

Volume 2

Caracterização da Área

7.2 Poluição Atmosférica

O desenvolvimento do município de Tubarão como um dos pólos centralizadores da região Sul do estado, fez com que a diversidade de indústrias instaladas afetasse também a qualidade do ar. No município de Capivari de Baixo situa-se a Eletrosul.

A poluição atmosférica por atividades industriais tem gerado um grande número de reclamações da comunidade aos órgãos controladores estadual e municipais.

O controle da poluição do ar tem, portanto, como objetivos principais:

- melhoria da qualidade de vida da população;
- redução no grau de incômodo, nocividade e periculosidade das emissões gasosas;
- atender às reclamações da população referente a problemas de poluição do ar.

As ações de controle têm sido desenvolvidas prioritariamente nas fontes fixas, levando-se em conta as emissões de material particulado (MP), num primeiro plano, e quando necessário determina-se também o controle das emissões de dióxido de enxofre (SO₂). Geralmente a necessidade de controle destes contaminantes provém dos cálculos dos fatores de emissão de cada poluente.

São realizadas também ações para solução de problemas localizados com relação a emissão de substâncias odoríferas. O item II do parágrafo 1º do artigo nº 31 do Decreto nº 14250/81, que regulamenta dispositivos da Lei nº 5793 de 15/10/80, estabelece referências a várias substâncias, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção de Odor (LPO).

7.3 Poluição por Resíduos Sólidos

Os problemas ambientais decorrentes desta atividade são semelhantes à degradação causada pelos depósitos de rejeito provenientes do beneficiamento de carvão mineral, ou seja, refletem na qualidade da água por lixiviação e infiltração, e improdutividade do solo das áreas de disposição de resíduos.

Procurando disciplinar a disposição dos resíduos industriais, a FATMA adota normas específicas para aprovação da destinação final quando do licenciamento ambiental. Quando necessário também o transporte é normatizado e licenciado.

A principal fonte geradora de resíduos são as atividades de beneficiamento de carvão mineral, seguidas pelas atividades de beneficiamento de moinha para a produção de coque, curtumes, cerâmicas.

Os projetos de aterros de resíduos industriais têm como referência as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT nº 10.004, 10.005 e 10.006 com relação à classificação dos resíduos e nº 10157 com relação aos projetos de aterro de resíduos perigosos.

7.4 Poluição Sonora

O problema da poluição sonora desperta preocupação principalmente nas áreas

urbanas onde o crescimento e a multiplicidade das fontes sonoras não foram acompanhadas por medidas conjuntas de planejamento de uso do solo.

Não existe na região da bacia hidrográfica um mapeamento dos níveis de ruído produzidos, dificultando em parte a conclusão deste trabalho com relação a este tipo de poluição.

Há necessidade de uma quantificação do problema de forma a permitir uma análise correta da situação, e o estabelecimento de diretrizes técnicas e economicamente viáveis que venham a subsidiar um controle adequado do problema.

Com relação aos problemas decorrentes da poluição sonora, o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, através da Resolução nº 002 de 8/3/90, instituiu o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora - SILÊNCIO, onde os objetivos resumem-se em capacitação de técnicos, conscientização e incentivo à fabricação e uso de equipamentos com menor intensidade de ruídos.

7.5 Tipologia das Fontes Poluentes

7.5.1 Mineração do Carvão

Drenagem de mina e beneficiamento

A degradação ambiental provocada por todas as atividades envolvidas na extração e beneficiamento do carvão, atua negativamente na qualidade ambiental sob diversos modos. Os recursos hídricos, o solo e a qualidade do ar sofrem influência direta destas atividades, contribuindo intensamente para o desaparecimento da fauna e flora regional.

A oxidação do material piritoso gera significativa carga de acidez com o conseqüente abaixamento do pH das águas, ocasionando a solubilização de uma ampla gama de metais pesados afetando o ecossistema de toda a região carbonífera.

Os municípios que compõem a Bacia Carbonífera de Santa Catarina, tiveram seus recursos naturais seriamente afetados pelas atividades relacionadas com a exploração, beneficiamento e uso do carvão mineral.

Atualmente, estas atividades não são mais a principal fonte de renda de vários municípios, porém o fato de paralisar as atividades de uma mina, não significa que cessa a sua geração de poluição.

O quadro 1 apresenta uma matriz informativa sobre o impacto ambiental das atividades ligadas à exploração do carvão mineral.

QUADRO 1: MATRIZ INFORMATIVA SOBRE IMPACTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES LIGADAS À EXPLORAÇÃO DO CARVÃO MINERAL.

