento.

No primeiro momento os trabalhos de implantação da cortina serão direcionados para a eliminação da vegetação exótica e posteriormente para o plantio de espécies arbóreas nativas da flora brasileira, proporcionando assim uma linha de vegetação densa em todo entorno do empreendimento.

Após a conclusão desse trabalho de implantação de cortina vegetal o resultado esperado é a minimização de dispersão de poluentes.

5 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho foi possível chegar à conclusão de que o Termo de Ajustamento de Conduta – TAC é de extrema importância para resolver problemas de caráter ambiental. Através das reclamações da comunidade e problemáticas relacionadas às atividades industriais, o TAC se transformou em uma ferramenta fundamental para o Ministério Público Federal – MPF no tocante ao comprometimento das organizações perante a adequação de suas atividades.

Juntamente com isto, existe também o trabalho da FATMA – Fundação do Meio Ambiente, que em conjunto com o MPF, fiscaliza e possui um corpo técnico que direciona exigências a serem cumpridas pelo empreendedor, sendo este o órgão que expede a Licença Ambiental, direcionamento do cumprimento das exigências através da definição de suas condicionantes.

O comprometimento do empreendedor com o MPF, através do TAC definido em reunião com técnicos da empresa, técnicos do MPF e o procurador da república tem caráter jurídico federal.

Portanto o que for firmado em reunião tem de ser concluído pela empresa.

O fato de gerar embargos e multas se houver o eventual descumprimento das condicionantes, faz com que a empresa priorize os trabalhos de adequação e que conclua as obras dentro dos prazos, sendo bom tanto para a comunidade e meio ambiente, quanto para o próprio empreendedor, que mantém sua atividade em plenas condições de funcionamento, evitando riscos futuros.

Neste trabalho foi abordado o caso específico relacionado ao beneficiamento de finos de carvão mineral, direcionado para a lavagem desses finos e para a coqueificação dos mesmos pela atividade de coqueria.

Foi possível verificar que todas as condicionantes do TAC nº 064/2009, que teve a função de regulamentar as atividades da empresa e as exigências feitas pela FATMA foram atendidas, proporcionando o funcionamento da mesma nos dias atuais com Licença Ambiental de Operação – LAO, sendo assim, dentro dos padrões da legislação vigente.

As melhorias feitas em sua totalidade foram: a) Monitorar os parâmetros ambientais relacionados à qualidade do ar, água e solos; b) Levantar a construção de todo o isolamento hídrico da unidade e bacias de decantação; c) Tratamento de

eventuais excedentes hídricos; d) Adequação do depósito de rejeitos; e) Recuperação da APP; f) Recuperação da antiga bacia de decantação; g) Recuperação dos pátios não operacionais; h) Adequação dos pátios operacionais; i) Pavimentação de vias de acesso; j) Umidificação de vias de pátio; k) Construção da rampa de lavagem de pneus; l) Medidas compensatórias; m) Recuperação da antiga bacia de captação de água; n) Enlonação de matéria prima; o) Atendimento a reclamações. Que foram iniciadas em 2009 e concluídas no decorrer do tempo de vigência do TAC e após o mesmo através de algumas exigências da FATMA até a obtenção da Licença Ambiental de Operação – LAO no ano de 2012, melhorias estas que trouxeram benefícios a comunidade no tocante a poluição ambiental trazido pela atividade no ar, água e solo, minimizando as reclamações e possibilitando a qualidade de vida da comunidade de entorno e garantindo a eficiência operacional da empresa no tocante ao meio ambiente.

Também existem melhorias que podem ainda ajudar a mitigar os impactos da atividade, que foram possíveis de se levantar com as vistorias “in loco” e foram apresentadas as melhorias: a) a aquisição de um caminhão de umidificação de vias mais moderno e com maior eficiência, evitando que algumas áreas sequem e evitando a geração de particulados; b) implantação de uma cortina vegetal em todo o perímetro da empresa, com espécies de copa alta e densas, evitando a dispersão de particulados; c) instalação de uma cortina de aspersão de água lateral no sentido Sul com a finalidade de reter o material particulado proveniente das ações eólicas no pátio da empresa.