Processos de degradação	Recurso Natural		
	Ar	Água	Solo
Combustão Espontânea	Gases tóxicos, material particulado.	Chuvas ácidas	Acidificação do solo
Lixiviação		Formação de ácido e solubilização de metais	Acidificação do e contaminação do solo,
Drenagem Superficial		Transporte de águas ácidas, metais traços e sólidos em suspensão	Erosão, acidificação do solo, assoreamento.
Drenagem Sub-Superficial		Acidificação e contaminação de águas sub-superficiais.	Acidificação do solo infiltrado pela água ácida.
Intemperismo	Material particulado	Acelera o processo de formação de águas ácidas e provoca o assoreamento em rios e lagoas	Erosão

Depósitos de Rejeitos

A quantificação exata dos problemas decorrentes da disposição de rejeitos da mineração do carvão passa, necessariamente, por várias condicionantes que variam de local para local e podem ser agrupadas da seguinte forma: declive das pilhas, concentração de enxofre no rejeito, compactação das pilhas, proximidade dos corpos d'água, geologia, precipitação pluviométrica entre outros. Enfim, uma extensa gama de aspectos que, a rigor, sempre variam de pilha para pilha.

Alguns dos problemas ambientais relacionados à mineração são intrínsecos ao processo como tal. A destruição da estratigrafia geológica na mineração a céu aberto, por exemplo, é inevitável, enquanto outros distúrbios variam em tipologia e intensidade.

a) Rejeitos gerados na mineração a céu aberto.

Na mineração a céu aberto são manuseados três tipos de material: o solo vegetal, o subsolo e o leito do carvão.

O subsolo original entre o solo de cobertura e o leito de carvão, embora em menor grau que os rejeitos da fase de beneficiamento, possui considerável potencial em termos de produção de acidez. É o caso do estrato conhecido como "quadração", material carbonoso de baixa qualidade que é desprezado como produto para beneficiamento devido ao seu baixo rendimento.

Este subsolo estratificado, antes pouco permeável, quando quebrado, revirado e disposto em forma de pilhas, permite que a água percole, propiciando a formação de águas ácidas.

O decréscimo do pH da água em contato com o rejeito para valores abaixo de 4 indica condições favoráveis à solubilização de metais e outros materiais sólidos que enriquecem a qualidade da lixiviação e, conseqüentemente, incrementam os problemas ambientais a ela associados.

A composição físico-química deste material lixiviado, principalmente em termos de enxofre da pirita, assim como a forma que o rejeito de mineração é fragmentado, misturado e disposto, são fatores determinantes no potencial de formação de acidez deste rejeito.

No cálculo de determinação do potencial de formação de ácido decorrente tanto dos rejeitos de cobertura quanto daqueles piritosos e carbonosos, considera-se o enxofre total. A bibliografia indica que, nos rejeitos piritosos recentes, o enxofre da pirita é considerado enxofre total (EPA - 1974).

b) Rejeitos Gerados no Beneficiamento.

A maior parte do carvão bruto (ROM) é constituída de materiais xistosos, piritosos ou carbonosos de pouco valor para fins de combustão direta. Estes materiais são rejeitados ao longo do processo de beneficiamento e chegam a representar em média cerca de 73%. Os 27% restantes compõem o produto da mineração, ou seja, carvão energético, carvão metalúrgico e finos. A composição básica dos produtos do carvão podem ser resumidas conforme apresentado no Quadro 2.

QUADRO 2: COMPOSIÇÃO BÁSICA DOS PRODUTOS DO CARVÃO.

Teores (%)	Carvão Bruto		Produtos do Beneficiamento	
		CE5200	CE4500	Carvão Metalúrgico
Cinzas	64,0	35,0	42,0	12,0
Enxofre	4,5	2,5	3,5	1,4
Material Volátil	25,0	40,0	36,0	56,0
Carbono Fixo	27,5	40,0	36,0	56,0

Os rejeitos oriundos do beneficiamento de carvão constituem uma das maiores fontes de problemas ambientais relacionados com o carvão. Sendo que o rejeito piritoso ou primário (R1) é considerado o resíduo mais poluente do beneficiamento, possuindo aproximadamente 10% de enxofre e uma concentração de carvão em torno de 8%. O conteúdo de enxofre na pirita é alto, sendo que o mineral puro contém 53,4% de enxofre e 46,6% de ferro.

A maior parte do rejeito do processo de beneficiamento do carvão consiste de materiais carbonosos misturados com pirita, argilas, arenitos e xistos (de características carbonosas). Estes materiais quando expostos ao oxigênio e à umidade geram condições ótimas para a oxidação da pirita, acarretando a formação de águas ácidas, com elevadas concentrações de ferro e metais tóxicos dissolvidos.

Ao longo do processo de beneficiamento, diversos tipos de rejeitos são originados, cada um possuindo diferentes concentrações de enxofre e, conseqüentemente, diferente potencial poluidor.

A granulometria dos rejeitos é de grande importância para a determinação da carga poluidora, uma vez que influencia na área de exposição do enxofre com os elementos responsáveis pela oxidação.

Assim sendo, seria errôneo, num primeiro momento, considerar somente aquele material piritoso exposto ao contato com a água e o ar. O intemperismo, fenômeno que se prolonga através do tempo, reativa o potencial de formação de acidez. Outros elementos como os xistosos, argilosos e arenitos que passam por constante processo de decomposição e erosão, acabam por expor novo material piritoso para oxidação e, conseqüentemente, para nova formação de águas ácidas.

A formação de águas ácidas, assim como o assoreamento dos recursos hídricos, inicia concomitante ao período de atividade da mina e de suas plantas de beneficiamento, porém, podem prolongar-se por décadas após o término dessas.

A topografia acidentada, somada ao acentuado declive das pilhas de rejeito de cobertura, provoca um processo de erosão e deslizamento de terras e acelera a redução da qualidade das águas superficiais por excessivo aporte de materiais em suspensão, que, quando sedimentados geram condições propícias às enchentes.

Além disso, deve ser considerado que a exposição ao ar livre é indispensável para a oxidação da pirita. O ar transporta o oxigênio e a umidade essenciais à formação de ácido sulfúrico. Rejeitos encerrados de forma a não receber oxigênio não se oxidam e não poluem o meio ambiente. Rejeitos constantemente submersos em água também são pouco oxidados, pois a difusão de oxigênio na água é 10.000 vezes menor que no ar.

A dificuldade para a classificação do potencial poluidor de cada uma destas áreas relaciona-se a uma série de variáveis que interferem diretamente neste processo, como o intemperismo, a composição dos rejeitos, granulometria do material depositado, grau de compactação, existência ou não de cobertura superficial, topografia do local de disposição, entre outros.

De maneira geral, podemos afirmar com segurança como indicadores de qualidade das águas lixiviadas dos depósitos de rejeitos os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, sólidos totais, acidez, dureza (Ca e Mg), sulfatos, condutividade específica, ferro, alumínio, manganês, zinco, arsênio, cobre, cádmio, selênio, mercúrio, bário, chumbo, berílio, níquel, titânio e sódio.

Qualidade do Ar

A formação desordenada das pilhas de rejeito, principalmente em áreas de antigas minerações, favorece o processo de combustão espontânea de material piritoso e carbonoso e, conseqüentemente, existe o problema de contaminação atmosférica.

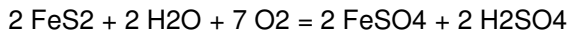
A disposição de rejeitos em depósitos sem qualquer tipo de cuidado quanto à compactação, forma ou confinamento, resulta em pilhas com declives bastante acentuados e espaços vazios, permitindo a circulação interna de ar.

Tal fato propicia a oxidação do material carbonoso, sem que haja ar em

quantidade suficiente para dissipar o calor gerado, causando um aumento de temperatura até o nível de ignição.

Este processo é agravado pela presença de rejeitos piritosos, pois, como a oxidação da pirita é uma reação exotérmica, acelera-se o aumento de temperatura atingindo a faixa de combustão.

A oxidação da pirita aumenta em presença de umidade, conforme mostra a equação abaixo:



Outro fator que favorece a combustão dos rejeitos é a granulometria do material, pois, quanto menor for a partícula maior será sua superfície relativa de contato. A presença de material fino em pilhas compactas elimina os espaços vazios e bolsões de ar reduzindo a taxa de oxidação.

Produtos da combustão espontânea da pirita

Devido ao aumento de temperatura nas pilhas, há a pirólise e carbonização do material com liberação de gases voláteis constituídos principalmente de hidrocarbonetos e monóxido de carbono.

Em um dado momento, o material entra em ignição e queima. Os produtos da combustão são: CO₂, H₂S, CS₂, hidrocarbonetos e Sox.

A oxidação da pirita resulta principalmente na emissão de óxidos de enxofre (SO_x). Caso haja oxigênio insuficiente, verifica-se o desprendimento de gás sulfídrico (H₂S).

As emissões de material particulado em depósitos de rejeito originam-se da ação dos ventos sobre as pilhas e também pelo arraste das partículas finas nos gases gerados pela combustão do material.

Estas emissões são favorecidas principalmente pelas seguintes condições:

- concentração de oxigênio na pilha (depende da distribuição granulométrica das partículas);
- tipo de pilha (forma de disposição do material);
- velocidade dos ventos;
- tipo de rejeito (maior concentração de carbono e pirita favorecem à autocombustão);
- tipo de carvão;
- umidade relativa do ar;
- teor de umidade do material;
- temperatura ambiente.

Em estudos realizados para a FATMA, a empresa ECP - Engenheiros Consultores e Projetistas constatou que durante a queima de rejeitos em pilhas são detectados os seguintes elementos: silício, ferro, manganês, magnésio, alumínio, cálcio, cobre, sódio, titânio, chumbo, estanho, cromo e vanádio.

Qualidade do Solo

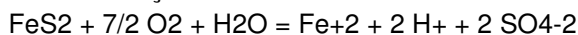
As águas e chuvas ácidas resultantes da auto-combustão, lixiviação, drenagem em áreas de disposição de rejeitos de beneficiamento e áreas de mineração a céu aberto, têm influência sobre os solos adjacentes, contribuindo efetivamente para o abaixamento do seu pH.

O processo de acidificação dos solos é natural em regiões subtropicais úmidas devido a percolação de água, extração de cátions básicos pelas plantas e aplicação de fertilizantes com caráter ácido. Há uma substituição das bases trocáveis, Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), K (Potássio), Na (Sódio) e NH₄⁺ (Amônio) por H⁺ (Hidrogênio) e Al (Alumínio).

Dois nutrientes potencialmente acidificadores dos solos são o N (Nitrogênio) e o S (Enxofre).

A pirita, principal composto poluente dos resíduos de carvão, dá como produto estequiométrico 4 íons hidrogênio a partir da oxidação de dois íons ferrosos,

conforme a reação:



Wiklander (1958) mostrou que expondo-se o subsolo siltoso com alto teor de sulfeto de ferro (FeS₂) em 120 dias, o pH caiu de 6,3 para 2,9, conforme o quadro abaixo:

Tempo de Exposição (dias)	pH	Classificação do Solo
0	6,3	Neutro
12	4,7	Ácido
27	3,7	Extremamente ácido
47	3,6	Extremamente ácido
77	2,9	Extremamente ácido
120	2,0	Extremamente ácido

No solo, os ânions SO₄⁻² (sulfato) combinam-se com os cátions Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺ e NH₄⁺ e são arrastados pela água, restando em seu lugar o H⁺.

O H⁺ liberado pela oxidação do FeS₂ quebra a estrutura mineral dos silicatos liberando alumínio e ferro, além de outros elementos que estão incrustados.

Deve-se salientar que apenas a acidez não afeta o estabelecimento e crescimento das plantas. As alterações na acidez é que determinam a concentração de elementos tóxicos como manganês, alumínio e ferro que se tornam mais facilmente assimiláveis pelas plantas do que os elementos essenciais. Por outro lado, em pH de 5,5 a 7,0 diminui a concentração de elementos tóxicos e mais nutrientes essenciais tornam-se disponíveis.

Outro fator favorável à degradação do solo na região é que durante os períodos de precipitações pluviométricas acentuadas, as áreas de rejeito situadas em regiões baixas tendem a ser inundadas, estendendo-se assim a complexidade do problema.

Sistemas de Controle

Para efluentes líquidos provenientes do beneficiamento, as empresas utilizam bacias de decantação para clarificação dos mesmos (água negra). Sempre que possível, o circuito de águas é fechado, reduzindo a vazão de efluente a ser tratado.

Os resíduos sólidos são dispostos em bancadas, cobertos com argila e revegetados. Esta prática, quando bem executada, evita a combustão espontânea e minimiza a lixiviação dos resíduos.

7.5.2 Coquerias

O carvão metalúrgico ou coqueificável, fração particularmente significativa na Camada Barro Branco, possui a propriedade de transformar-se em coque através de um processo chamado pirólise.

As coquerias de fundição do sul de Santa Catarina, únicas existentes no território nacional, operam com fornos tipo bee hive ou colméia, assim chamado devido a sua aparência.

Esse é um processo no qual não há recuperação de subprodutos. A justificativa econômica para essa classe de fornos é a pequena inversão de capital, quando é pequena a quantidade de coque produzida. Esse sistema é considerado

antieconômico, pois, apenas a recuperação de subprodutos, por si só, já justifica a instalação de uma coqueria moderna.

Os alcatrões consistem de uma mistura de hidrocarbonetos aromáticos e seus derivados. Apesar de ser utilizado freqüentemente como combustível, constitui uma importante fonte de diversas substâncias de valor industrial: benzol, toluol, fenol, cresóis e óleos de cresol, naftalina, antraceno, piridinas, etc.

A operação dos fornos tipo colméia, apesar de muito simples, requer grande habilidade e controle, o que determina a qualidade dos produtos obtidos.

O forno é erguido totalmente em tijolos refratários, de forma circular ou retangular com teto abobadado. Existem duas portas, uma na parte superior reservada à carga, e outra na parte frontal por onde é retirado o produto. Existem ainda dois registros, um na parede frontal que admite a entrada de oxigênio (O₂) do ar e outra na parte traseira do forno por onde saem os resíduos da combustão que ocorre na câmara do forno.

A primeira operação do processo é o carregamento com carvão mineral coqueificável que constitui a matéria-prima e o combustível que sustenta a pirólise, ou seja, a transformação de carvão mineral em coque de fundição.

O forno é pré-aquecido por lenha e pelo ciclo anterior, portador de uma grande inércia térmica devido a sua estrutura refratária, aquecendo a carga e permitindo a evaporação da umidade e o desprendimento das matérias voláteis presentes no carvão. Parte destes voláteis entram em combustão espontaneamente gerando energia térmica suficiente para a sustentação da pirólise, ou seja, do processo de coqueificação.

Resumidamente, as fases que compõem o processo são as seguintes:

Temperatura (°C)	Fase
300 a 450	Fase de secagem e amolecimento
450 a 500	Fase plástica
500 a 700	Fase de semi-coque
700 a 1100	Fase de hipercoqueificação

A partir do final da última fase, a temperatura começa a decair lentamente, até que as chamas se extinguem. O coque é então resfriado com água e retirado do forno. A água utilizada neste processo evapora-se completamente, sem a formação de efluente líquido.

O produto resultante, ou seja, o coque, ao ser analisado revela um rearranjo percentual nos valores dos seus componentes intrínsecos em relação aos da matéria-prima:

- carga (carvão mineral): 56,0 % CF, 32,0 % MV, 12,0 % Cz
- produto (Coque de fundição): 81,0 % CF, 2,0 % MV, 17,0 % Cz

A diferença consiste essencialmente na eliminação das matérias voláteis do carvão que, juntamente com parte do carbono fixo por imperfeição do processo, reagem com oxigênio do ar e geram a energia térmica necessária ao desenvolvimento do processo de coqueificação, como já descrito acima.

Apesar dos fornos de colméia não produzirem resíduos líquidos com alto grau de contaminação, deve-se observar que os gases liberados diretamente na atmosfera constituem um perigo em potencial à saúde e ao meio ambiente, uma vez que, por precipitação pluvial ou por correntes de ar e dependendo do grau de umidade na atmosfera, podem ser dissolvidos e contaminar os corpos d'água.

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 coquerias.

De uma maneira geral, as principais etapas que geram emissões atmosféricas nas

coquerias com fornos tipo colméia, podem ser assim resumidas:

Etapa do Processo	Contaminante
Moagem e estocagem de moinha de carvão	Material particulado (poeiras fugitivas)
Carregamento de matéria-prima	Material particulado, hidrocarbonetos e CO
Coqueificação	Hidrocarbonetos, NOx, SOx, CO, TRS, amônia e material particulado
Descarregamento e resfriamento do coque	Material particulado, hidrocarbonetos e CO

Além disso, há 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. Em 1989, a PROJEL Engenharia apresentou à FATMA relatório das medições realizadas na chaminé da Indústria e Comércio de Coque Criciúma S.A., onde constatou-se:

Taxa de Emissão de SO₂: 4.800 g/t coque produzido;

Concentração de Material Particulado: 881,8 mg/Nm³.

Sistema de Controle

As coquerias possuem chaminés que diluem na atmosfera a carga tóxica emitida, 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. Algumas das substâncias mais voláteis que carregam consigo materiais particulados (finos de carvão), são queimadas ao receber o calor proveniente dos outros fornos da bateria, antes de atingirem a chaminé.

Sob o ponto de vista da poluição hídrica, temos duas situações distintas:

- 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 drena através das pilhas de carvão e coque estocados nos pátios juntamente com as águas pluviais.

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.

Na segunda alternativa, além dos problemas descritos no item acima, os efluentes líquidos e resíduos sólidos são gerados na fase de beneficiamento da matéria-prima (carvão metalúrgico).

Este beneficiamento realizado através de "afunda-flutua" 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 são 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.

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.