Por fim, os trabalhos de adequação nunca se dão por concluídos definitivamente, para um ideal equilíbrio entre sociedade e meio ambiente é preciso sempre a busca da melhoria continua de processos indústrias.

É recomendado também que a empresa busque a certificação ambiental ISO 14001 através de seu Sistema de Gestão Ambiental – SGA, ferramenta essa que garante uma ideal operação, melhoria continua no processo produtivo e atendimento e monitoramento dos padrões estabelecidos pelas normas e legislações ambientais.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. de. **Auto-redução**: uma tecnologia para a siderurgia moderna, metalurgia e materiais, ABM- Caderno Técnico, v. 54, n. 482, nov./dez., 2008.

ALEXANDRE, N.Z.; KREBS, A.S.J. **Fontes de Poluição no Município de Criciúma, SC**. Porto Alegre: CPRM. Série Degradação Ambiental, v.8. (Programa de

ALMEIDA, S. K. **Detecção de bactérias Redutoras de Sulfato em efluente e sedimento de mina de urânio**. Centro de desenvolvimento da tecnologia nuclear, belo Horizonte, 2005.

ASPERMINAS, **limpeza e lavação de pneus e chassi**. Disponível em: http://www.asperminas.com.br/lavador_de_caminhoes.php acessado em 06 de dezembro de 2012.

BORGES, Ítalo Lopes. **Processo de Adequação Ambiental na Indústria Carbonífera**: Estudo de caso sobre a implantação de um sistema de gestão ambiental. 2004. Disponível em: http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/documentos-e-publicacoes/trabalhos-cientificos/dissertacao_mestrado.pdf acessado em 05 de outubro de 2012.

BRASIL (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização dos textos, notas remissivas e índices por Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990.

BRASIL. Casa Civil. **LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Publicada Diário Oficial da União em 13 fevereiro 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm acessado em 05 de outubro de 2012

CARVALHO FILHO, José dos Santos. **Ação Civil Pública**: comentários por artigo. 3. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2001.

CASAGRANDE, J.C. **Considerações sobre recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas**: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas, São Paulo, 2003, p 92 – 93.

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da Bacia Carbonífera sul catarinense**. São Paulo: CETEM/MCT, 2002. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Efeitos da Poluição**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/Informa%C3%A7%C3%B5es-B%C3%A1sicas/Vegeta%C3%A7%C3%A3o/9-Efeitos-da-Polui%C3%A7%C3%A3o> acessado em 05 de outubro de 2012.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Laboratórios: Dióxido de Enxofre**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/dioxido_de_enxofre.pdf

acessado em 05 de outubro de 2012.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. **Qualidade do Ar: Descrição dos Poluentes**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes> acessado em 05 de outubro de 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 1990. **Resolução Conama nº 003: Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR**. Disponível em: www.mma.conama.gov.br/conama acessado em 05 de outubro de 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. **Resolução Conama nº 357: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências** Disponível em: www.mma.conama.gov.br/conama acessado em 05 de outubro de 2012.

DE LUCA, Francisco Javier. **Modelo cluster eco-industrial de desenvolvimento regional: o polo do carvão no sul de Santa Catarina**. Dissertação [Mestrado em Engenharia de Produção] 328f. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2001.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. **Curso de controle da poluição na mineração: alguns aspectos**. 5. ed. Brasília: DNPM, 2009.

ENERGÉTICA. **AGV PTS com registrador de vazão**. Rio de Janeiro – RJ. 2p. Disponível em: http://www.energetica.ind.br/AGV_PTS.pdf acessado em 16 de novembro de 2012.

ENERGÉTICA. **APV TRI-GÁS Manual de Operação**. Rio de Janeiro – RJ: 1999. 79 p.

FARIAS, Carlos Eugênio. Mineração e meio ambiente no Brasil. **Relatório Preparado para o CGEE PNUD – Contrato 2002/001604**. CGEE, 2002.

Farias, Yaci-Pira. **Tratamento de Drenagem Ácida de Mina – DAM, por Bactérias Redutoras de Sulfato** – BRS: XVI JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. CETEM/MCT, 2009. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XVII_jic_2009/Yaci_Pira_Tata_Maria_Marcondes_Farias.pdf acessado em novembro de 2012.

FERNANDES, Juliana Santana. **Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana**. Disponível em: <http://rmmg.medicina.ufmg.br/index.php/rmmg/article/viewDownloadInterstitial/212/197> acessado em 05 de outubro de 2012.

GALVÃO FILHO, João Baptista. **Poluição do Ar: Aspectos Técnicos e Econômicos do Meio Ambiente**. Disponível em: http://www.consultoriaambiental.com.br/artigos/poluicao_do_ar.pdf acessado em: 05/11/2012.

GAMA, Ádmo Porto. **Óxidos de Nitrogênio**. Disponível em: <http://www.slideshare.net/damoPortoGama/xidos-de-nitrognio> acessado em: 05/11/2012.

GAMA, Marcela Santos de Carvalho. **Estudo de Limpeza de um sistema de Gases utilizando um lavador Venturi de Seção Circular**. Disponível em: http://www.bdtu.ufu.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1842 acessado em 27 de outubro de 2012.

GARCIA, Jefersson da Silva. **Projeto de Recuperação/Restauração da Mata Ciliar em Trecho do Rio Sangão**. Criciúma, 2011. 69 p.

GOMES, C.J. B. **Projeto para recuperação ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense: Relatório de Atividades**, Disponível em: www.siecsc.com.br/meio ambiente. Acessado em 19 de setembro de 2012.

GOMES, Edgardo Olivares. **Projeto de pirólise rápida contínua de biomassa com ar em reator de leito fluidizado atmosférico**. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200020&scipt=sci_arttext, acessado em 7 de novembro de 2012.

GUERRA, A. J. & GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1997.

GUEVARA, S., Purata, S. E. & Van Der Maarel,. **The role of remnant trees in tropical secondary succession**. Vegetatio 66. p 77-84. Holanda, 1986.

HÉRMERY, Daniel; DELÉAGE, Jean-Paul; DEBEIR, Jean-Claude. Revolução energética e industrialização europeia. In: **Uma história da energia**. Brasília: UnB. Brasília. 2006.

HOLL, K. D. **Factors limiting rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil**. Biotropica 31. p. 229-242, 1999.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Mineração e Meio Ambiente. Comissão Técnica do Meio Ambiente**. IBRAM. Brasília, 2012.
Informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina - PROGESC), 1995.

LANFREDI, Geraldo Ferreira. **Política Ambiental: busca de efetividade de suas instrumentos**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2002.

LEITE, José Rubens Morato. Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial. 2 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

LOPES, J. A. **Projeto Carvão no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 2010.

MARCILIO, I; GOUVEIA, N. **Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2007.

MARIOT, A. et al. **A utilização de técnicas nucleadoras na restauração ecológica do canteiro de obras da UHE Serra do Facão, Brasil**. Disponível em: <http://www.cadp.org.ar/docs/congresos/2008/76.pdf> acessado em 20/10/2012

MAZZILLI, Hugo Nigro. **O Inquérito civil: investigações do Ministério Público, compromissos de ajustamento e audiências públicas**. 2. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

MEDEIROS, Alexandre Mollica. **Bases Metodológicas para a Incorporação da Variável Ambiental no Planejamento da Expansão Termelétrica no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências e Planejamento Energético) – Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 5.ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007.

MÜLLER, A. et al. **Boletim nº 6**. Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Economia Mineral. Ministério das Minas e Energia. 2. ed. Porto Alegre, 2009.

NOSSE, Eduardo de Oliveira. **Poluição atmosférica e monitoramento da qualidade do ar**. Criciúma, SC: FUCRI, 1993. 29p.
Reclamation Handbook. New York: Elsevier Ed., 1983. 750p.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. **Nucleação como ferramenta para RAD: estudos de caso**. In: Anais do Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares e Workshop sobre Recuperação de Áreas degradadas no Estado de São Paulo: Avaliação da Aplicação e Aprimoramento da Resolução SMA 47/03. Instituto de Botânica. São Paulo – SP, p. 104-12, 2008.

REIS, A.; ZAMBONIN, R.M.; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Série **Cadernos da Biosfera. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 1999. 42 p.

REMOR, Ronaldo. **Projeto de Implantação de Cortina Vegetal**. Criciúma, 2012. 30p.

RIBEIRO, Paulo de Tarso. **Impermeabilização de Bacias de Contenção de Derivados de Petróleo por Obras de Terra, Mediante Emprego de Argilominerais Especiais**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2001.

RODRIGUES, Danielle Tetu. **O direito ambiental: uma abordagem ética, filosófica e normativa**. Curitiba: Juruá, 2003.

RUSTU, A. **Carvão e meio ambiente**. São Paulo: Rocca, 2003.

SAAD, Camila S.; CARVALHO, Carolina Dutra; COSTA, Thaís M. Meio ambiente é negócio! IN: Prêmio Ethos Valor. **Responsabilidade social das empresas: a**

contribuição das empresas. São Paulo: Peirópolis, 2009.

SALDIVA, P. H. N. et al. **Emissões de Poluentes Atmosféricos por Fontes Móveis e Estimativa dos Efeitos em Saúde em 6 Regiões Metropolitanas Brasileiras.** São Paulo: Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LAPAE) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), 2007.

SANTOS, Mário Jorge Campos dos. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental.** Piracicaba: USP, 2000.

SCHNEIDER, Carlos Henrique. **Controle da Drenagem Ácida de Minas na Mineração de Carvão de Santa Catarina.** Porto Alegre, 2006.

SENDLEIN, L.V.A. et al. **Surface Mining, Environmental Monitoring and**

SHREVE, R.N.; BRINK Jr., J. A. **Indústria de processos químicos.** 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997.

SIECESC - Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina. 2003. **O que é carvão mineral.** Disponível em: www.siecesc.com.br acessado em 15 de agosto de 2012.

SKOUSEN, J.G. **Acid Mine Drainage Treatment,** Division of Plant and Soil Science, College of Agriculture and Forestry, WVU Extension Principal Chemist, Morgantown, WV. Web Posted October 7, 1998.

SOUZA, Demétrius Coelho Souza; FONTES, Vera Cecília Gonçalves. Compromisso de ajustamento de conduta. In: **Revista Jurídica da UniFil,** Ano IV - nº 4, mar. 2010.

SOUZA, Maurício Novaes. **Recuperação de áreas degradadas.** Gestão Ambiental: EVATA. Viçosa: UFV, 2005.

TOX, Agência de Substâncias Tóxicas e Registros de Doenças Americano. **Amônia.** Disponível em: http://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&langpair=en%7Cpt&u=http://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php%3Fid%3D2 acessado em 05 de outubro de 2012.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente.** São Paulo: Pioneira, 1995.

VILELA, Antônio C. F.; SAMPAIO, Carlos Hoffmann. **NT Carvão e coque.** Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico: 2008. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

VIRTUOSO, José Carlos. **Desenvolvimento, Gestão Ambiental e Sustentabilidade: Compreendendo o Novo Paradigma.** IN: Revista Espaço Acadêmico, n. 38, ano IV, jul. 2004.

VOLPATO, Terezinha G. **Vidas marcadas: trabalhadores do carvão:** Tubarão, Editora da UNISUL, 2002.

APÊNDICE 01 – CHECK LIST EXIGENCIAS DO TAC Nº 064/2009

APÊNDICE 02 – TABELA RESUMO DE MONITORAMENTO DE ÁGUA

**APÊNDICE 03 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS E REDE DE DRENAGENS DO
PÁTIO.**

ANEXO 01 – LAUDO DE EMISSÕES COQUERIA 1 A.

ANEXO 02 – LAUDO DE EMISSÕES COQUERIA 1 B.

ANEXO 03 – PROTOCOLO DE LAUDOS DE EMISSÕES 2012.

ANEXO 04 – RELATÓRIOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA.

ANEXO 05 – OFÍCIO FATMA Nº: 126/2011

ANEXO 06 – OFÍCIO FATMA Nº 357/2012.

ANEXO 07 – PROCEDIMIENTO IT005.

ANEXO 08 – PROCEDIMIENTO PA004.

ANEXO 09 – FORMULÁRIO FA008-02.

ANEXO 10 – TAC N°: 064/2009.

ANEXO 11 – LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO.