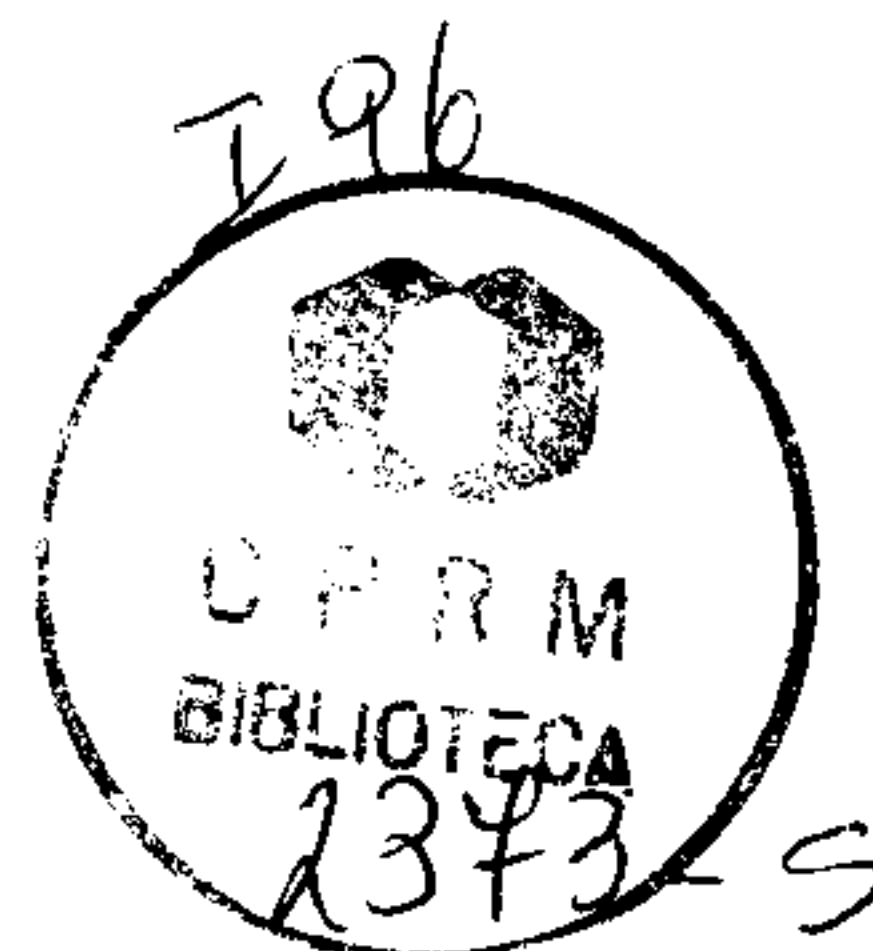


República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Superintendência Regional de Porto Alegre

**PROGRAMA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS
PARA A GESTÃO TERRITORIAL
DE SANTA CATARINA**

PROGESC

PHL
014204
2007



FONTES DE POLUIÇÃO NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC.

Nadja Zim Alexandre ✓
Eduardo Oliveira Nosse ✓
Antonio Silvio Jornada Krebs ✓
Ana Cláudia Viero ✓

**Série Degradação Ambiental - Porto Alegre
Volume 08
1995**

Luiz Fernando Fontes de Albuquerque
Gerente de Recursos Minerais - CPRM

Vitório Orlandi Filho
Supervisor Projetos GATE - CPRM

Antonio Silvio Jornada Krebs
Coordenação Técnica - CPRM

Eduardo de Oliveira Nosse
Coordenação Técnica - FUCRI/UNESC

Luís Edmundo Giffoni
Editoração - CPRM

EQUIPE TÉCNICA

FONTES DE POLUIÇÃO NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA

Geól. Antonio Silvio Jornada Krebs - CPRM
Chefe do Projeto

Geól. Ana Cláudia Viero - CPRM
Tec. Mineração Lindomar Santos - CPRM

Quím. Nadja Zim Alexandre - NUPEA/UNESC/FATMA
Eng. Qui. Eduardo Oliveira Nosse - NUPEA/UNESC

Colaboração
Geól. Christiano Pereira Prado - CPGEO/UFRGS
Geól. Artur Bastos Neto - IG/UFRGS

Digitação
Jorge Mesquita da Silveira Mello Filho - CPRM
Clair Maria Martinello - FUCRI

Ficha Catalográfica

A382 Alexandre, Nádja Z.
Fontes de Poluição no Município de Criciúma, SC / Nádja Z. Alexandre;
Eduardo O. Nasse; Antonio S.J. Krebs; Ana C. Viero. - Porto Alegre: CPRM,
1995.

1 V. : il., mapa - (Série Degradação Ambiental, Porto Alegre, v. 08)

1. Planejamento Territorial Regional - Santa Catarina

I. Nasse, Eduardo O.

II. Krebs, Antonio S.J

III Viero, Ana C.

IV. Título

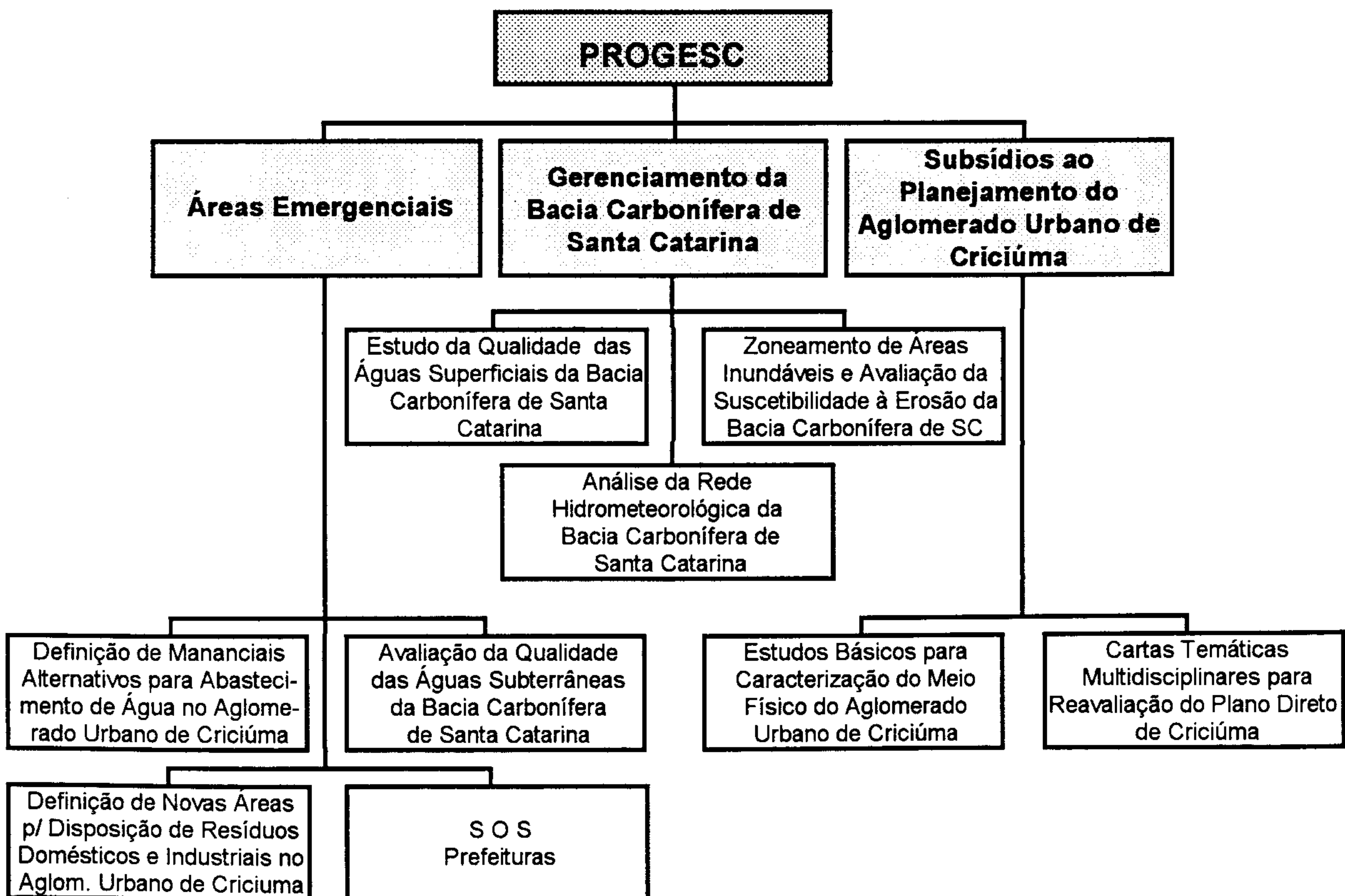
CDU 711.2 (816.4)

Ilustração da capa: imagem multiespectral do satélite LANDSAT TM-5, de 01/03/90, abrangendo o litoral sul-catarinense, desde Criciúma, a sudoeste, à Lagoa do Imaruí (Laguna), a nordeste. Cortesia de Selma Mattos Diniz - FATMA

O PROGESC

Com o objetivo de incorporar efetivamente as características do meio físico e biótico ao planejamento regional e urbano, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, vem desenvolvendo o Programa de Informações Básicas para a Gestão Territorial de Santa Catarina - PROGESC. Este programa é vinculado ao GATE - PROGRAMA DE INFORMAÇÕES PARA GESTÃO E ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL da CPRM e está assentado no conhecimento de diferentes atributos do meio físico e biótico, como declividade, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrogeologia e vegetação, entre outros. A correlação deste conhecimento com informações a respeito de atividades antrópicas, como habitação, indústria, mineração, disposição de resíduos e agricultura, gera diferentes documentos, capazes de fundamentar futuras decisões de nível administrativo.

O desenvolvimento do PROGESC se dará segundo três subprogramas, aos quais estão vinculados nove projetos diferenciados:



Este Volume trata especificamente dos resultados obtidos na execução do levantamento das "**Fontes de Poluição no Município de Criciúma, SC**", parte integrante das atividades do projeto "**Cartas Temáticas Multidisciplinares para Reavaliação do Plano Diretor de Criciúma, SC**", visando cartografar, identificar e caracterizar as principais fontes de poluição na área de jurisdição municipal.

Este projeto faz parte do subprograma "Subsídios ao Planejamento do Aglomerado Urbano de Criciúma" do PROGESC, que tem seus resultados divulgados através dos volumes relacionados a seguir:

- Declividade do Município de Criciúma, SC
- Geologia do Município de Criciúma, SC
- Geomorfologia do Município de Criciúma, SC
- Vegetação e Uso Atual do Solo do Município de Criciúma, SC
- Pedologia do Município de Criciúma, SC
- Áreas Mineradas para Carvão no Município de Criciúma, SC
- Fontes de Poluição no Município de Criciúma, SC
- Qualidade das Águas Superficiais no Município de Criciúma, SC
- Situação Legal das Áreas Mineradas no Município de Criciúma, SC
- Áreas Degradadas pela Atividade Mineira no Município de Criciúma, SC
- Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Criciúma, SC
- Potencial Hidrogeológico do Município de Criciúma, SC
- Áreas de Proteção Legal do Município de Criciúma, SC
- Suscetibilidade à Erosão do Município de Criciúma, SC
- Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Criciúma, SC
- Uso Recomendado do Solo do Município de Criciúma, SC

Este trabalho constitui o Volume 08 da Série Degradação Ambiental da Superintendência Regional de Porto Alegre, do Programa de Informações para a Gestão e Administração Territorial - GATE.

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - METODOLOGIA.....	4
3 - SITUAÇÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC	6
3.1 - Poluição das Águas	6
3.2 - Poluição Atmosférica	6
3.3 - Poluição por Resíduos Sólidos	6
3.4 - Poluição Sonora	8
4 - ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS	9
4.1 - Poder Público Estadual	9
4.2 - Poder Público Municipal	11
5 - TIPOLOGIA DAS FONTES POLUENTES	13
5.1 - Mineração do Carvão	13
5.1.1 - Drenagem de Mina e Beneficiamento	13
5.1.2 - Depósitos de Rejeitos	14
5.1.3 - Qualidade da Água	18
5.1.4 - Qualidade do Ar	18
5.1.5 - Qualidade do Solo	19
5.1.6 - Sistema de Controle	20
5.2 - Coquearias	20
5.2.1 - Sistema de Controle	23
5.3 - Cerâmica	24
5.3.1 - Características das Águas Residuais	24
5.3.2 - Resíduos Sólidos	26
5.3.3 - Emissões Atmosféricas	27
5.3.4 - Sistemas de Controle	28
5.4 - Caloríficos - Fritas Metálicas	28
5.5 - Cerâmica Vermelha	29
5.5.1 - Controle de Emissão	30
5.6 - Curtume	30
5.6.1 - Tratamento de Efluentes	30
5.6.2 - Emissões Atmosféricas	31
5.7 - Lavanderias	32
5.7.1 - Características Gerais dos Despejos	32
5.7.2 - Sistema de Tratamento de Efluentes	33
5.8 - Indústrias Químicas Inorgânicas	33
5.9 - Meta-Mecânica	33
5.9.1 - Emissões Atmosféricas	35
5.10 - Indústrias de Fundição	35
5.11 - Beneficiamento de Cereais	36
5.12 - Lavação de Veículos	37
6 - ENQUADRAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POLUENTES	40
7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC	42
7.1 - Poluentes a Serem Monitorados	42
7.2 - Padrão de Qualidade do Ar	44
7.3 - Critérios de Classificação da Qualidade do Ar	44
7.4 - Metodologia	45
7.5 - Monitoramento	46
7.5.1 - Resultados do Monitoramento	46

8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	52
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

ANEXO:

Mapa de Fontes de Poluição do Município de Criciúma - SC. Escala 1:100.000

1 - Introdução

Estudos realizados na Bacia Carbonífera de Santa Catarina, dentro da qual se insere o município de Criciúma, demonstraram a existência de uma situação ambiental alarmante, levando-a a ser considerada como a XIVª Área Crítica Nacional. Esta situação deve-se, principalmente, às atividades ligadas a mineração, beneficiamento, uso e transformação do carvão e tipologia das indústrias da região. Alia-se a isso a disposição de lixo em locais inadequados, falta de saneamento básico e uso e ocupação desordenada do solo, provocando prejuízos à população e impactos ao meio ambiente.

Entretanto, nos últimos anos esta situação vem se revertendo, graças a conscientização dos empresários, poder público e comunidade e eficiência dos órgãos responsáveis pelo planejamento e fiscalização ambiental setoriais. Como é demonstrado neste trabalho, por exemplo, a qualidade do ar de Criciúma tem melhorado sensivelmente nos últimos meses.

A CPRM, através do **PROGESC - Programa de Informações Básicas para a Gestão Territorial de Santa Catarina**, inicia um trabalho que, num primeiro momento, estará voltado para o sul catarinense, especificamente o município de Criciúma, pretendendo ampliá-lo para todo o estado num futuro próximo.

O município de Criciúma situa-se na porção sudeste do estado de Santa Catarina, distando através da BR-101, 188 km de Florianópolis e 285 km de Porto Alegre (**Figura 1**).

Fundado em 06/01/1880, o município de Criciúma emancipou-se em 04/11/1925. Atualmente, abrange uma área total de 244,83 km² e uma população de 146.150 habitantes, constituída por descendentes de cinco grupos étnicos distintos: italianos, poloneses, portugueses, negros e alemães.

Apresenta um clima úmido mesotérmico, com temperatura média em torno de 19,2°C e precipitação pluviométrica anual de 1.475 mm.

Possui um diversificado parque industrial, com destaque para o setor cerâmico, constituindo-se no maior produtor

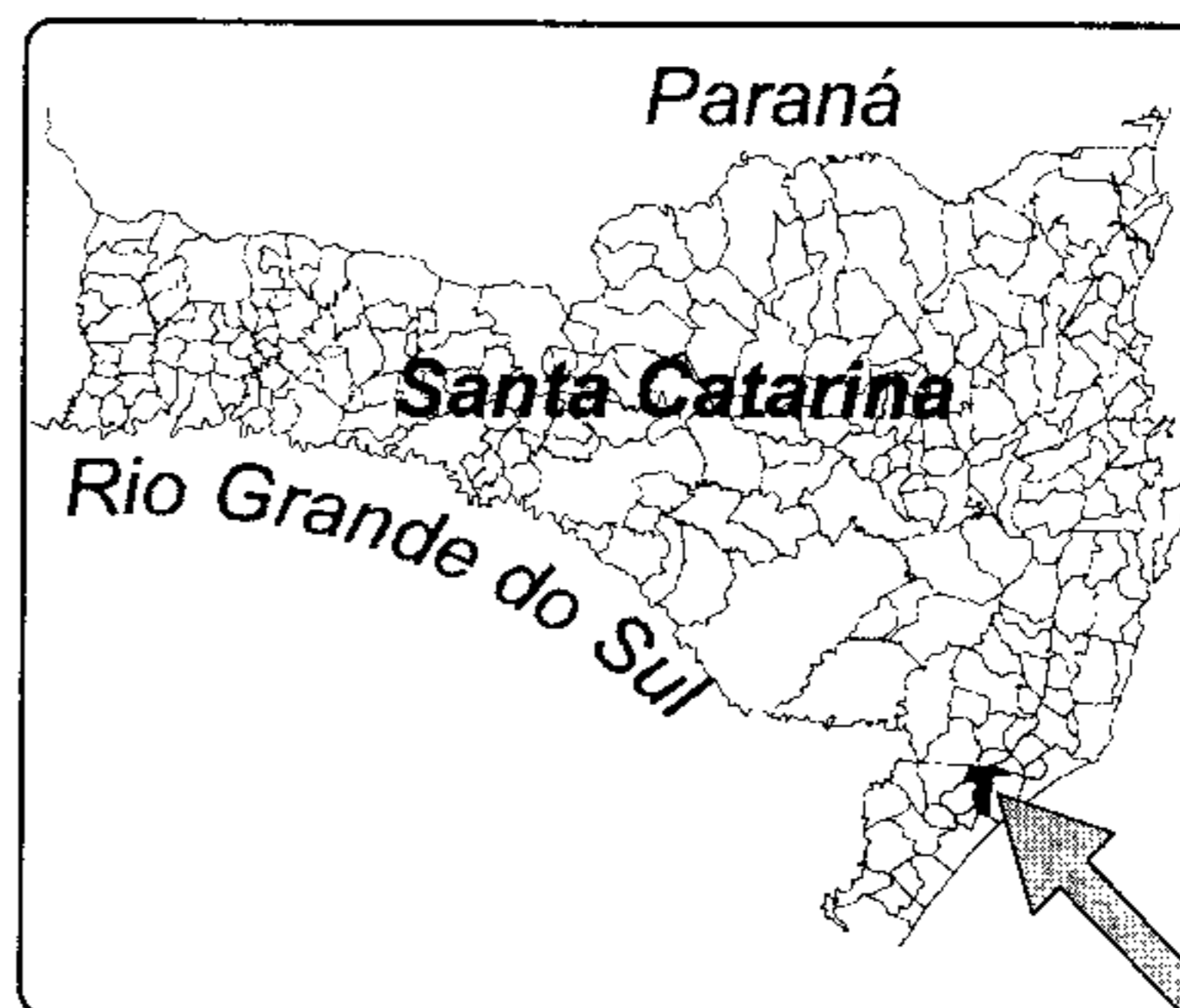


Figura 1 - Localização do Município de Criciúma

nacional de pisos e azulejos, com 45% da produção, e a segunda maior região produtora do mundo.

A indústria do vestuário também ocupa lugar de destaque, de forma que Criciúma é atualmente o maior produtor de roupas em tecido plano do estado e um dos grandes produtores do Brasil.

Outras atividades econômicas importantes no município relacionam-se à mineração de carvão, agropecuária, indústrias nos setores plástico, metal-mecânico e químico.

Devido à sua posição geográfica e seu desenvolvimento industrial e econômico, constitui um centro abastecedor do comércio, indústria e serviços da região sul do estado de Santa Catarina, cujos municípios integrantes somam uma população estimada em 600.000 habitantes.

Objetivando dotar os órgãos municipais, estaduais e federais que atuam no campo de planejamento e ocupação e uso do solo e na área de licenciamento e fiscaliza-

ção ambiental, de documentação técnica que balize e agilize a tomada das decisões, o PROGESC contemplou o município com o projeto **Cartas Temáticas Multidisciplinares para Reavaliação do Plano Diretor de Criciúma**, do qual faz parte este trabalho. A elaboração e cruzamento de diferentes cartas temáticas (**Figura 2**), pretendem fornecer informações a respeito do meio físico e biótico, enfatizando os riscos de ocupação de áreas mineradas e a utilização de recursos hídricos comprometidos pelas diferentes fontes de poluição existentes no município, subsidiando a reavaliação do plano diretor, cujo processo acha-se atualmente em pleno

andamento.

Visa identificar, caracterizar e cartografar as principais fontes de poluição existentes no município, responsáveis pela poluição dos recursos hídricos, ar, solo.

O conhecimento destas informações permitirá aos planejadores responsáveis pela reavaliação do Plano Diretor de Criciúma e técnicos ligados aos órgãos de fiscalização ambiental, a tomada de decisões corretivas e preventivas visando a melhoria da qualidade de vida desta população.

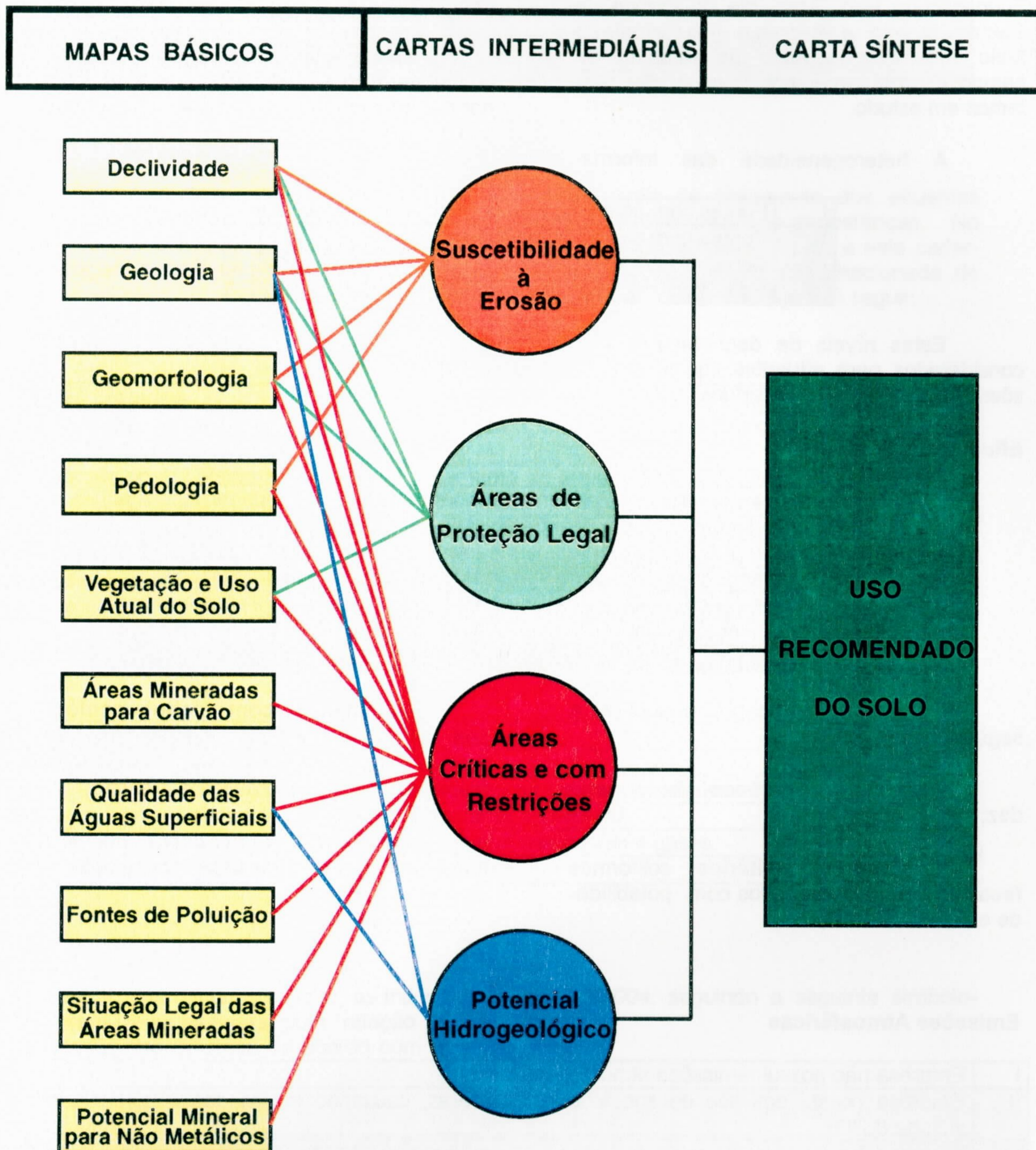


Figura 2 - Mapas e Cartas Temáticas do Município de Criciúma

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizado um levantamento do conhecimento existente entre técnicos dos diversos campos de atuação da FATMA - Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina e Secretaria Municipal do Meio Ambiente, somado ao trabalho de campo e ao levantamento bibliográfico dos temas em estudo.

A heterogeneidade das informa-

ções encontradas quanto a caracterização qualitativa e quantitativa destas fontes, exigiu a formulação de critérios próprios para avaliação das suas potencialidades de poluição.

Esta classificação considerou o potencial de risco ambiental ou potencial poluidor da empresa que foi estabelecido a partir de 04 níveis:

I	Fontes com potencial poluidor virtualmente ausente
II	Fontes com baixo potencial poluidor
III	Fontes com medio potencial poluidor
IV	Fontes com alto potencial poluidor

Estes níveis de degradação foram considerados para efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos de

acordo com especificações constantes nos quadros a seguir:

Efluentes Líquidos

I	empresas que não possuem efluentes ou possuem em conformidade com a legislação ambiental, mesmo sem tratamento.
II	empresas que possuem efluentes com parâmetros estéticos e/ou com efeitos sanitários, porém em baixas concentrações, sendo facilmente removíveis.
III	empresas que possuem efluentes com parâmetros capazes de causar efeitos sanitários e/ou ecológicos
IV	empresas que possuem efluentes com parâmetros indicadores de toxicidade

Para esta classificação foi adotado a seguinte ordem:

Parâmetros estéticos: cor e turbidez;

Parâmetros sanitários: coliformes fecais e totais (relacionados com potabilidade e balneabilidade)

Parâmetros com efeitos ecológicos: pH, matéria orgânica, fenóis, surfactantes, sólidos sedimentáveis, temperatura (capaz de causar dano à vida aquática):

Parâmetros indicadores de toxicidade: metais pesados e orgânicos tóxicos.

Emissões Atmosféricas

I	Empresa não possui emissões atmosféricas.
II	Empresa possui emissão de substâncias odoríferas, causando incômodos à comunidade vizinha (LPO).
III	Empresa possui somente material particulado, podendo ou não emitir substâncias odoríferas.
IV	Empresa possui emissões atmosféricas constituídas de gases poluentes (*) e material particulado, podendo ou não emitir substâncias odoríferas (LPO)

(*)SOx, NOx, fluoretos, H₂S, hidrocarbonetos, etc...

LPO : Limite de Percepção de Odor

Resíduos Sólidos

I	Não há geração de resíduos sólidos industriais.
II	Geração de resíduos inertes em quantidade moderada.
III	Geração de resíduos sólidos inertes e não recicláveis em grande quantidade e/ou baixo volume de resíduos sólidos não-inertes
IV	Geração de resíduos sólidos perigosos em quaisquer quantidades e/ou grande volume de resíduos sólidos não-inertes.

Para esta classificação foram adotadas as determinações contidas nas NBR 10.004, 10.005 e 10.006 que tratam sobre a classificação de resíduos sólidos.

Foram classificados ainda, os dife

rentes níveis de tratamento dos efluentes líquidos e das emissões atmosféricas. No mapa que encontra-se anexo a este caderno, adotou-se a simbologia relacionada de acordo com as especificações à seguir:

Efluentes Líquidos
Empresa que não possui sistema de tratamento para efluentes líquidos, lançando seus efluentes diretamente no corpo receptor.
Empresa que possui sistema parcial para tratamento de efluentes líquidos, porém, não atende os padrões de Legislação Ambiental, necessitando instalar sistema complementar.
Empresa que possui tratamento de efluentes líquidos de modo a atender aos padrões previstos pela Legislação Ambiental.
Empresa que não possui efluente líquido ou não necessita tratá-lo, pois, não há discordância com a Legislação Ambiental.

Emissões Atmosféricas
Descrição
Empresa que não possui sistema de tratamento para emissões atmosféricas.
Empresa que possui sistema de remoção de material particulado.
Empresa que possui sistema de remoção de material particulado e gases.
Empresa que não possui emissões atmosféricas.

Com relação aos resíduos sólidos, as indústrias foram representadas com relação à classificação dos mesmos de acordo com a

NBR 10.004, seguindo a seguinte simbologia:

Descrição
Empresa que não possui geração de resíduos sólidos industriais.
Empresa que gera resíduos inertes em quantidade moderada.
Empresa que gera resíduos sólidos inertes e não recicláveis em grande quantidade e/ou baixo volume de resíduos sólidos não-inertes.
Empresa que gera emissões atmosféricas constituídas de gases poluentes e material particulado, podendo ou não emitir substâncias odoríferas (LPO).

3 - Situação Ambiental do Município de Criciúma, SC

3.1 - Poluição das Águas

A principal causa da poluição hídrica no município está relacionada às atividades relacionadas à extração e beneficiamento do carvão mineral, como ficou evidenciado no volume *Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma, SC*.

No decorrer do presente trabalho, verificou-se que 48% das indústrias instaladas no município tem alto potencial poluidor com relação à poluição das águas, ou seja, possuem efluentes com parâmetros indicadores de toxidade.

Porém, no caso de fontes industriais, as ações dos órgãos fiscalizadores (FATMA e Secretaria do Meio Ambiente) normalmente apresentam resultados satisfatórios em termos de redução da poluição por efluentes líquidos, quer em função das ações preventivas ou corretivas previstas no licenciamento ambiental, como através de atendimento à denúncias e reclamações da população prejudicada por determinada atividade.

As ações neste sentido têm considerado um esquema de prioridades na seleção das principais fontes cuja carga poluidora e/ou o potencial poluidor são os critérios utilizados nessa seleção.

O contrário ocorre com relação aos esgotos domésticos, onde a falta de investimento do setor público em sistemas de tratamento faz com que os despejos de aproximadamente 160.000 habitantes do município cheguem aos cursos d'água sem tratamento.

Pela tipologia das fontes industriais, observa-se que as principais causas da poluição das águas, através dos efluentes líquidos são de características inorgânicas, restando para poucas indústrias (curtumes, ce-realistas, etc.) somarem junto com os esgotos domésticos, a carga orgânica afluyente aos cursos d'água.

3.2 - Poluição Atmosférica

O desenvolvimento do município como pólo centralizador da região Sul do

estado, fez com que a diversidade de indústrias instaladas afetasse também a qualidade do ar.

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

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 tem 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 provem 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 à varias substâncias, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção de Odor (LPO).

3.3 - Poluição por Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos domésticos gerados no município de Criciúma, atualmente são dispostos em uma área pertencente ao município de Forquilha, onde anteriormente foram depositados os resíduos provenientes da Unidade de Concentração de Pirita da Indústria Carboquímica Catarinense S/A - ICC, que beneficiava os rejeitos piritosos

(R1) produzidos na região, de modo a obter o “concentrado piritoso”, utilizado como matéria-prima na produção de ácido sulfúrico e fosfórico.

A ICC, instalada no Bairro Sangão em Criciúma, utilizou como depósito de seus resíduos sólidos uma área de aproximadamente 80 ha, localizada às margens do rio Sangão.

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.

Atualmente parte desta área está destinada ao aterro municipal, recebendo diariamente 70 a 80 toneladas de lixo. A **Foto 1** apresenta uma visão parcial da área do “aterro controlado” do município.

Já os resíduos hospitalares, de

aproximadamente 2 toneladas por dia, são depositados em valas sépticas, em uma área próxima ao aterro de resíduos do município, também no bairro Sangão.

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.

No município, 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 tem como referência as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT nº 10004, 10005 e 10006 com relação à classificação dos resíduos e nº 10157 com relação aos projetos de aterro de resíduos perigosos.



Foto 1 - Aterro Sanitário de Criciúma, localizado no município de Forquilha. Em primeiro plano, a área já recuperada e, em segundo plano, atual disposição de resíduos.

3.4 - 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 no município 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.

No presente trabalho, foram locadas em mapa as principais fontes de poluição sonora. A seleção destas fontes foi realizada com base nos registros de reclamações com relação aos problemas de ruídos na Coordenadoria Regional Sul - CERSU da Fundação do Meio Ambiente - FATMA e na Secretaria de Meio Ambiente do município.

O Decreto nº 14250/81, que regulamenta dispositivos da Lei nº 5793 de

15/10/80 que dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências, em seus artigos 33 a 41, disciplina o controle de sons e ruídos.

No mapa de fontes de poluição, anexo a este trabalho, foram locados os hospitais do município, prevendo o que determina o artigo 41 do Decreto supra citado, que diz:

“ Ficam proibidos os ruídos, bem como a produção de sons de qualquer natureza, emitidos por atividades industriais, comerciais e de prestação de serviços nas proximidades de repartições públicas, escolas, teatros, cinemas e templos religiosos, nas horas de funcionamento, e permanentemente, num raio mínimo de 500 (quinhentos) metros, em caso de estabelecimento de saúde”.

Com relação aos problemas decorrentes da poluição sonora, o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, através da Resolução nº 002 de 08/03/90, 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.

4 - Aspectos Legais e Normativos

4.1 - Poder Público Estadual

A Fundação do Meio Ambiente - FATMA, é o órgão responsável pela preservação do meio ambiente e pelo controle da poluição, no estado de Santa Catarina. Em Criciúma, a FATMA possui um escritório - Coordenadoria Regional Sul - CERSU, que atua na Região Carbonífera desde 1978. A legislação ambiental básica é constituída:

- Lei nº 5793 de 15 de outubro de 1980, que dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências;

Decreto 14250 de 5 de junho de 1981, que regulamenta dispositivos da Lei nº 5793, referente à proteção e a melhoria da qualidade ambiental.

A FATMA realiza o controle da poluição industrial através do sistema de licenciamento e fiscalização das fontes potencialmente causadoras de degradação ambiental.

Toda empresa poluidora ou potencialmente causadora de poluição ambiental deverá ter suas atividades licenciadas de acordo com o art.69 do decreto nº 14250.

Considera-se poluição qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente seja nociva ou ofensiva à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações; crie condições inadequadas de uso do meio ambiente para fins públicos, domésticos, agropecuários, industriais, comerciais e recreativos; ocasione dano à fauna, à flora, ao equilíbrio ecológico, às propriedades públicas e privadas ou à estética ou que não esteja em harmonia com os arredores naturais.

A legislação estadual estabelece três tipos de licença. Uma empresa que irá se instalar ou explorar os recursos minerais se enquadra no *Licenciamento Preventivo*. Nesta modalidade, a empresa deve requerer primeiramente o *Licenciamento Prévio* (LP),

onde é feito uma consulta de viabilidade para implantação do empreendimento em determinado local. Esta licença é concedida na fase preliminar das atividades, correspondendo à fase de delineamento dos projetos, quando ainda não foram detalhados aspectos relativos ao processo industrial a ser utilizado nem localização ou métodos de tratamento dos poluentes.

A finalidade da LP é possibilitar o levantamento das condições para que o empreendimento possa prosseguir com segurança. Baseia-se exclusivamente nas informações prestadas pelo interessado de que o projeto final será mantido em termos compatíveis com as condições em que a licença foi concedida. A LP é instrumento indispensável para a concessão de financiamentos especiais, destinados à aplicação de medidas antipoluição.

O próximo passo é a *Licença de Instalação* (LI) onde são formuladas as exigências técnicas necessárias ao controle da poluição. Identificados e especificados os dispositivos de proteção ambiental do projeto, deve o interessado, antes de sua implantação, requerer a *Licença de Instalação*. A obtenção da LI implica o compromisso, por parte do interessado, de manutenção das especificações constantes do projeto apresentado ou de comunicar eventuais alterações dessas condições. Esta licença autoriza o início da implantação da atividade de acordo com as especificações constantes no projeto executivo aceito pela FATMA.

A *Licença de Operação* (LO) é precedida de uma vistoria técnica afim de se verificar o cumprimento das exigências formulados nas licenças anteriores. Sua concessão autoriza, após vistoria, teste de operação ou outro meio de medição e confirmação de dados, a entrada em funcionamento da atividade poluidora e seus adequados equipamentos de controle da poluição. A continuidade da operação estará subordinada ao cumprimento das condições da LI e da LO.

O *Licenciamento Corretivo* compreende as fases de licença de instalação e de

operação para as empresas já instaladas e que não foram objeto de licenciamento prévio. Algumas entram diretamente na fase de licença de operação, onde deverão constar as exigências necessárias ao controle ambiental.

Nesta modalidade de licenciamento as reclamações e denúncias da população tem sido um dos elementos indutores destas ações.

O descumprimento das exigências técnicas ou legais formuladas pela FATMA, a mesma é penalizada com advertências, multas e, em casos extremos, com o embargo e interdição de suas atividades de acordo com os art.92 à 104 do Decreto nº 14250/81.

A FATMA pode eventualmente exigir o *Relatório de Impacto Ambiental - RIMA*, em qualquer fase do empreendimento, para complementar ou instruir tecnicamente um pedido de licença. Justifica-se em casos de investimentos vultosos ou altamente complexos, quando se faz necessário o esclarecimento pormenorizado de todas as características do projeto, de modo a garantir o máximo de proteção ao meio ambiente e conciliar o desenvolvimento econômico e social. A solicitação para apresentação do RIMA, está baseada na Resolução nº 01 de 23/01/86 do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente que estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos de Política Nacional do Meio Ambiente.

Qualquer uma das fases do licenciamento ambiental é precedido pelo preenchimento por parte da empresa interessada do FCE - Formulário de Caracterização do Empreendimento, cujo objetivo é verificar qual o tipo de licenciamento (preventivo ou corretivo) e a modalidade licença cabível (LP, LI ou LO) que a empresa deverá requer e enquadrando-a na listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de Degradação Ambiental. Outra função do FCE é calcular o custo de análise do pedido de licenciamento visando a sua cobrança, conforme prevê o Decreto Estadual nº 2286 de 03/08/92.

Com esta etapa concluída, a FATMA encaminha à empresa a *Orientação Básica sobre o Licenciamento Ambiental*, que indicará o tipo de licenciamento, a modalidade de licença a ser requerida e a documentação necessária para análise do pedido de licenciamento.

Entre os documentos solicitados na Orientação Básica, cita-se:

1. Requerimento de licença;
2. Documento expedido pela prefeitura municipal declarando que o local e o tipo do empreendimento estão de acordo com suas normas e regulamentos administrativos; e também informando se a atividade situa-se a montante ou jusante da captação de água para abastecimento público;
3. Estudos de Impacto Ambiental e respectivos Relatório de Impacto Ambiental, que tem a função de instruir os processos de licenciamento de empreendimentos considerados de alta potencialidade poluidora. Este estudo é solicitado de acordo com as necessidades da FATMA, baseadas na Resolução nº 01/86 do CONAMA/86;
4. Publicação do Pedido de Licenciamento Ambiental conforme determina a Resolução nº 006 de 24/01/86 do CONAMA;
5. Relatório de Controle Ambiental, elaborado de acordo com as instruções da FATMA;
6. Plano de Controle Ambiental, desenvolvido e apresentado de acordo com as diretrizes da FATMA e com base no projeto executivo do empreendimento;
7. Cópia da Licença para Desmate, expedida pelo órgão competente, quando for o caso;
8. Cópia da Autorização para Derivação de Águas Públicas, quando for o caso;
9. Comprovante do recolhimento da taxa de cobrança do pedido de análise para o Licenciamento Ambiental;

10. Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, referente aos projetos e informações técnicas apresentadas;
11. Outros documentos que se fizerem necessários.

Durante o processo de análise, a FATMA poderá apresentar diretrizes adicionais e/ou solicitar ao requerente do licenciamento informações complementares para subsidiar sua análise e parecer técnico, determinando o prazo para atendimento a estas solicitações.

O não atendimento no prazo estipulado poderá resultar no indeferimento do pedido de licenciamento, por falta de dados necessários a sua análise.

A liberação da licença é precedida pela elaboração de um Parecer Técnico, que tem a finalidade de subsidiar as diretrizes e exigências contidas na Licença Ambiental. Este parecer é um documento interno e apresenta informações conclusivas fundamentadas na Legislação.

4.2 - Poder Público Municipal

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente vem desenvolvendo suas atividades aparada por uma série de leis federais, estaduais e municipais sobre a fiscalização do meio ambiente. Entre as leis que compõem a Legislação Municipal e embasam o serviço de fiscalização citam-se:

Legislação Municipal Relativa ao Meio Ambiente	
Lei nº	Descrição
2332	Disciplina o corte de árvores
2384	Adoção de praças
2425	Terrenos baldios
2507	Plantio de árvores em logradouros públicos
2508	Recuperação de áreas degradadas no município de Criciúma
2851	Cria o Fundo Municipal de Meio Ambiente
2870	Espaços de lazer em terrenos baldios
2857	Ajardinamento de avenidas
2974	Legislação Ambiental do município de Criciúma - Alvarás Industriais
3070	Define calçadas e muros em lotes urbanos
3071	Reduz IPTU para plantio de árvores e hortas
Lei Orgânica	Capítulo VIII e Artigo 21 das disposições transitórias
Diversas Leis de áreas de proteção e preservação	

A Secretaria desenvolve ainda, um amplo programa de educação ambiental, reconhecido nacionalmente e que atende as escolas da rede municipal de ensino.

A **Tabela 1** apresenta, resumidamente, as atividades de fiscalização, serviços e educação ambiental desenvolvidas por esta secretaria no período compreendido entre 1993 e 1995.

Tabela 1 - Atividades Desenvolvidas pela Secretaria Municipal de meio Ambiente entre 1993 e set/95

Item	Ano	Atendimento e ou Vistoria	Notificação (N) e Autorização (A)	Multa
Plantio e distribuição de mudas (1)	1993	94.100		
	1994	106.916		
	1995*	59.110		
Palestras de Educação Ambiental (2)	1993	21.500		
	1994	28.024		
	1995*	9.660		
Terrenos Baldios	1993	364	N - 224	7
	1994	338	N - 317	19
	1995*	262	N - 251	7
Relatório de Alvarás/ Consulta de Viabilidade	1993	193	A - 170	
	1994	110	A - 102	
	1995*	124	A - 117	
Corte de árvores	1993	212	A - 169	3
	1994	253	A - 199	8
	1995*	186	A - 117	6
Poluição Industrial (Ar/Sonora/Solo/Água)	1993	174	N - 40	11
	1994	461	N - 31	12
	1995*	541	N - 26	12
Aterros com rejeitos	1993	45	A - 27	4
	1994	14	A - 5	1
	1995*	8	A - 4	1
Transporte Urbano (3)	1993	182		54
	1994	435		113
	1995*	176		45

* :Até setembro de 1995

- (1): Mudanças de árvores nativas, exóticas, ornamentais e frutíferas de produção própria
 (2): Nº de alunos, professores e moradores de bairro atendidos por palestras com vídeos/TV e materiais impressos
 (3): Fiscalização de descarga de motores diesel e transporte de materiais a granel com apoio da Polícia Militar.

5 - Tipologia das Fontes Poluentes

5.1 - Mineração do Carvão

5.1.1 - 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 consequente abaixamento do pH das águas, ocasionando a solubilização de uma ampla gama de metais pesados afetando o ecossistema de toda a região carbonífera.

A cidade de Criciúma, a exemplo dos

demais municípios que compõe a Bacia Carbonífera de Santa Catarina, teve 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 do município, porém o fato de paralisar as atividades de uma mina, não significa dizer que cessa a geração da sua poluição

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

A **Figura 3** resume todas as fases de exploração e beneficiamento do carvão e suas principais conseqüências ao meio ambiente.

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

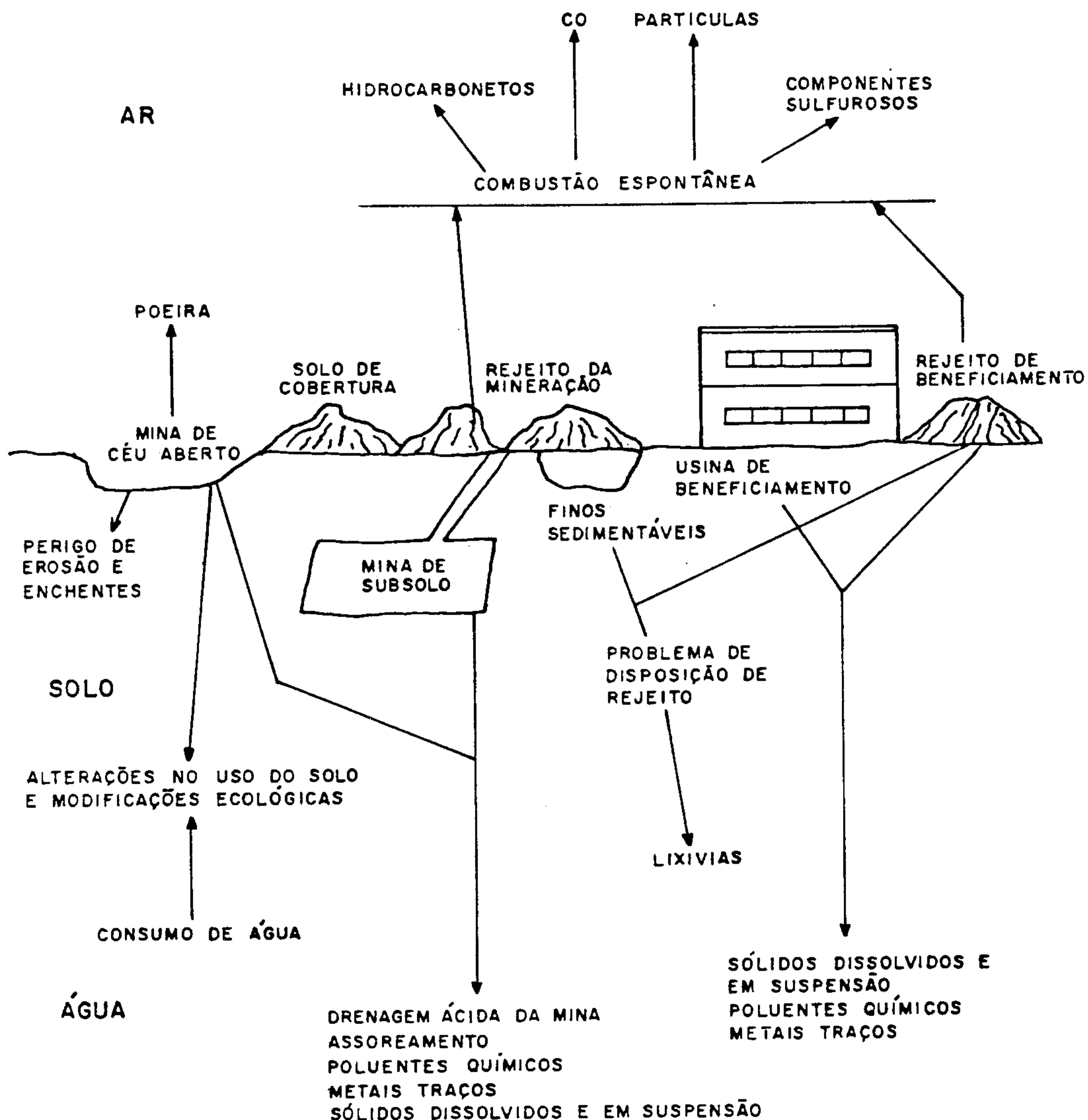


Figura 3 - Influências potenciais sobre o meio ambiente das diversas etapas da exploração e beneficiamento de carvão (modificado de "The Direct Use of Coal - Environmental impacts")

5.1.2 - Depósitos de Rejeitos

A quantificação precisa dos problemas decorrentes da disposição de rejeitos da mineração do carvão necessariamente passa 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 con-

centrações 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, considerar somente aquele material piritoso exposto ao contato com a água e o ar num primeiro momento, seria errôneo. 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 conseqüente 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.

Visando quantificar e principalmente diferenciar o grau de comprometimento de cada uma destas fontes/área, a UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, vem realizando um trabalho em conjunto com o Instituto de Geociências (DEMIPE/CPGq/CPGEO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Os objetivos deste trabalho, além de avaliar o potencial poluidor dos diferentes locais de deposição de rejeito, é relacionar este potencial com o tempo de exposição/deposição deste material. Através de ensaios de lixiviação são analisadas as concentrações resultantes de chumbo, cromo total, ferro total, cobre, zinco, manganês, sulfatos, acidez, carbono orgânico total (COT) e pH. As coletas seguirão a classificação adotada no volume *Áreas Degradadas pela Atividade Mineira no Município de Criciúma, SC*, ou seja:

- Áreas com rejeito não recuperadas;
- Áreas com rejeito dispostos em bancadas ou terraplanados;
- Áreas com rejeito revegetadas
- Áreas aterradas com rejeito, apresentando ou não ocupação antrópica;
- Áreas com rejeito explorados para rebeneficiamento;
- Áreas com rejeito para coqueiras.

Os Quadros 3 e 4 apontam os resultados preliminares deste trabalho, em duas áreas já amostradas.

Devido à formação de ácido sulfúrico, com diminuição rápida dos valores de pH e aumento da acidez, o corpo receptor, seja água subterrânea ou superficial, mantém dissolvida grande parcela dos metais pesados liberados da pirita quando da sua oxidação, prejudicando tanto a vida aquática quanto os usos desta água para abastecimento público. Este efeito degradador pode persistir por vários anos como pode ser observado nos dados preliminares apresentados, onde os resíduos piritosos depositados nas duas áreas amostradas possuem mais de 20 anos.

Quadro 3 - Área 1

Localização: Mina 4

Tempo de deposição do rejeito: maior que 20 anos

Data da Coleta: 05/09/95

Dados da amostra		Teste de Lixiviação							
Código	Descrição	pH	Pb	Mn	Zn	Fe Total	SO ₄	Acidez Total	COT %
A ₄ #1	Áreas aterradas com rejeito, amostra composta de todo o perfil da pilha. Próximo ao loteamento	2,94	0,68 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,88 ± 0,008	116,0	60,5	69,0	
A ₄ #2 T	Áreas de rejeito revegetadas. Topo da pilha.	3,30	0,68 ± 0,02	0,25 ± 0,01	0,45 ± 0,008	7,0	57,1	34,0	13,25
A ₄ #2 I	Áreas de rejeito revegetadas. Na porção intermediária da pilha.	3,54	0,71 ± 0,02	0,33 ± 0,03	0,39 ± 0,009	12,0	26,8	13,0	
A ₄ #2 B	Áreas de rejeito revegetadas. Na base da pilha, +/- 20 m da pilha A ₄ #1.	2,97	1,16 ± 0,03	0,41 ± 0,01	0,74 ± 0,004	61,0	69,5	51,0	
A ₄ #4 B	Depósito de rejeito em encosta revestida com gramíneas. Base da pilha	3,32	0,69 ± 0,01	0,46 ± 0,02	0,52 ± 0,004	18,0	63,5	42,0	13,1

Quadro 4 - Área 2

Localização: Rio Maina

Tempo de deposição do rejeito: mais que 20 anos

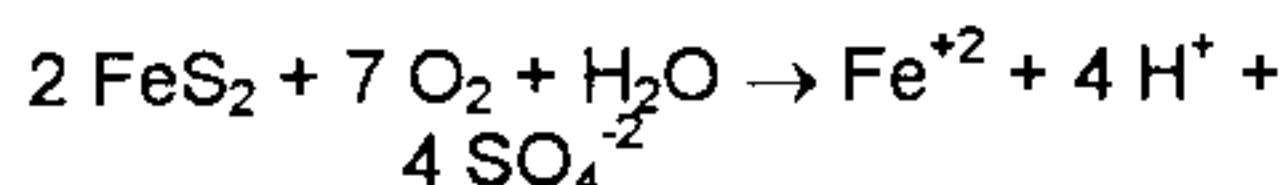
Data da Coleta: 05/09/95

Dados da amostra		Teste de Lixiviação							
Código	Descrição	pH	Pb	Mn	Zn	Fe Total	SO ₄	Acidez Total	COT %
RM# 5	Áreas aterradas com rejeito, amostra composta de todo o perfil da pilha. Duas amostragens	2,66	0,46 ± 0,008	0,44 ± 0,02	0,93 ± 0,001	9,0	174,6	62,0	
		2,74	0,68 ± 0,02	0,76 ± 0,03	1,21 ± 0,006	21,0	115,2	109,0	
RM#3 T	Áreas de rejeito revegetadas. Topo da pilha.	2,77	0,76 ± 0,03	0,65 ± 0,04	1,31 ± 0,006	19,0	132,0	55,0	
RM#3 I	Áreas de rejeito revegetadas. Na porção intermediária da pilha .	2,87	0,73 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,59 ± 0,008	27,0	230,4	48,0	14,82
RM#3 B	Áreas de rejeito revegetadas. Na base da pilha.	3,24	0,72 ± 0,02	0,60 ± 0,03	1,00 ± 0,004	20,0	39,7	20,0	

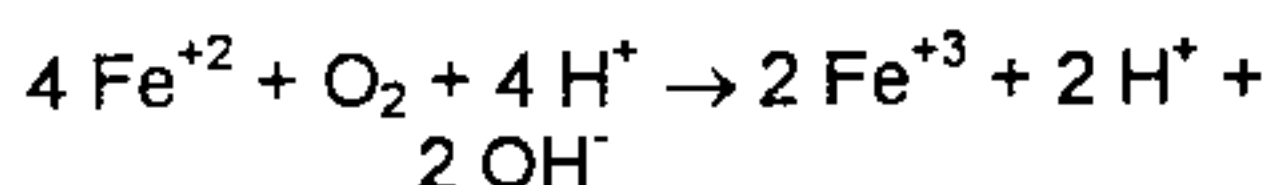
- A amostragem seguiu as orientações da NBR 10007 - Amostragem de Resíduos/Procedimentos
 - Todos os parâmetros do teste de lixiviação em mg/l, exceto pH.
 - Análises de Pb, Mn e Zn foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica (método de chama).
 - O teste de lixiviação foi realizado com base na NBR 10005.
- A análise de COT (carbono orgânico total) foi realizada no resíduo após quarteamento da amostra.

5.1.3 - Qualidade da Água

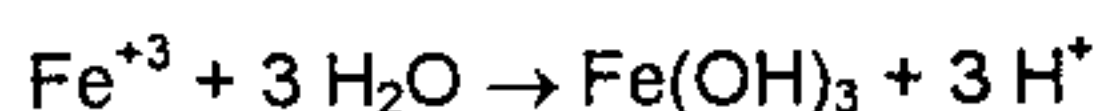
O cálculo da influência de cargas das áreas no processo de formação das águas ácidas provenientes da drenagem das pilhas é explicado pelas seguintes equações:



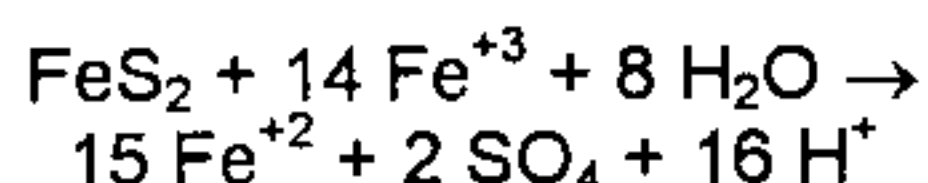
e numa segunda etapa de oxidação:



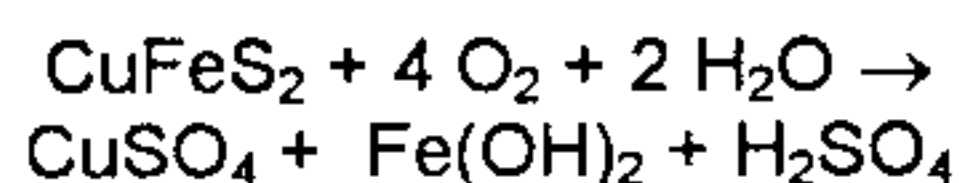
e por hidrólise



ou por oxidação da pirita produzindo:



Estas equações demonstram porque a drenagem de pilhas de rejeitos possui pH extremamente baixo, com concentrações altas de ferro e manganês. É evidente que o teor de sólidos é elevado, e alguns metais como alumínio, zinco, chumbo, manganês e arsênio também aparecem em concentrações consideráveis. Além disso, outros minerais sulfetados, associados à pirita, oxidam-se formando também ácido sulfúrico:



As equações demonstram ainda que uma vez iniciada a oxidação do ferro em presença de oxigênio, o Fe^{+3} formado passa a ser o agente oxidante da pirita. Este passo é catalisado por microorganismos.

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.

5.1.4 - Qualidade do Ar

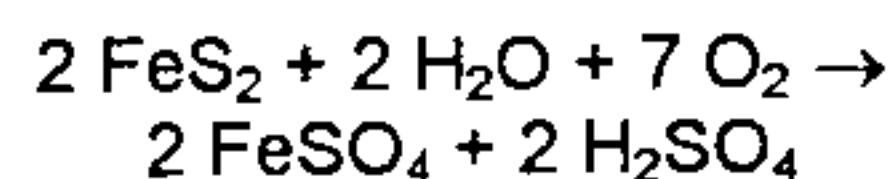
A formação desordenada das pilhas de rejeito, principalmente em áreas de antigas minerações, favorece o processo de combustão espontânea de material piritoso e carbonoso e, conseqüentemente, existe o problema de contaminação atmosférica.

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: CO_2 , H_2S , CS_2 , hidrocarbonetos e So_x .

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 (H_2S).

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, man-

ganês, magnésio, alumínio, cálcio, cobre, sódio, titânio, chumbo, estanho, cromo e vanádio.

5.1.5 - 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 NH_4^+ (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 (FeS_2) 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	
77	2,9	
120	2,0	

No solo, os ânions SO_4^{-2} (sulfato) combinam-se com os cátions Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ e NH_4^+ e são arrastados pela água, restando em seu lugar o H^+ .

O H^+ liberado pela oxidação do FeS_2 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 tomam-se 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 tomam-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.

De modo geral, as planícies aluviais dos rios Sangão, Maina e parte do Criciúma, encontram-se aterrados com rejeitos provenientes do beneficiamento de carvão. A perfeita limitação destas áreas encontra-se no volume "Áreas Degradadas pela Atividade Mineira no Município de Criciúma, SC".

5.1.6 - Sistemas de Controle

Para efluentes líquidos proveniente do beneficiamento, as empresas utilizam bacias de decantação para clarificação dos mesmos (água negra) (Foto 2). 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 (Foto 3). Esta prática, quando bem executada, evita a combustão espontânea e minimiza a lixiviação dos resíduos.

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 (Foto 4).

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 frequentemente 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.



Foto 2 - Efluente líquido resultante do beneficiamento do carvão sendo lançado em bacia de decantação.



Foto 3 - Resíduos sólidos da mineração de carvão dispostos em bancadas, cobertos com argilas e revegetados.



Foto 4 - Coqueria de fundição com forno tipo "bee hive" ou colméia .

Resumidamente, as fases que compõe 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 coquearias.

De uma maneira geral, as principais etapas que geram emissões atmosféricas nas coquearias 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, NO _x , SO _x , 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

5.2.1 - Sistema de Controle

As coquearias 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-se e o restante drenam através das pilhas de carvão e coque estocados nos pátios juntamente com as águas pluviais.

As técnicas de controle tem 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, carregando partículas finas e com características ácidas, são encaminhadas para as bacias de decantação onde após simples decantação são lançados 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 tome-se ácido e conseqüentemente os elementos que compõe 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.

5.3 - Cerâmica

A ocorrência de argilas e outras matérias-primas na região sul do estado de Santa Catarina, propiciou o desenvolvimento na região da indústria cerâmica. Atualmente este setor é responsável pelo maior número de empregos no município de Criciúma.

O processo cerâmico utiliza fundamentalmente argilas, caulim, feldspato, quartzo e carbonatos como matéria-prima.

Após mistura e moagem dos componentes da massa cerâmica, a suspensão resultante (barbotina) é encaminhada ao atomizador, onde se elimina uma parte de água que a mesma contém até alcançar o conteúdo de umidade necessário para o processo. Esta é a primeira etapa de geração de efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Em seguida, é feita a conformação das peças em prensas hidráulicas. No processo biqueima, após o processo de secagem realiza-se a queima, e na monoqueima, a esmaltação.

A esmaltação consiste na aplicação de uma camada de vidrado (esmalte) sobre a superfície da peça.

O vidrado é composto por uma série de matérias-primas inorgânicas. Contém

silica como componente fundamental (formador do vidro), assim como outros elementos que atuam como fundentes (metais alcalinos, alcalinos terrosos, zinco, chumbo e boro), como opacificantes (zircônio, estanho e titânio) e como corantes (ferro, cromo, cobalto, manganês, etc.)

A próxima etapa é a queima do esmalte nos processos de biqueima ou a queima do esmalte e do biscoito nos processos de monoqueima.

A queima rápida de revestimentos cerâmicos realiza-se atualmente em fornos a rolo, que permitem reduzir extraordinariamente a duração dos ciclos de queima.

O impacto de uma atividade cerâmica no meio ambiente pode manifestar-se de quatro formas:

- contaminação atmosférica
- efluentes líquidos
- resíduos sólidos
- emissões de ruídos

5.3.1 - Características das Águas Residuais

As águas residuais na indústria cerâmica estão constituídas essencialmente pelas águas de lavação das instalações de preparação e aplicação de esmaltes. Estes efluentes normalmente são coletados em calhas, dando origem a uma única corrente para cada planta.

Não obstante, a vazão e as características deste efluente podem sofrer variações com o tempo, devido ao caráter intermitente das operações de limpeza, ao fato desta operação ser realizada manualmente e a ampla gama de aplicações e produtos habitualmente utilizados (principalmente com relação aos diferentes corantes).

Porém, em qualquer caso, as águas residuais apresentam turbidez e cor devido as finíssimas partículas de esmalte e mineral argiloso em suspensão. Do ponto de vista químico se caracterizam pela presença de:

- Sólidos em suspensão: argilas, restos de fritas, silicatos insolúveis em geral;

- Ânions em solução: sulfatos, cloretos, fluoretos;
- Metais pesados em solução e/ou suspensão, principalmente Pb e Zn;
- Boro em quantidades mais ou menos variáveis;
- Traços de matéria orgânica: veículos serigráficos e colas utiliza-

dos nas operações de esmaltação.

A concentração destes elementos dependerá do tipo e composição dos esmaltes e da vazão da água utilizada no processo.

A **Tabela 2** apresenta o potencial poluidor dos efluentes provenientes do processo de esmaltação (efluente sem tratamento) na produção do revestimento cerâmico.

Tabela 2 - Composição média dos efluentes do Setor de Esmalte

Característica	Intervalo de Variação
pH	7,00 a 9,00
Sólidos em Suspensão(mg/l)	1 a 20.10 ³
Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	5 a 30
Cloretos (mg/l)	100 a 700
Sulfatos (mg/l)	100 a 1000
Fluoretos (mg/l)	2 a 20
Cálcio (mg/l)	50 a 500
Magnésio (mg/l)	10 a 100
Sódio (mg/l)	50 a 500
Potássio (mg/l)	1 a 50
Alumínio (mg/l)	2 a 25
Silício (mg/l)	5 a 30
Ferro (mg/l)	0,5 a 5
Zinco (mg/l)	2 a 20
Chumbo (mg/l)	5 a 70
Boro (mg/l)	1 a 80
D.Q.O. (mg/l)	100 a 400
D.B.O. ₅ (mg/l)	40 a 160

5.3.2 - Resíduos Sólidos

A indústria cerâmica possui as três classes de resíduos sólidos referenciados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, ou seja, resíduos perigosos (classe I), resíduos não inertes (classe II) e resíduos inertes (classe III), como apresentado no **Quadro 5**.

cas - ABNT, ou seja, resíduos perigosos (classe I), resíduos não inertes (classe II) e resíduos inertes (classe III), como apresentado no **Quadro 5**.

Quadro 5 - Classificação dos resíduos sólidos gerados na indústria cerâmica.

Resíduo	Processo onde é gerado	Classificação
Massa	Preparação de massa, lavação de moinhos	Classe II ou III
Raspas de Esmalte	Esmaltação	Classe I
Cinzas de Carvão Mineral	Atomização de Massa	Classe II
Alcatrões	Gaseificação	Classe I
Lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes fenólicos	Gaseificação	Classe I
Cinzas dos Gaseificadores	Gaseificação	Classe I ou II
Limonita	Dessulfurização do gás pobre	Classe I

Obs.: Os resíduos gerados nas etapas de gaseificação dizem respeito apenas as cerâmicas que utilizam gás pobre como alternativa energética.

O **Quadro 6** apresenta a composição química do lodo proveniente da estação de tratamento de efluentes líquidos do setor de

esmalte, em porcentagem. A variação na concentração é em função da tipologia do produto.

Quadro 6 - Composição química do lado gerado na estação de tratamento do setor de esmalte

Componente Químico	Porcentagem
SiO ₂	15,31 a 48,37
Al ₂ O ₃	5,91 a 30,59
TiO ₃	0,37 a 0,72
CaO	0,59 a 17,98
MgO	0,21 a 0,86
B ₂ O ₃	2,19 a 11,19
ZrO ₂	1,16 a 3,31
Fe ₂ O ₃	1,55 a 8,31
PbO	1,63 a 28,39
ZnO	0,46 a 4,55
CdO	0,00 a 0,04
NiO	0,00 a 0,02
CuO	0,00 a 0,17
MnO	0,00 a 1,83
CoO	0,00 a 0,17
Cr ₂ O ₃	0,01 a 0,53
Li ₂ O	0,05 a 0,22
K ₂ O	0,29 a 1,73
Na ₂ O	0,51 a 2,39
Cl	0,07 a 0,62

5.3.3 - Emissões Atmosféricas

Os principais problemas atmosféricos na indústria cerâmica, são gerados nos processos de atomização da massa, fornos de biscoitos e de vidro. As principais contaminantes emitidos no processo cerâmico são apresentados no **Quadro 7**.

Além disso, empresas que geram gás pobre como alternativa energética, apresentam problemas com relação a emissão de substâncias odoríferas provenientes do processo de gaseificação, seja de carvão mineral, vegetal ou turfa, como utilizado no município.

Estas emissões, quando não controladas adequadamente, encontram-se em desacordo com o artigo nº 31 do Decreto nº

14250/81 que regulamenta dispositivos da Lei nº 5793 de 15/10/80, referente à proteção e a melhoria da qualidade ambiental, onde diz: "é proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora". As emissões de material particulado nos atomizadores necessitam ser abatidas. Apresentam uma variação na concentração de 300 e 2000 mg/Nm³.

A FATMA exige uma concentração máxima de 100 mg/Nm³, para tanto as empresas estão optando pela implantação de lavadores de gases do tipo Scruber/Venturi. Não há no município nenhum sistema de abatimento de material particulado proveniente de atomizadores por via seca.

Quadro 7 - Principais contaminantes atmosféricos emitidos no processo cerâmico.

Processo	Contaminante
Atomização	Material particulado, SO _x , CO ₂ , Cl ⁻ , F ⁻ ,
Fornos de Biscoito	SO _x , Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ , B, NH ₃
Fornos de Vidrado	SO _x , Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₂ , B, NH ₃
Usinas de Gaseificação	Fenos e amônia (LPO*)

LPO: Limite de Percepção de Odor.

5.3.4 - Sistema de Controle

O Quadro 8 apresenta as principais alternativas para tratamento dos eflu-

entes líquidos utilizadas nas indústrias do município.

Quadro 8 - Principais alternativas para tratamento dos efluentes líquidos

Efluente Líquido	Principais sistemas de tratamento adotados no município
Setor onde é gerado	Principais sistemas de tratamento adotados no município
Esmaltação	Sedimentação/clarificação, filtro prensa, filtro à vácuo
Massa	Homogeneização/reciclagem no processo
Fomalha leito fluidizado (cinzas)	Sedimentação discreta
Gaseificação	Lodo ativado, lagoas

5.4 - Colorifícios - Fritas Metálicas

O crescimento da indústria de revestimento cerâmico, propiciou o desenvolvimento de atividades que produzissem uma das suas principais matérias-primas, a frita metálica.

A produção de fritas metálicas consiste na mistura de produtos químicos inorgânicos em misturadores com formulações próprias dependendo de cada uso e tipo. Depois de homogeneizado, esses produtos seguem para fusão em fornos especiais a uma temperatura que varia de 1200 a 1500 °C. Após a fusão, que é contínua, o material é vazado em caçambas contendo água em temperatura ambiente, a qual servirá para resfriamento e choque térmico no produto. Este procedimento é chamado de fritagem.

Após esta operação, a frita é retirada, escoada, ensacada seguindo para a expedição como produto final, ou, para construir parte de uma nova formulação onde serão produzidos os esmaltes cerâmicos.

Os esmaltes cerâmicos consistem na mistura a frio das fritas produzidas pelo método acima descrito, com produtos "in natura" (óxidos metálicos), fazendo uma nova composição de materiais e pigmentos os quais se destinarão para os mais diversos usos e finalidades.

Algumas das matérias primas básicas das composições das fritas e esmaltes são: bórax, ácido bórico, feldspato, quartzo, óxido de estanho, titânio, calcita, óxido de

zinco, litargírio, etc., observando sempre que estes materiais são todos pulverizados e de origem inorgânica.

Os efluentes líquidos gerados no processo industrial apresentam padrões em desacordo com artigo 19 do Decreto nº 14250/81, principalmente nos parâmetros de temperatura, sólidos sedimentáveis, chumbo, zinco, zircônio, boro, entre outros; porém são facilmente reaproveitáveis, sendo possível operar em circuito fechado.

Além do efluente de origem industrial, também existem os efluentes gerados nos laboratórios de formulações e controle de qualidade, que de maneira geral apresentam as mesmas irregularidades do efluente industrial, com exceção da temperatura.

Os resíduos sólidos gerados são também recicláveis no processo industrial, inclusive o material particulado retido em filtros de mangas utilizados na limpeza dos gases gerados na fusão da matéria-prima.

As emissões atmosféricas são provenientes da queima de combustíveis, geralmente fósseis, utilizados nos fornos. Para melhoria na curva de aquecimento, geralmente é utilizado injeção de oxigênio puro. Os gases emitidos são os característicos do combustível, onde o SO_x aparece em maiores proporções principalmente quando utilizado óleo BPF. Além dos gases de combustão, há uma quantidade relativamente alta de material particulado, sendo um agravante neste caso, a composição da matéria-prima (óxidos metálicos).

A retenção deste particulado via seca (filtros de manga), apesar de implicar em maior investimento inicial, oferece a vantagem frente ao processo via úmida (lavadores de gases) de reaproveitamento do material retido no processo industrial, além de não necessitar de sistema complementar de tratamento da água de limpeza dos gases.

5.5 - Cerâmica Vermelha

A ocorrência de argilas apresentando variáveis teores de impurezas, como disseminações de quartzo, micas, pirita, matéria orgânica, fragmentos de rochas, hidróxidos de ferro e outros, fez com que a cerâmica vermelha se desenvolvesse na região sul do estado. Em Criciúma, estas indústrias produzem principalmente tijolos (olarias).

O processo produtivo das olarias resume-se na mistura de argila devidamente homogeneizada (realizada nas marombas). Em seguida é realizada a conformação da peça, onde é dada a forma do produto requerido, tijolos, através da estrusora.

A massa, já com forma de tijolo, segue para a secagem que utiliza normalmente calor do próprio ambiente, ou seja, a massa conformada permanece em prateleiras, em ambiente coberto por um período de até seis semanas. Em algumas indústrias, essas prateleiras são próximas dos fornos, o que garante uma temperatura mais alta, acelerando, portanto, a secagem.

Já em olarias mais modernas, a secagem é realizada através de estufa, que normalmente recupera gases quentes dos fornos ou utiliza fonte própria de calor atra

vés de uma fomalha.

A segunda operação, dentro da etapa do processamento térmico, é realizada em fornos que atingem uma temperatura de queima em torno de 800 °C.

O combustível é queimado sobre grelhas em fomalhas e o calor é conduzido até o teto do forno e succionado para baixo, atravessando o material a ser cozido, enquanto os fumos são eliminados pelas chaminés que são interligadas por dutos inferiores. Normalmente o ciclo do forno dura de 4 a 5 dias, do carregamento até a retirada do material.

Desta forma, não há geração de efluentes líquidos no processo industrial, uma vez que não há variedade na formulação das matérias-primas, não necessitando de limpeza das marombas. Com relação aos resíduos sólidos, há apenas "quebras" de processo e caracterizam-se como resíduo classe III - inertes, apresentando boa aceitação para utilização como aterro.

A problemática ambiental na indústria de cerâmica vermelha são as emissões atmosféricas. Este problema agrava-se ainda mais na região sul do estado e, conseqüentemente, no município de Criciúma, pela proximidade das jazidas de carvão mineral, o que torna a sua utilização atrativa economicamente com relação à lenha.

Se por um lado esta alternativa faz com que se preserve as matas ou que os reflorestamentos sejam utilizados com finalidade mais nobre, por outro, os gases gerados na queima deste combustível são mais poluentes do que a lenha, como mostra o quadro a seguir:

Fator de Emissão (Kg contaminante /ton combustível)				
Combustível	Contaminante			
	MP	SO _x	CO	HC
Carvão	5	19	45	10
Lenha	10	0,75	1,3	1,35

MP: Material Particulado; SO_x: SO₂ e SO₃; HC: Hicrocarbonetos

Além disso, os gases emitidos pela queima do carvão são mais densos que os da lenha, fazendo com que a "pluma" tome-

se mais baixa, afetando seriamente a qualidade do ar à nível de solo.

Olarias que utilizam carvão mineral como alternativa energética, ferem o Decreto nº 14250/81 que regulamenta a Lei nº 5793 de 15/10/80, no artigo 28, com relação à qualidade do ar e artigo nº 30 que estabelece os padrões de emissão para poluentes atmosféricos.

5.5.1 - Controle de Emissão

De uma maneira geral, as olarias não tem dispositivo de controle das emissões atmosféricas. Os gases são lançados sem tratamento à atmosfera, onde sofrem dispersão. As chaminés normalmente atingem uma altura variando entre 8 a 12 metros e são dimensionadas de modo a controlar o processo de queima, dificultando inclusive a ampliação na sua altura.

O que ocorre mais freqüentemente é a proibição por parte dos órgãos fiscalizadores da queima de carvão por estas atividades, em áreas onde há maior concentração populacional.

5.6 - Curtume

Os despejos de curtumes contém grande quantidade de matéria orgânica (proteínas, sangue e fibras musculares) facilmente degradáveis e de substâncias potencialmente tóxicas (sais de cromo, sulfeto de sódio, cal livre, etc.). É comum a geração de gás sulfídrico (H_2S) que pode tornar as águas receptoras impróprias para fins de abastecimento público, usos industriais, agrícolas e recreativos, além da exalação de odores característicos.

Os colóides e sabões contidos nos efluentes podem originar, se não removidos na E.T.E., a formação de grande quantidade de espuma.

As principais características dos despejos são:

- cal e sulfetos livres;
- elevado pH;
- cromo potencialmente tóxico;

- elevada demanda bioquímica e química de oxigênio (DBO_5 e DQO);
- elevado teor de sólidos em suspensão (principalmente pêlos, graxas, fibras, proteínas e sujeira);
- coloração leitosa devido à cal, verde-castanho ou azul devido ao curtimento e cores variadas do tingimento;
- dureza das águas de lavagem;
- elevada salinidade (sólido dissolvido totais);

Aproximadamente 65 % do volume dos despejos são devido ao curtimento na operação de ribeira (remolho, caleação, lavagem, piquelagem, purga), cabendo 35 % ao curtimento e lavagem final.

Quanto a DBO, a situação se inverte, cerca de 40 % é devido às operações de ribeira e 60 % ao curtimento e acabamento.

5.6.1 - Tratamento de Efluentes

- Tratamento preliminar: gradeamento, remoção de gorduras, homogeneização, segregação dos banhos de cromo e sulfetos;
- Tratamento primário: decantação/sedimentação e disposição de lodo em leitos de secagem;
- Tratamento químico: Adição de reagentes neutralizantes para ajuste do pH e adição de floculantes/coagulantes para auxiliar a clarificação. Normalmente há unidades de remoção ou recuperação dos banhos de cromo e oxidação dos sulfetos.
- Tratamento biológico: lodos ativados (convencional), lodos ativados por aeração prolongada, lagoas aeradas em filtros biológicos.

O ácido tânico contido nos efluentes dos curtumes, mesmo em concentrações residuais após o sistema de tratamento, combina-se com compostos ferrosos presentes no rio formando um complexo com coloração negra, “tingindo” os corpos receptores. Esta situação é observada na **Foto 5**, onde aparece o rio Criciúma recebendo a contribuição de uma indústria de curtimento. Ressalta-se que o efluente lançado passa pelo tratamento preliminar, primário e químico, e embora não atenda totalmente os padrões previstos no artigo 19 do Decreto nº 14250/81 do Estado de Santa Catarina, possui uma coloração bem menos intensa do que a que aparece na foto. A cor do despejo é modificada no instante que entra em contato com as águas do rio Criciúma.

5.6.2 - Emissões Atmosféricas

A matéria-prima de um curtume são peles de animais que normalmente chegam as indústrias com restos de sangue e carne, algumas vezes já em estado de putrefação. Os depósitos destas peles, quando maneja-

das inadequadamente, emanam odores característicos. Além disso, a alta concentração de sulfetos, faz com que o efluente líquido quando não oxidado adequadamente, exale cheiro característico (H_2S) quando ingressa nos processos de tratamento cujos sistemas favorecem o desprendimento deste gás (homogeneização, agitadores, aeradores, etc.).

Estes são os principais fatores que fazem com que estas atividades dificilmente atendam as exigências do artigo 31 do decreto nº 14250/81 que determina “É proibido a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora”.

Outra fonte de emissão de poluentes atmosféricos são as caldeiras, imprescindíveis nestas atividades. A poluição neste caso está associada com as várias possibilidades de utilização de combustíveis (linha, óleo, carvão, cepilho ou serragem, etc.).



Foto 5 - Efluente líquido de curtume sendo lançado no rio Criciúma.

5.7 - Lavanderias

O crescimento das indústrias do vestuário no município, principalmente as confecções de "jeans" ocasionaram o surgimento de várias lavanderias industriais associadas ou não às confecções, cuja principal função é realizar o tratamento do "jeans" deixando-o pronto para o uso (stone washed, delavê, amaciamento, tingimento, etc.).

As máquinas de lavar empregadas nas lavanderias comerciais compreendem cilindros perfurados e montados horizontalmente dentro de um cilindro fixo, tendo entrada para água quente e fria e saída para as águas usadas. As roupas a serem lavadas são colocadas dentro do cilindro perfurado juntamente com água, sabão e outras substâncias para lavagem e/ou tratamento das peças. O sabão e os agentes, tais como compostos para alvejamento, álcalis, etc., são aditivos. A rotação do cilindro interno produz a agitação necessária para libertar ou dissolver a sujeira do tecido.

Na operação de alvejamento e lavagem utiliza-se água oxigenada e/ou cloro, com a finalidade de se obter a remoção da cor natural das fibras.

Os despejos, neste caso, são contínuos e contêm cloro, hipoclorito e peróxido. Os que possuem cloro e hipoclorito têm características semelhantes: são fortemente alcalinos e contêm matérias orgânicas removidas do algodão. A contribuição desses despejos para a carga total de DBO pode atingir 10 %, variando de 680 a 2.900 mg/l. Contém, ainda, bissulfito de sódio ou ácido sulfúrico fraco.

No processo de tingimento, o pano é passado por uma solução de tinta, fixado e lavado. O tingimento é realizado em processo contínuo e descontínuo. No contínuo, o pano, depois de impregnado num banho contendo tinta e produtos químicos, é espremido entre dois rolos e seco; a seguir, vai para o processo de vaporização. No processo descontínuo, o pano fica num movimento de vaivém, enrolando-se e desenrolando-se entre dois cilindros, ao mesmo tempo que passa por um tanque contendo as tintas e produtos auxiliares. Os despejos do tingimento são variados, devido aos diferentes tipos de corantes e da maneira pela qual são aplicados; são volumosos, tem forte coloração e, alguns, podem ser tóxicos. Esses despejos, às vezes, apresentam considerável demanda de oxigênio, devido aos agentes de redução usados em alguns banhos de tingimento.

5.7.1 - Características Gerais dos Despejos

Os despejos das lavanderias de maneira geral, contêm sujeiras removidas das roupas e substâncias adicionadas na lavagem. O sabão e outros detergentes presentes na água, produzem uma suspensão mais ou menos permanente de terra e pedaços finos de fibras de tecidos que após estagnação, iniciam um processo considerável de decomposição por bactérias. Nesse estágio, observa-se apenas uma separação parcial de sólidos. A eficiência dos sabões e outros agentes de ativação de superfície, aumenta com o emprego de álcalis.

A composição típica dos despejos das lavanderias pode ser resumida conforme apresenta a **Tabela 3**.

Tabela 3 - Composição dos despejos de lavanderias.

Parâmetro	Concentração
pH	8 a 11
Sólidos totais	1000 a
Sólidos em suspensão	30 a 300 mg/l
Alcalinidade total	300 a 900 mg/l
DBO ₅	200 a 600 mg/l
Cromo total	maior que 3,0 mg/l (nos efluentes de tingimento)
Vazão	120 a 380 m ³ /1000 m de tecido processado
Turbidez	Coloidal acinzentada
Cor	Depende do corante usado com predominância

Os despejos das lavanderias sofrem decomposição quando ficam em repouso, havendo redução do pH, da alcalinidade titulável e alteração de outras características; por exemplo, o pH de uma amostra caiu de 9,3 para 7,5 após 24 horas de repouso.

5.7.2 - Sistema de Tratamento de Efluentes

Os despejos de lavanderias são tratados por meio de tratamento físico-químico normalmente composto por sedimentação, coagulação e filtração. As lavanderias que presentemente tratam seus despejos, usam os seguintes produtos químicos: ácido sulfúrico, cloreto de cálcio, leite de cal, sulfato ferroso ou alúmen férrico.

Nos tanques de sedimentação primária o lodo acumulado é periodicamente retirado e disposto em leitos de secagem. O manejo inadequado destes resíduos gera maus odores devido a degradação do algodão. O sistema de tratamento operado adequadamente chega a reduzir em torno de 90 % da DBO₅.

As emissões atmosféricas estão associadas ao combustível utilizado nas caldeiras utilizadas na geração do vapor.

Estas caldeiras quando são operadas adequadamente e/ou dependendo do combustível utilizado, emitem material particulado e outros gases que causam incômodos à comunidade vizinha às empresas. Normalmente estas emissões consistem em problemas localizados, afetando realmente só a vizinhança mais próxima.

Outro problema que muitas vezes afeta a população localizada próxima às lavanderias são os odores exalados pelo uso de cloro, principalmente nas operações de alvejamento e delavê.

5.8 - Indústrias Químicas Inorgânicas

As indústrias químicas instaladas no município de Criciúma, podem ser classificadas em:

- gases industriais;
- produtos químicos inorgânicos.

As indústrias de produtos químicos inorgânicos, realizam formulações de matéria-prima e seus efluentes variam quantitativa e qualitativamente, dependendo dos tipos de produtos fabricados, processos utilizados e matérias-primas empregadas. De um modo geral, os efluentes contêm teores variáveis de sólidos em suspensão na forma de ácidos, álcalis, sais tóxicos ou que possam causar problemas ambientais, como fluoretos, fosfatos, sulfatos, solventes orgânicos, graxas, óleos, metais e água quente ou vapor. As águas residuais normalmente são compostas de efluentes contaminados e efluentes relativamente limpos (águas de limpeza da fábrica).

As águas contaminadas, resultam da limpeza de filtros, resíduos ácidos ou alcalinos, efluentes de processo de laboratórios de desenvolvimento e controle de qualidade. Convém separar as águas deste processo, das águas que irão necessitar tratamento antes da descarga.

A produção de gases industriais como o nitrogênio, oxigênio e outros são extraídos do ar, por liquefação à média pressão, seguida de destilação e retificação. O problema de resíduos, é resultante do aquecimento da água de resfriamento e dos óleos lubrificantes utilizados nos compressores. A quantidade destes óleos residuais varia de fábrica para fábrica, dependendo dos compressores utilizados. O controle das descargas de óleo é executado por processos físicos (separadores de óleo).

5.9 - Metal-mecânica

No presente trabalho a indústria metal-mecânica foi subdividida em atividades que realizam tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico e as que não realizam estes processos.

Estas últimas desenvolvem atividades de serralheria, torno, montagem de peças, podendo ou não realizar pintura nas mesmas. Os principais problemas ambientais relacionados com estas atividades são os ruídos, que normalmente encontram-se em desacordo com o artigo 33, que dispõe sobre o Controle de Sons e Ruídos do Decreto nº 14250/81 do Estado de Santa Catarina.

As atividades com tratamento químico ou galvanotécnico das peças, apresentam

além do problema de poluição sonora, como citado acima, grande potencial poluidor com relação à contaminação do ar, água e geração de resíduos sólidos.

Os efluentes líquidos são prejudiciais às águas receptoras pelos seguintes fatos:

- presença de metais tóxicos, especialmente de cromo hexavalente, cádmio e outros;
- presença de ânions tóxicos, especialmente de cianetos, sulfetos e fluoretos;
- acidez e/ou alcalinidade pronunciadas; no caso de despejos da decapagem, prevalece sempre o caráter ácido.

Os despejos ácidos são habitualmente constituídos de soluções de ácido sulfúrico, nítrico, clorídrico e fluorídrico e de seus sais. Os despejos de decapagem são deste tipo.

Os despejos alcalinos são habitualmente constituídos de sais de sódio, zinco e potássio, de hidróxidos de sódio e de potássio, de emulsionantes orgânicos e de detergentes sintéticos.

O pH dos resíduos ácidos está, freqüentemente, abaixo de 2 ao passo que o dos alcalinos normalmente acima de 11.

O teor de cianetos nos resíduos alcalinos pode chegar a 20 ou 30 mg/l, algumas vezes ultrapassando esses limites.

O teor de cromo hexavalente está situado, freqüentemente, entre 50 e 500 mg/l, podendo chegar, em alguns casos, a 1 ou 2 gramas por litro.

Outros metais podem ser encontrados nas seguintes concentrações:

- Cromo trivalente: 30 a 60 mg/l
- Cobre: 12 a 300 mg/l
- Ferro: 50 a 1000 mg/l
- Níquel: 0 a 25 mg/l

- Zinco: 0 a 80 mg/l

A origem destes despejos está nos enxágües das peças após os banhos que ocorrem no primeiro tanque.

As formulações do primeiro tanque, normalmente não são descartadas, sendo reaproveitadas continuamente após complementar sua concentração. O segundo tanque lança despejos continuamente e normalmente constitui a principal fonte geradora de efluentes deste processo.

O tratamento destes despejos difere para cada indústria, porém, podem ser classificados em três tipos:

1. Efluentes que não contém cromo VI ou cianetos;
2. Efluentes com cianetos;
3. Efluentes com Cromo VI;

A segregação destes efluentes precede o tratamento dos mesmos.

Os efluentes que não apresentam cromo VI ou cianeto, após homogeneizados, são neutralizados e em seguida encaminhado à instalação de decantação/sedimentação, onde o líquido clarificado dentro dos padrões previstos pela legislação ambiental é descartado e o lodo gerado conduzido à leitos de secagem.

O cianeto presente nos despejos necessita ser destruído. Para tanto são usados vários métodos como, por exemplo, tratamento pelo sulfeto ferroso, oxidação, cloração, entre outros. Há geração de lodo.

O cromo VI, altamente tóxico à vida aquática, normalmente são tratados através de redução por agentes químicos. Neste processo o cromo hexavalente é reduzido à forma trivalente e em seguida precipitado sob ação de reagentes alcalinos. Este processo produz grande quantidade de lodo, normalmente situando-se entre 20 a 90 ml/l.

Efluentes contendo outros metais são tratados também através de processos físico-químicos, geralmente composto por neutralização seguida de sedimentação. O lodo

formado é bastante aquoso e deve ser seco em leitos de secagem.

5.9.1 - Emissões Atmosféricas

As emissões nestas indústrias normalmente ocorrem com formação de vapores e fumos metálicos quando da imersão das peças nos banhos.

É necessário à limpeza (lavagem) destes gases, antes de serem lançados à atmosfera afim de que não se prejudique a qualidade do ar ambiente.

Os casos mais sérios são os banhos ácidos (vapores ácidos) e os banhos metálicos quando aquecidos (fumos metálicos).

Os equipamentos de controle preferencialmente adotados no município consistem na lavagem/neutralização dos gases. Durante esta operação é gerado efluente líquido (água de lavagem) que após tratamento (físico-químico) gera uma certa quantidade de lodo.

Convém ressaltar, que os resíduos sólidos gerados no processo industrial são facilmente recicláveis, pois, constituem-se, principalmente de sucatas e carepas de grande interesse para as indústrias de fundição. Porém, os lodos formados durante o tratamento de qualquer uma das tipologias dos efluentes líquidos, como citado anteriormente, são classificados segundo NBR 10004, anexo A, Listagem nº 1 - Resíduos perigosos de fontes não específicas com código F006 a F015 por apresentar em sua constituição os metais tóxicos que compunham o efluente antes de tratados. Estes resíduos devem ser dispostos adequadamente. Como referência para projetos de aterro para este tipo de resíduo, recomenda-se a NBR 10157.

5.10 - Indústrias de Fundição

A indústria siderúrgica tem como objetivo final a produção de peças em aço ou outras ligas em suas múltiplas variedades.

Fundições de peças em aço utilizam desde *aços doces* ou moles homogêneos, que contêm 0,1 a 1 % de carbono, até os *aços duros e temperados*, que contêm 1,5 % de carbono. Os aços ditos especiais, além

do carbono, contêm quantidades variáveis de manganês, enxofre, fósforo, silício e outros elementos.

Os *aços-liga* possuem propriedades especiais, as quais se devem à inclusão de um ou mais dos elementos como o manganês, níquel, cromo, molibdênio, vanádio, silício, tungstênio, cobalto, etc.

No caso das indústrias do município, para a produção do aço provém normalmente de sucatas.

Para obter a formulação adequada, é necessário realizar uma eliminação parcial dos elementos inconvenientes - impurezas, mediante oxidação e extração sob forma gasosa ou em forma de óxidos derretidos, constituindo uma certa modalidade de escória.

As fundições são altamente poluidoras. Além dos gases poluidores SO_2 , NO_2 , CO_3 e outros, lançam na atmosfera quantidades apreciáveis de material particulado (constituídos de óxidos metálicos), CO , SO_2 , SO_3 , e NO_x .

A poluição nas usinas siderúrgicas ocorre, portanto, em razão do material particulado conduzido ao ar atmosférico e dos gases e outros contaminantes liberados durante a fusão das peças.

Costuma-se distinguir, entre os poluentes provenientes dos fornos de fundição, os contaminantes de combustão e os contaminantes do refino.

Os contaminantes de combustão derivam de materiais introduzidos no forno, como o óleo, a graxa e outras impurezas contidas na sucata, além, naturalmente, do próprio combustível empregado no processo do forno.

Os contaminantes de refino são particulados e principalmente fumos e óxidos dos componentes das peças de aço em processamento.

Nos fornos, o material particulado é constituído principalmente por óxidos dos elementos constituintes da liga. Em fundições de aço, quando da injeção de oxigênio, saem partículas pesadas de óxido de ferro

formado pela oxidação de ferro volatilizado, formando uma fumaça alaranjada com partículas inferiores a 0,3 micra. Para captá-las, empregam-se filtros de manga ou lavadores tipo Venturi, sendo os lavadores de gases, o sistema antipolvente adotado preferencial

mente nas empresas do município.

Uma fundição típica encontrada no município de Criciúma, normalmente apresenta a seguinte composição de focos de emissão de poluentes atmosféricos;

Focos de Emissões Poluentes	Contaminantes atmosféricos
Forno de Fusão	Material particulado, constituído de óxidos metálicos, principalmente ferro, CO ₂ , NO _x , SO _x .
Cadinhos e panelas	Material particulado (óxido de ferro).
Forno de Tratamento Térmico com óleo BPF	Material particulado, SO _x e gases de combustão (CO ₂ , CO e H ₂).
Forno de Tratamento Térmico com GLP	Gases de combustão (CO ₂ , CO e H ₂).
Jatos de areia	Material particulado (sílica)

O processo industrial de fundição de metais não gera efluentes líquidos. Porém, como preferencialmente o sistema antipolvente adotado por empresas do porte como as abordadas no presente estudo, adotam lavadores de gases tipo Venturi, há formação de efluente líquido (água de lavagem dos gases) que apresenta em sua composição alta concentração de sólidos em suspensão, metais dissolvidos e baixos valores de pH. Este efluente deve ser tratado através de processo físico-químico (Neutralização, oxidação, decantação/sedimentação, disposição do lodo).

O lodo gerado neste caso, é considerado como resíduo perigoso, de acordo com a NBR 10004, anexo B, Listagem nº 2 - Resíduos perigosos de fontes específicas com códigos K061 a K069; K090 a K092 e K209. A exemplo do que já foi citado, projeto de aterro deve tomar como referência as disposições da norma NBR 10157.

5.11 - Beneficiamento de Cereais

Sendo a região sul a maior produtora de arroz do estado de Santa Catarina, era de se esperar que se desenvolvesse em toda a região e conseqüentemente no município de Criciúma as indústrias de beneficiamento de arroz.

Estas indústrias desenvolvem os processos de parboilização e/ou maceração do arroz. Em ambos os casos o objetivo é a gelatinização do amido.

De um modo geral, independente do processo industrial adotado, estas atividades possuem um efluente líquido rico em matéria orgânica, sólidos em suspensão, coloração acentuada e baixos valores de pH, devido a fermentação do amido. Uma composição típica dos efluentes destas atividades são demonstrados nas Tabela 4 e 5.

Tabela 4 - Composição média dos efluentes do tanque de maceração/parboilização de arroz.

Parâmetros	Intervalo de Concentração
pH	3,5 a 4,5
Sólidos Totais (mg/l)	5000 a 8000
Acidez total (mg/l)	900 a 1500
DQO (mg/l)	8000 a 15000
DBO ₅ (mg/l)	6000 a 12000
COT	≅ 2500

Tabela 5 - Composição média dos efluentes do arraste hidráulico das cinzas (após clarificação)

Parâmetros	Intervalo de Concentração
pH	5,5 a 6,5
Sólidos Totais (mg/l)	800 a 1200
Acidez total (mg/l)	≅ 200
DQO (mg/l)	2000 a 2600
DBO ₅ (mg/l)	600 a 900
COT	≅ 500

Com relação à geração térmica, estas indústrias normalmente utilizam como combustível a própria casca do arroz. Se por um lado esta alternativa reflete numa prática conservacionista, uma vez que não utiliza recursos não renováveis como combustíveis, por outro, consiste num problema de contaminação atmosférica, principalmente, com relação a emissão de material particulado, uma vez que a cinza gerada no processo é relativamente leve sendo facilmente arrasada pelos gases de combustão.

As indústrias do município adotam com maior frequência, a remoção do material particulado por via úmida (lavadores de gases).

As cinzas resultantes da queima da casca compreendem um volume acentuado, e seu manejo é realizado através do arraste hidráulico, sendo os resíduos encaminhados à tanques, geralmente suspensos, para separação água/sólido.

Estes resíduos sólidos (cinzas) são utilizados nas lavouras da região, pois, são considerados como corretivos do solo.

5.12 - Lavação de Veículos

Os despejos líquidos resultantes dos postos de combustíveis são provenientes do processo de lavação de veículos e águas de drenagem dos seus pátios. Os principais contaminantes são óleos, graxas e materiais em suspensão, normalmente compostos por areia, terra, etc.

O sistema de tratamento comumente

utilizado baseia-se na diferença de densidade entre os componente do sistema água/óleo/sólido. Desta forma, a maioria dos postos de lavação adotam separadores onde parte do óleo se acumula na superfície da lâmina líquida por possuir gravidade específica menor que a da água, e os sólidos sedimentam-se no fundo do tanque. Óleo emulsionado e pequenas partículas de óleo com diâmetro inferior a 150 micra não são separados. Os sólidos encharcados com óleo também flutam. A fim de evitar a formação de partículas muito diminutas, é importante que os efluentes na rede de esgotos e canaletas de drenagem sejam esgotados cuidadosamente, e que movimentos turbulentos, como os causados por bombas e por pequenos desníveis, sejam evitados. Sempre que possível, também deve ser evitada a presença de substâncias emulsificantes (sabões e detergentes).

Do que foi acima explicado, deduz-se claramente que a remoção total de óleo dos despejos jamais poderá ser completamente obtida apenas por meio de separadores por gravidade. As partículas menores de óleo, permanecerão na água e sólidos em suspensão muito finos, encharcados de óleo, terão densidade próxima a da água e passarão pelos separadores. Por isso, é conveniente a instalação de filtros de areia após os separadores óleo/água.

As Tabelas 5 e 6 resumem os principais parâmetros indicadores de poluição para efluentes líquidos e emissões atmosféricas, respectivamente, relacionando com as fontes poluentes.

Tabela 5 - Principais parâmetros indicadores de poluição para efluentes líquidos

ATIVIDADE	PRINCIPAIS PARÂMETROS DE POLUIÇÃO PARA EFLUENTES LÍQUIDOS																		
	pH	Cor	Sol. Sed.	Col. Fecais	DBO 5	DQO	O.G.	S ²⁻	CN	Fenol	ABS	SO ₄	METAIS						
													Fe	Cu	B	Pb	Zn	Mn	Cr
Beneficiamento Carvão	X	X	X					X				X	X	X			X	X	
Drenagem Mineração Carvão	X	X	X					X				X	X	X			X	X	
Depósitos Rejeitos Piritosos	X	X	X					X				X	X	X			X	X	
Cerâmicas e Colorifícios	X	X	X	X	X	X	X			X	X				X	X	X		X
Artefatos Cimento/Amianto	X	X	X	X															
Metalurgia	X	X	X					X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Siderurgia	X	X	X					X	X	X		X	X	X		X	X	X	X
Indústria Química		X						X											
Lavanderias e Tinturarias	X	X	X	X	X	X					X								
Beneficiamento de Cereais	X		X		X	X													
Torrefação de Café																			
Curtume	X	X	X	X	X	X	X	X			X								X
Hospitais e Congêneres				X	X	X	X				X								
Postos de Combustíveis								X											
Coquerias																			
Aterro Resíduos Urbano	X	X	X	X	X	X		X					X	X	X	X	X	X	X
Aterro Resíduos Industrial	X	X	X	X	X	X		X					X	X	X	X	X	X	X

* Estes são os parâmetros clássicos indicadores de poluição hídrica na indústria química. Outros poluentes normalmente compõe os efluentes, principalmente metais e orgânicos, porém, dependem de cada produto ou processo utilizado na indústria.

Tabela 6 - Principais parâmetros indicadores de poluição para emissões atmosféricas

ATIVIDADES	PTS	SO2	HC	CO	H2S	NOx	SO3	F
Beneficiamento Carvão (1)	X							
Mineração a Céu Aberto (1)	X							
Depósitos Rejeitos Piritosos	X	X	X		X	X	X	X
Cerâmicas e Colorifícios	X	X	X	X	X	X	X	X
Artefatos Cimento/Amianto	X	X		X		X	X	X
Metalurgia	X	X	X	X		X	X	
Indústrias de Fundição	X	X	X	X		X	X	X
Indústria Química	X	X	X	X	X	X	X	X
Lavanderias e Tinturarias	X	X		X			X	
Beneficiamento de Cereais	X			X				
Torrefação de Café	X			X				
Curtume	X	X		X	X	X	X	X
Hospitais e Congêneres (2)	X	X		X		X	X	
Coquearias	X	X	X	X	X	X	X	X
Olarias	X	X	X	X		X	X	X
Fábrica de Rações	X			X				
Aterro Resíduos Urbano	X		X	X				
Aterro Resíduos Industrial	X	X	X		X			

(1) Partículas Fugitivas

(2) Utilização de Combustível (incineração, caldeira)

6 - Enquadramento e Classificação das Fontes Poluentes

Os trabalhos de mapeamento permitiram identificar, enquadrar e classificar 29 fontes poluentes, que são apresentados na Tabela 7. A identificação de cada uma delas

pode ser verificada no *Mapa Fontes de Poluição do Município de Criciúma*, apresentado em anexo.

Tabela 7 - Classificação das atividades consideradas potencialmente causadora de degradação ambiental localizadas no município de Criciúma.

Item	Atividade Considerada Potencialmente Causadora de Degradação Ambiental	Enquadramento / Classificação		
		Água	Ar	Solo
01	Mina de carvão subsolo	IV	I	IV
02	Mina de carvão a céu aberto	IV	II (1)	IV
03	Beneficiamento de carvão mineral	IV	IV	IV
04	Coquearias s/ beneficiamento de matéria prima	III	IV	II
05	Coquearias c/ beneficiamento de matéria prima	IV	IV	IV
06	Marmoraria	II	III	II
07	Cerâmicas	IV	IV	IV
08	Coloríficos ou fritas metálicas	IV	IV	III
09	Olarias c/ carvão mineral	I	IV	II
10	Olarias s/ carvão mineral	I	III	II
11	Fabricação de artefatos cimento amianto	III	IV	III
12	Indústrias de fundição	IV	IV	IV
13	Metal-mecânica com tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico	IV	IV	IV
14	Metal-mecânica sem tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico	I	III	III
15	Curtume	IV	IV	IV
16	Indústria química	IV	II	II
17	Fabricação de artefatos de plásticos	I	II	II
18	Malharias e confecções (2)	I	I	I
19	Fabricação de massas alimentícias	II	III	I
20	Fabricação de rações	III	III	II
21	Disposição de resíduos urbanos	IV	II	IV
22	Disposição de resíduos hospitalares	IV	II	IV
23	Postos de abastecimento de combustíveis, lavação e lubrificação de veículos	III	I	II
24	Recondicionamento de pneumáticos e câmaras de ar	III	III	II
25	Usinas de produção de asfalto	IV	IV	II
26	Lavanderias e tinturarias	III	III	III
27	Hospitais e casa de saúde	IV	III	IV
28	Beneficiamento de cereais	III	III	I
29	Moagem e torrefação de produtos alimentícios	I	III	II

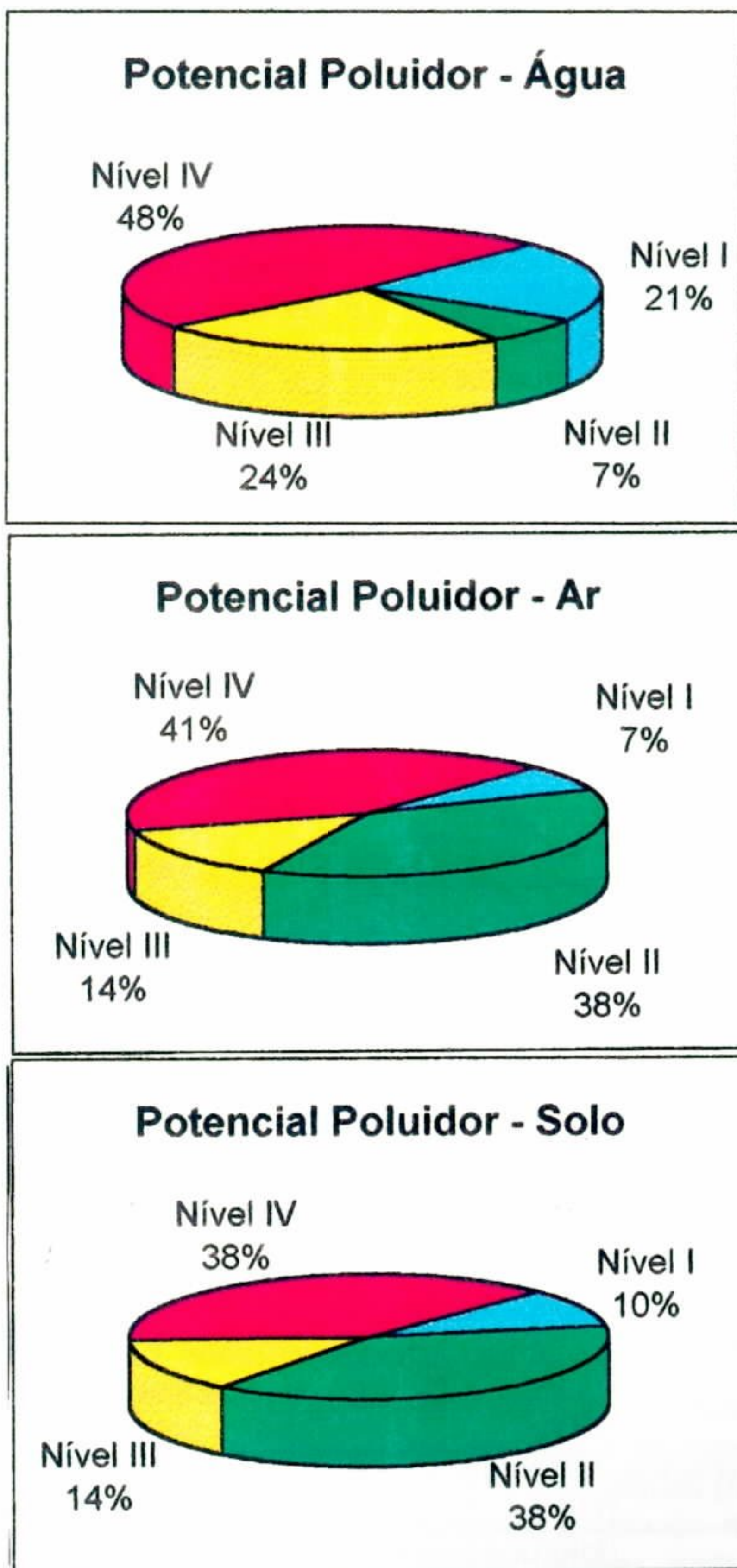
(1): refere-se as poeiras fugitivas da mina

(2): principal problema refere-se a poluição sonora.

A **Figura 4** apresenta o percentual das atividades poluidoras com relação ao

seu potencial da água, ar e solo.

Figura 4 - Potencial das atividades poluidoras com relação ao potencial poluidor



7 - Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Criciúma, SC

O município de Criciúma possui um diversificado parque industrial, com destaque para o setor cerâmico, constituindo-se no maior produtor nacional de pisos e azulejos. Outras atividades econômicas importantes relacionam-se à mineração de carvão, indústria do vestuário, indústrias dos setores plásticos, metal-mecânico e químico. Devido a tipologia de suas indústrias, é fundamental que se desenvolva um programa de monitoramento da qualidade do ar, para que se possa subsidiar futuros projetos de controle ambiental.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Criciúma, SC foi implementado em 14/08/93 pelo Núcleo de Pesquisas Ambientais - NUPEA da Fundação Educacional de Criciúma - FUCRI/UNESC através de convênios entre FUCRI/UNESC, FATMA, IBAMA e Prefeitura Municipal de Criciúma. Este programa prevê a classificação da qualidade do ar e fornecerá informações básicas, conforme cada caso,

para determinação dos efeitos nocivos dos poluentes junto a saúde pública.

7.1 - Poluentes a Serem Monitorados

A poluição atmosférica pode ser definida como toda e qualquer forma de matéria e/ou energia que, segundo suas características, concentração e tempo de permanência no ar, possa causar ou venha a causar danos à saúde, aos materiais, à fauna e flora e seja prejudicial à segurança, ao uso e ao gozo da propriedade, à economia e ao bem-estar da comunidade

Como a variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, torna-se difícil de estabelecer uma classificação do poluente a ser analisado.

O Quadro 9, mostra de uma forma simplificada, os principais poluentes atmosféricos produzidos pelos diversos tipos de fontes de emissão.

Quadro 9 - Principais poluentes atmosféricos

FONTES		POLUENTES
Fontes Estacionárias	Combustão	Material Particulado Dióxido e Trióxido de Enxofre Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos e Óxidos de Nitrogênio
	Processo Industrial	Material Particulado (fumos, poeiras, névoas) Gases - SO ₂ , SO ₃ , HCl, Hidrocarbonetos, Mercaptanas, HF, H ₂ S, NO _x
	Queima de resíduo sólido	Material Particulado Gases - SO ₂ , SO ₃ , HCl, NO _x
	Outras	Hidrocarbonetos, Material Particulado
Fontes Móveis	Veículos Gasolina/Diesel, Álcool, Aviões, Motocicletas, Barcos, Locomotivas, etc.	Material Particulado, Monóxido de Carbono Óxidos de Nitrogênio, Hidrocarbonetos, Aldeídos Ácidos Orgânicos
Fontes Naturais		Material Particulado - Poeiras Gases - SO ₂ , H ₂ S, CO, NO, NO ₂ , Hidrocarbonetos
Reações Químicas na Atmosfera Ex.: Hidrocarbonetos + Óxidos de Nitrogênio (luz solar)		Poluentes Secundários - O ₃ , aldeídos, Ácidos Orgânicos, Nitratos Orgânicos, Aerossol Fotoquímico, etc.

Fonte: CETESB

De uma forma geral a seleção dos parâmetros recai sobre problemas de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, que foram definidos em função de sua importância, dos recursos materiais e humanos disponíveis e ainda de um grupo de poluentes que servem como indicadores de

qualidade do ar, consagrados universalmente.

Poluentes Indicadores	Simbologia
Partículas Totais em Suspensão	PTS
Dióxido de Enxofre	SO ₂
Monóxido de Carbono	CO
Oxidantes Fotoquímicos (Ex :Ozona)	O ₃
Dióxido de Nitrogênio	NO ₂

Entre os poluentes deste grupo destacam-se dois como os principais a serem

monitorados em função das fontes emissoras existentes na região:

Classificação	Parâmetro	Simbologia
Física	Partículas Totais em Suspensão	PTS
Química	Dióxido de Enxofre	SO ₂

Partículas Total em Suspensão: conhecido também como Poeira Total em Suspensão, que é uma das definições do parâmetro generalizado "Material Particulado", definido como sendo compostos de partículas com diâmetro equivalente inferior a 100 µ (micra). Os efeitos adversos do material particulado na atmosfera pode variar desde aspecto estético, sujeira em superfícies, até problemas de saúde principalmente associados a retenção de partículas nos pulmões, partículas estas muitas vezes com presença de substâncias minerais ou compostos orgânicos, que possuem propriedades tóxicas e carcinogênicas respectivamente. A capacidade do material particulado fino de aumentar os efeitos fisiológicos dos gases presentes no ar é um dos aspectos mais importantes da poluição do ar por material particulado. Os efeitos de uma mistura de material particulado e dióxido de enxofre, por exemplo, são mais acentuados que a presença isolada dos mesmos.

Dióxido de Enxofre : gás gerado pela combustão de compostos que possuem

enxofre principalmente os combustíveis derivados de petróleo (gasolina ,óleos combustíveis com alto teor de enxofre) e carvão mineral. Os efeitos nocivos dos gases em geral estão associados à solubilidade destes, como é o caso do dióxido de enxofre que é altamente solúvel nas passagens úmidas do aparelho respiratório superior, sendo que o mesmo pode agravar as doenças respiratórias pré-existentes e também contribuir para seu desenvolvimento.

Essa seleção ou escolha, justifica-se principalmente através do relacionamento direto do processo de extração de carvão (depósitos de rejeitos) e de sua própria utilização como fonte energética (média: 3% de enxofre), do processo de produção cerâmica (atomização de massa - sílica) e de suas fontes energéticas (fornos, fomalhas, gaseificadores a carvão mineral e vegetal, turfa, óleos), olarias (carvão mineral e vegetal), automóveis que utilizam combustíveis derivados de petróleo e outras atividades classificadas neste trabalho como potencialmente causadoras de degradação do ar.

7.2 - Padrão de Qualidade do Ar

PARÂMETROS	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO (ug/m3)	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Partículas Totais em Suspensão	24 horas (1)	240	Amostrador de Grande Volume
	MGA (2)	80	
Dióxido de Enxofre	24 horas (1)	365	Pararosanilina
	MAA (3)	80	
Monóxido de Carbono	1 hora (1)	40.000	Infravermelho não Dispersivo
	8 horas (1)	10.000	
Oxidante Fotoquímico	1 hora (1)		Quimioluminescência

- (1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano
- (2) Média geométrica anual
- (3) Média aritmética anual

Fonte: CETESB

7.3 - Critérios de Classificação da Qualidade do Ar

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação	PTS Média 24 h (µg/m³)	SO2 Média 24 h (µg/m³)
0				
50	50% PQAR	Boa	80 (anual)	80 (anual)
100	PQAR	Aceitável	240	365
200	ATENÇÃO	Inadequada	375	800
300	ALERTA	Má	625	1600
400	EMERGÊNCIA	Péssima	875	2100
500	CRÍTICO	Crítica	1000	2620

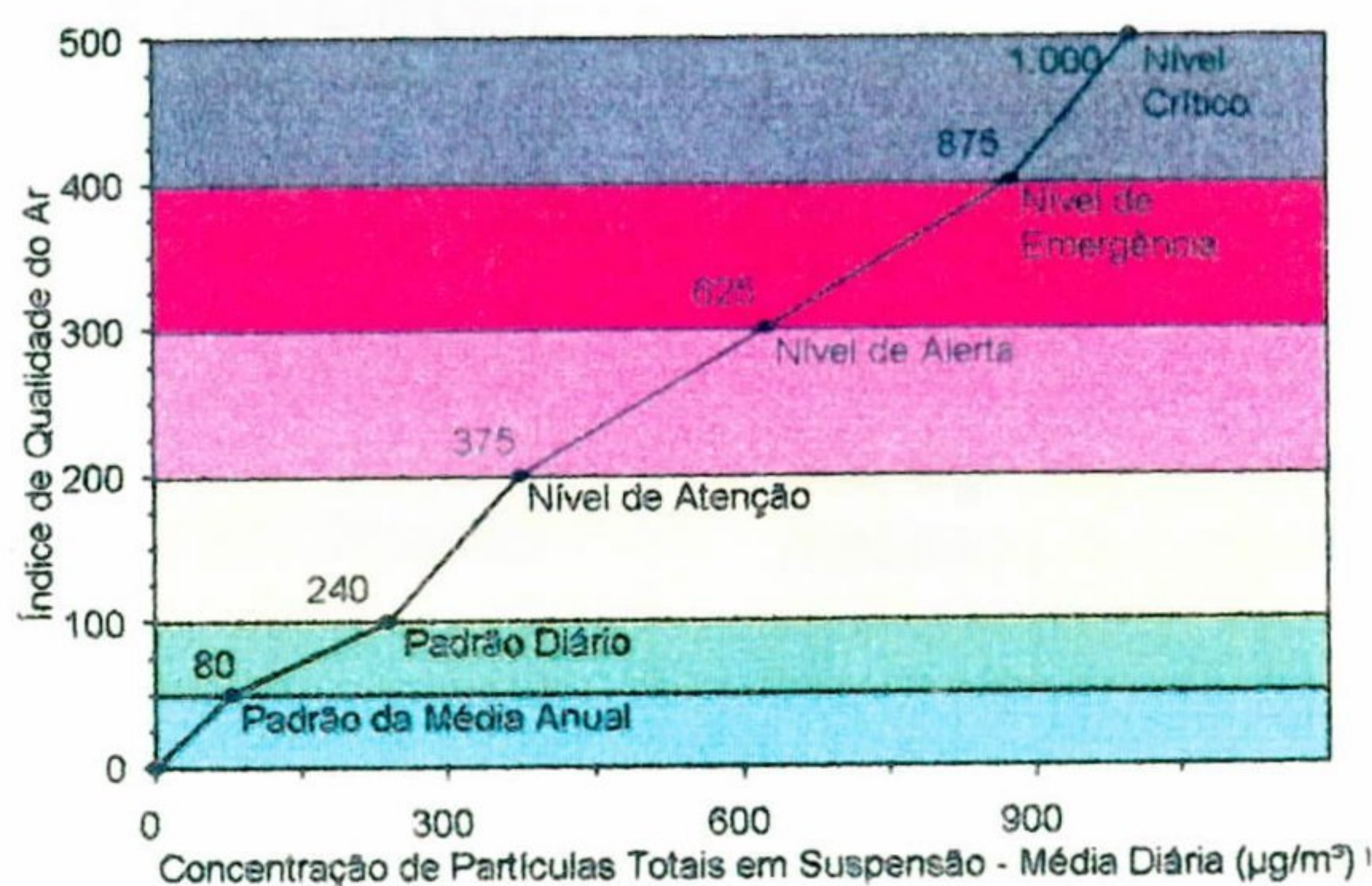
PQAR = Padrão de Qualidade do Ar

Fonte: CETESB

RELAÇÃO POLUENTE - ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

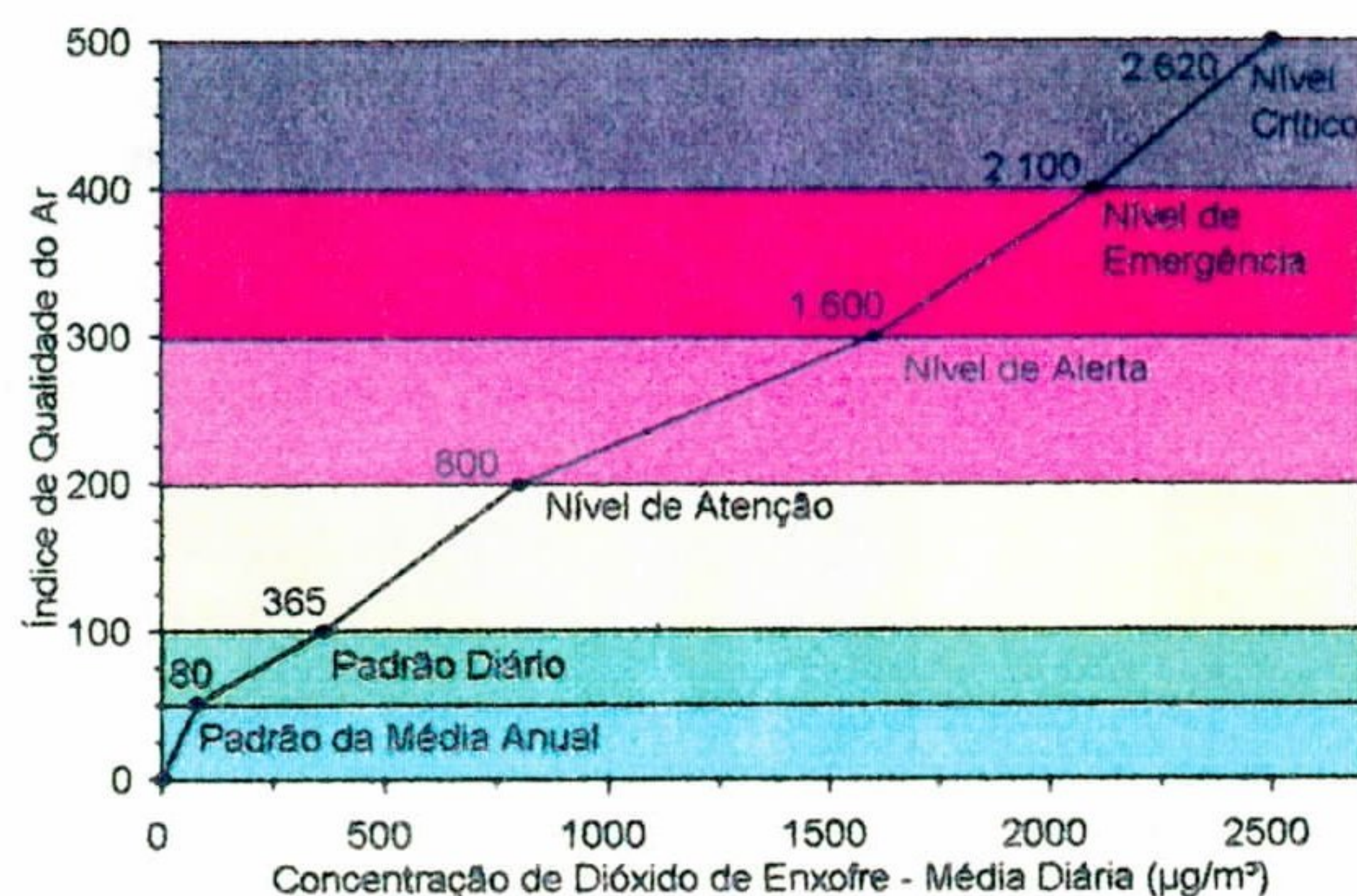
Partículas Totais em Suspensão

Relação Poluente - Índice de Qualidade



Dióxido de Enxofre

Relação Poluente - Índice de Qualidade



Fonte: CETESB

7.4 - Metodologia

Para a coleta de amostra foram adotadas as normas e procedimentos se-

guindo as exigências da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT:

Parâmetro	Freqüência de Amostragem	Método de Medição	Equipamento	Número de Estações
Partículas Totais em Suspensão	24 horas a cada 6 dias	Amostrador de Grande Volume	HI -VOL	Variável conforme população
Dióxido de Enxofre	24 horas a cada 6 dias	Peróxido de Hidrogênio	TRI-GÁS	1 a 2

- Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Para a coleta de amostra de partículas totais em suspensão foram utilizados amostradores de grande volume (HI-VOL). O princípio do HI-VOL consiste basicamente de uma unidade moto-aspiradora, que faz passar ar através de um filtro, e de um instrumento para medir o volume desse ar. Usando-se métodos gravimétricos, tem-se o peso do poluente retido no filtro, peso este dividido pelo volume de ar deslocado, resultando a concentração em massa por volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

- Dióxido de Enxofre (SO_2)

Neste caso a amostragem foi realizada com amostradores de pequeno volume (TRI-GÁS).

Seu princípio de operação é dispor de um volume conhecido de ar amostrado que é feito borbulhar através de um reagente

(método do peróxido de hidrogênio) aquoso apropriado. Este reagente, através do contato íntimo, retém especificamente o poluente desejado mediante absorção e/ou reação química. Posteriormente, no laboratório, o reagente é analisado mediante técnicas químicas por via úmida e espectrofotometria para quantificar a massa do gás poluente no ar. Dividindo esta massa pelo volume total de ar amostrado, obtemos a concentração média do poluente no ar atmosférico.

- Dados Meteorológicos

O monitoramento da qualidade do ar depende fundamentalmente da confiabilidade da amostra coletada, ou seja, devem ser tomadas todas as precauções para evitar interferência nos resultados principalmente as condições climáticas de cada região.

A concentração dos poluentes na atmosfera varia no tempo e espaço em função das condições meteorológicas, princi-

palmente a direção e velocidade do vento, temperatura, umidade e pressão atmosférica.

As condições meteorológicas aliadas a topografia e as características das fontes, têm importante papel na dispersão dos poluentes na atmosfera, tanto, que os levantamentos desses dados, durante o monitoramento, completam a análise dos resultados obtidos.

7.5 - Monitoramento

O nível de poluição do ar ou a qualidade do ar é medida pela quantificação das substâncias poluentes presentes nesse ar. Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, estamos medindo o grau de exposição dos receptores (ser humano, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento desse poluente na atmosfera por suas fontes de emissão, e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas).

O levantamento e avaliação dos poluentes atmosféricos no município de Criciúma e região, é fundamental para o desenvolvimento de programas de controle da poluição do ar, bem como de vários outros propósitos que dentre eles podem ser citados:

- conhecer a atual qualidade do ar verificando seu enquadramento aos padrões vigentes;

- desenvolvimento de estratégias de controle da poluição do ar;
- criar bancos de dados com informações básicas que possam subsidiar estudos dos efeitos nocivos junto a saúde pública, animais, plantas e materiais em geral, e desenvolvimento de atividades de pesquisa;

Atualmente existem 02 (duas) estações de monitoramento da qualidade do ar em operação no município de Criciúma, SC, sendo que cada uma possui dois equipamentos de medição, um para Partículas Totais em Suspensão e outro para Gases.

Estão previstas ainda a instalação de mais 04 (quatro) estações, duas para medição de PTS, complementando a rede já existente, uma para medição de SO₂ contínuo e uma direcionada para o monitoramento da concentração de fumaça e gases provenientes de veículos automotores.

7.5.1 - Resultados do Monitoramento

Os resultados obtidos no monitoramento demonstram que a qualidade do ar no município, bairros Centro e Boa vista, referentes ao período de 1993-95, estão na faixa dos padrões estabelecidos pela legislação estadual (FATMA) e nacional (CONAMA) em vigor, como demonstram as Tabelas 8 e 9 e respectivos gráficos. Esses dados comparando-se com os levantados em 1982 comprovam a melhoria da qualidade do ar (média anual), conforme Tabela 10 e respectivo gráfico

Tabela 8 - Resultados do monitoramento da qualidade do ar no bairro Centro, período 1994-95.

Partículas Totais em Suspensão	Padrão Média Anual [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Máx. Diária [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. Diária [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Estação 02	80	71,3125	240	243,5480
Estação 04	80	75,0051	240	147,8810

Partículas Totais em Suspensão

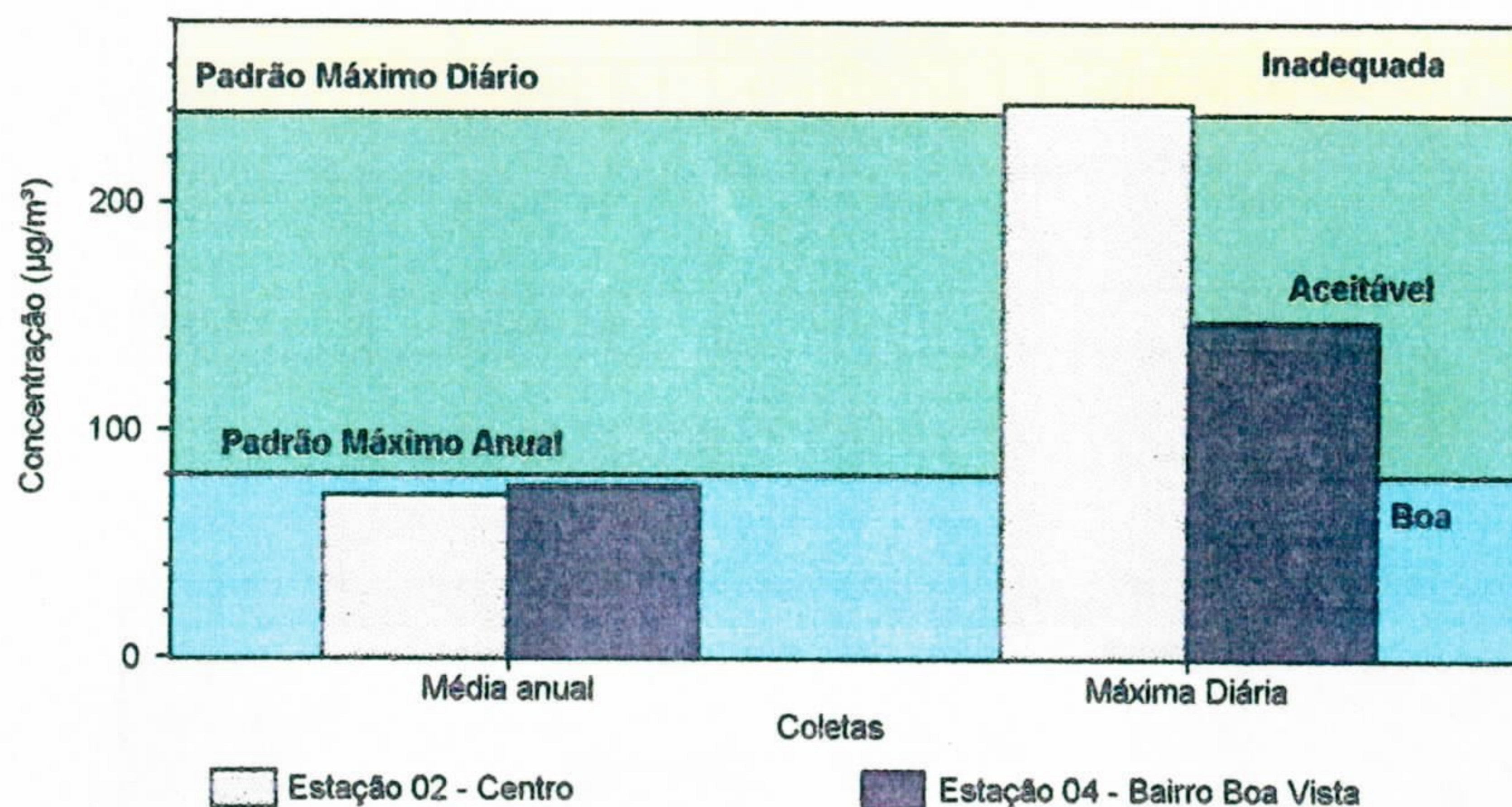


Tabela 9 - Resultados do monitoramento da qualidade do ar no bairro Boa Vista, período 1993-95.

Dióxido de Enxofre	Padrão Média Anual [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Máx. Diária [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. Diária [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Estação 02	80	25,8728	365	156,7797
Estação 04	80	38,0936	365	206,2826

Dióxido de Enxofre

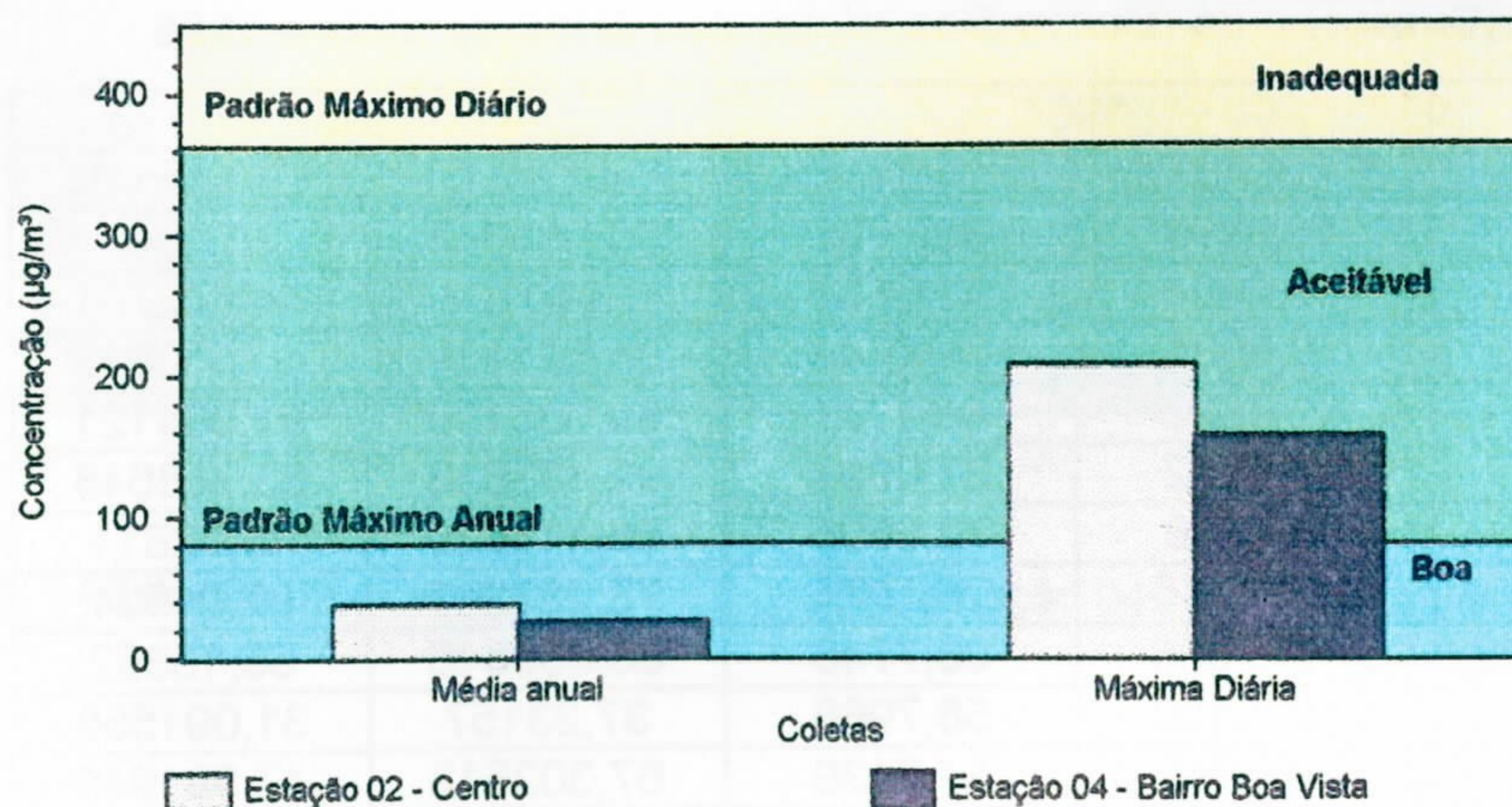
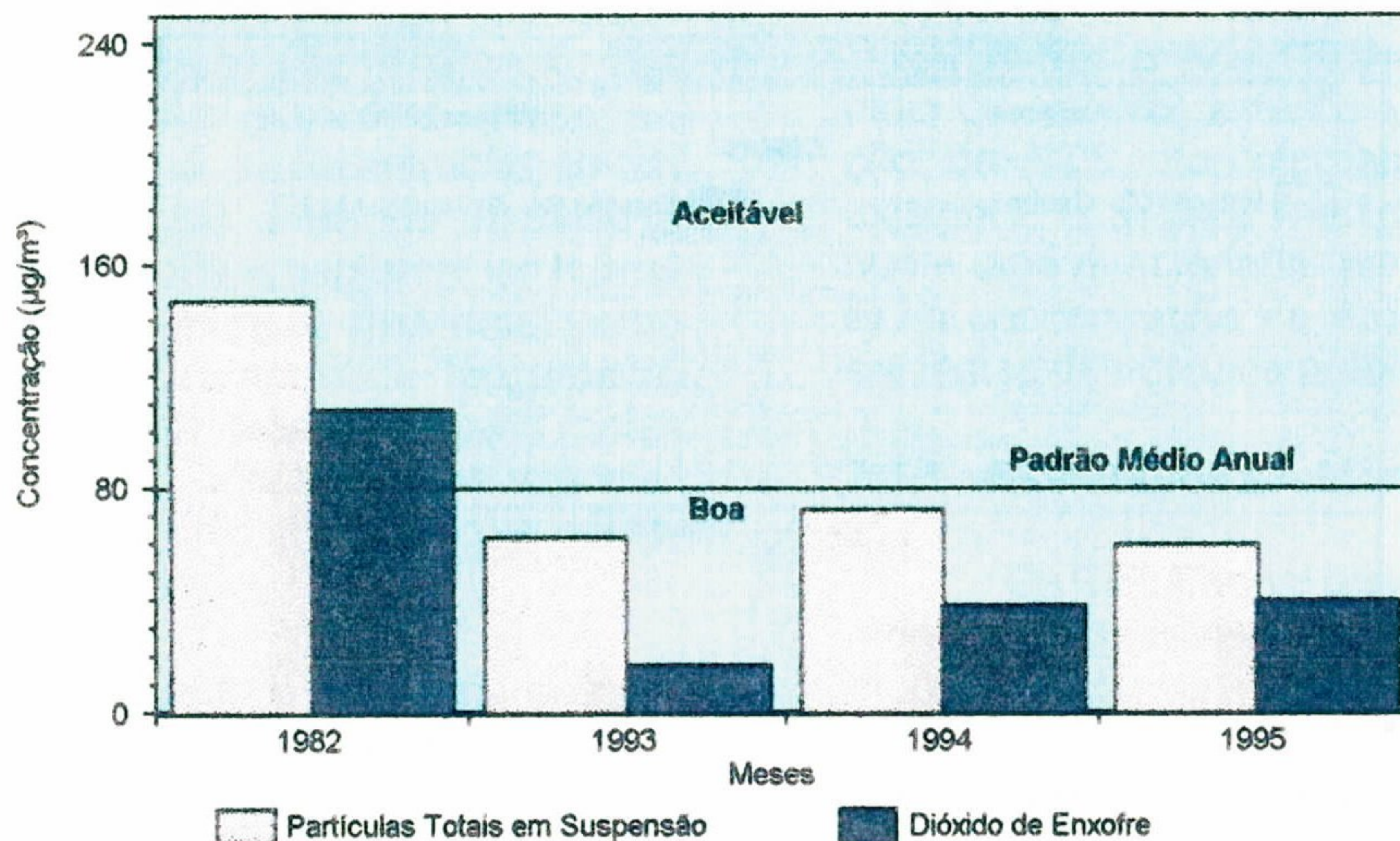


Tabela 10 - Dados do monitoramento da qualidade do ar no município de Criciúma comparando médias anuais dos anos de 1982 e 1993-95, para partículas totais em suspensão e dióxido de enxofre.

Poluente	Padrão Média Anual [] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	[] 1982 (1) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	[] 1993 (2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	[] 1994 (2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	[] 1995 (2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão	80	146,62	61,9968	72,1381	59,4302
Dióxido de Enxofre	80	107,67	16,4463	37,5637	39,4652

(1) Dados do Projeto ECP; (2) Dados FUCRI/UNESC/NUPEA



Os dados das médias mensais (1994 - 1995) das estações de monitoramento da qualidade do ar, Estação 02 - Centro e Estação 04 - Boa Vista, nos parâmetros de Partículas em Suspensão e Dióxido de Enxofre não registraram problemas quanto ao aten-

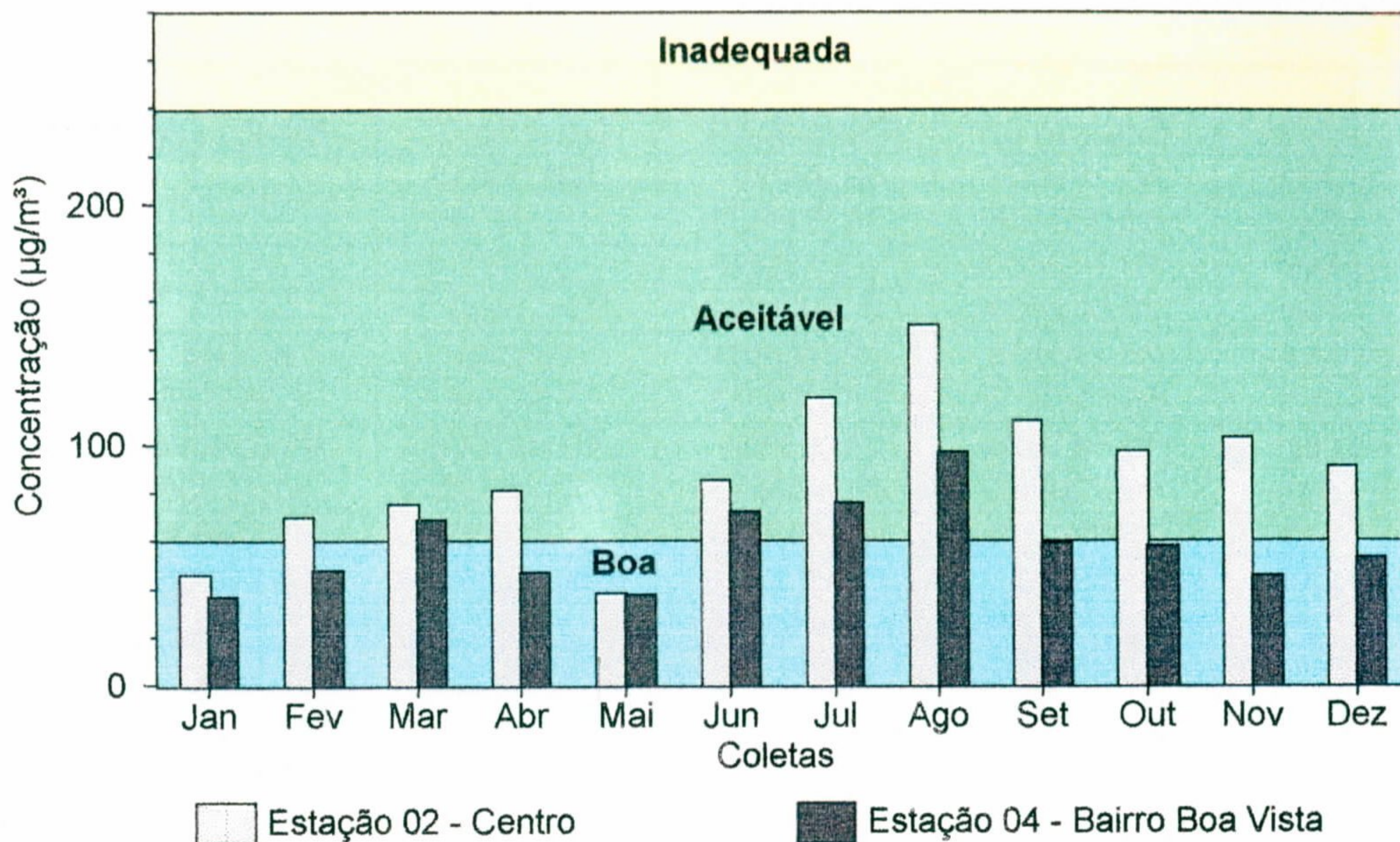
dimento aos padrões da legislação. Observando os gráficos podemos avaliar que existe uma tendência favorável de diminuição da concentração dos poluentes atmosféricos.

Tabela 11 - Média mensal das concentrações de material particulado das estações 02 (Centro) e 04 (Bairro Boa Vista) dos anos de 1994 a 1995.

	1994		1995	
	Estação 02	Estação 04	Estação 02	Estação 04
Jan	45,6593	36,5725	66,858643	28,1001
Fev	69,6164	47,5837	39,40701	44,442701
Mar	75,0335	68,4844	65,621179	46,350313
Abr	81,0523	46,8771	89,306189	91,984121
Mai	37,9282	37,3994	92,183633	83,358548
Jun	84,9739	72,0605	66,443829	45,52811
Jul	119,4415	75,7235	73,233247	97,91821
Ago	149,7606	96,7746	66,639846	55,15352
Set	109,7130	58,7966	37,23157	31,091558
Out	97,2689	57,7139	67,302513	47,981948
Nov	102,6078	45,2915		
Dez	90,5526	52,5653		

Partículas Totais em Suspensão

1994



Partículas Totais em Suspensão

1995

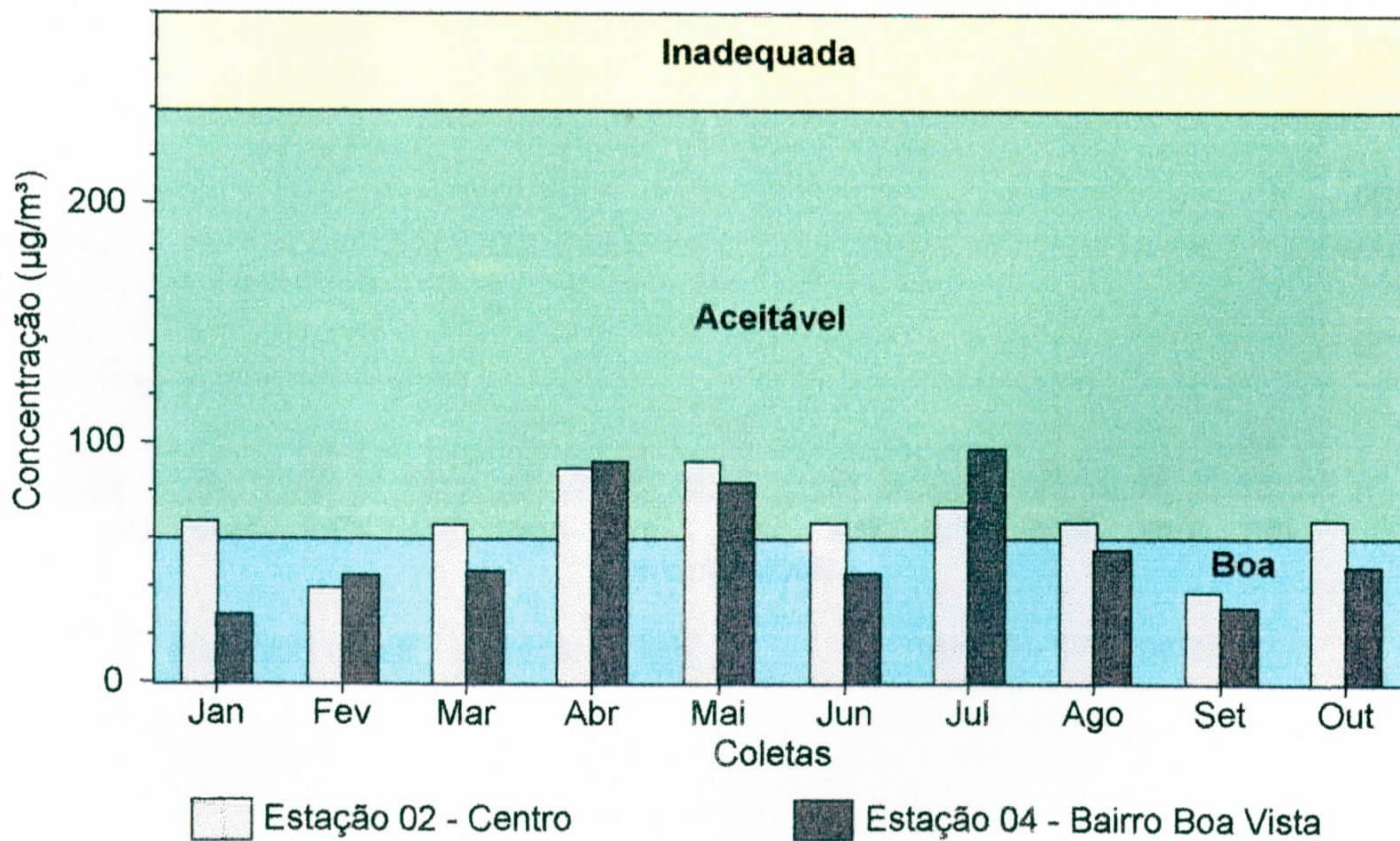
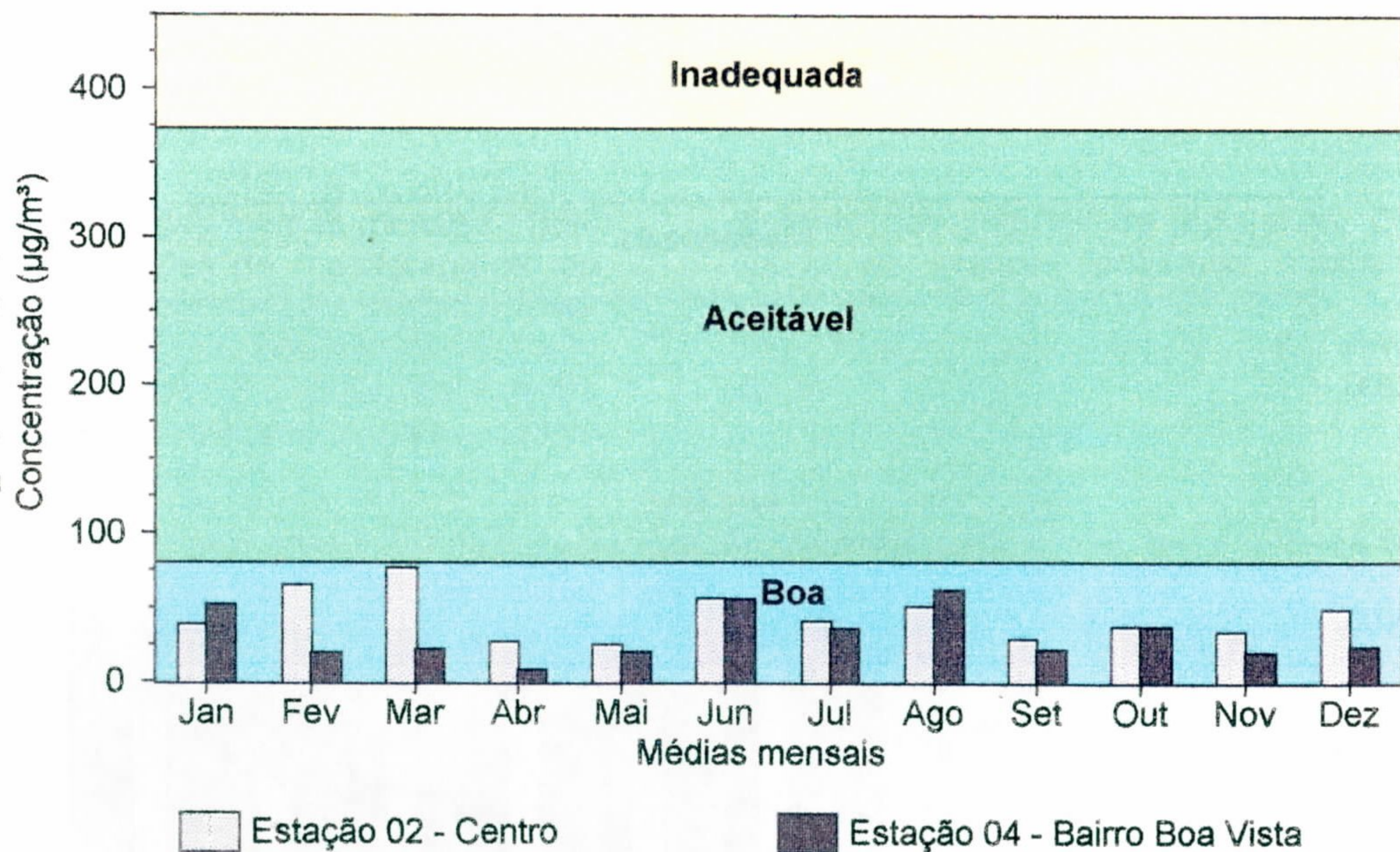


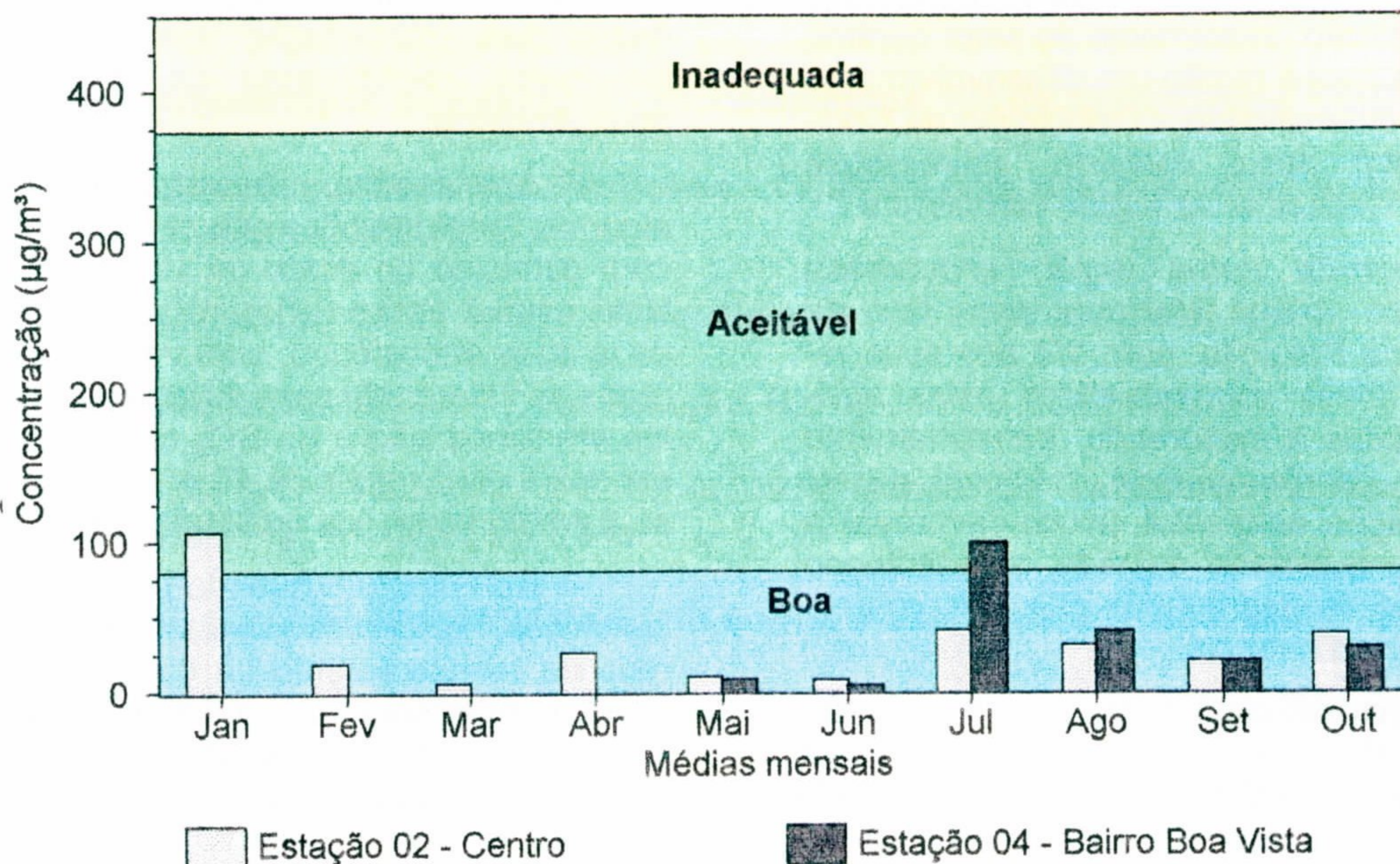
Tabela 12 - Média mensal das concentrações de dióxido de enxofre das estações 02 (Centro) e 04 (Bairro Boa Vista) dos anos de 1994 a 1995.

	1994		1995	
	Estação 02	Estação 04	Estação 02	Estação 04
Jan	38,169507	52,298337	106,56815	
Fev	65,035455	19,509553	18,4738	
Mar	76,715483	22,16054	5,6137	
Abr	26,902908	8,0018275	25,7425	
Mai	25,276928	19,982884	9,5398	8,2544
Jun	55,960873	55,748973	7,32774	4,166725
Jul	40,441005	35,53634	40,441005	98,834675
Ago	50,723735	61,438513	30,46828	40,15658
Set	28,894313	21,787623	20,0615	20,115575
Out	36,8273	37,072207	37,97456	29,09268
Nov	33,78226	19,5461		
Dez	48,451367	23,69235		

Dióxido de Enxofre 1994



Dióxido de Enxofre 1995



A avaliação dos trabalhos de monitoramento dos poluentes atmosféricos realizados até o presente momento é muito favorável no que se refere a qualidade do ar e suas tendências, principalmente quando comparados aos dados levantados em 1982 (Projeto ECP) como demonstraram as tabelas e gráficos anteriores. Esta melhoria foi causada por algumas medidas como os planos de licenciamento e controle ambiental, com instalações de equipamentos anti-poluentes, pavimentação das ruas que na maioria das

vezes eram revestidas com rejeitos de carvão, desativação de coqueiras nas áreas urbanas, cobertura de depósitos de rejeitos do beneficiamento de carvão reduzindo sensivelmente a queima espontânea da pirita.

Algumas destas medidas foram exigidas pelos órgãos de controle e fiscalização ambiental junto as empresas, e outras melhorias são provenientes do próprio desenvolvimento e planejamento do município.

8 - Conclusões e Recomendações

A exploração do carvão mineral durante os últimos 50 anos e mais recentemente o expressivo crescimento do setor cerâmico, trouxe para a região um desenvolvimento industrial diversificado. O município de Criciúma dentro deste contexto, sobressai-se como polo industrial da região carbonífera.

Inserida numa região enquadrada como Área Crítica Nacional para fins de Controle da Poluição, com 2/3 dos seus recursos hídricos comprometidos pelas atividades ligadas à exploração, beneficiamento e uso do carvão mineral, Criciúma possui uma situação ambiental pouco favorável a um a boa qualidade de vida, apresentando um quadro de degradação que compromete seus recursos naturais.

A classificação das fontes quanto ao Potencial Poluidor, mostra a fragilidade das condições ambientais neste município, uma vez que 48% das atividades classificadas apresentaram alto potencial poluidor, para água, 41% para o ar e 38% com relação aos resíduos sólidos gerados.

São classificadas com alto potencial poluidor para ar, água e solo, as seguintes atividades: beneficiamento de carvão mineral, cerâmica, coquearias com beneficiamento de matéria-prima, indústrias de fundição, metal-mecânica com tratamento químico superficial ou galvanotécnico, e curtumes. Dentre estas, sem dúvida as mais problemáticas, são as atividades de beneficiamento de carvão, uma vez que a grande vazão de água necessária para esta atividade (aproximadamente 2m³/t carvão beneficiável), somados à quantidade de resíduos gerados, (aproximadamente 75% do carvão bruto), constituem numa fonte poluidora difícil de ser controlada.

As extensas áreas necessárias para disposição destes resíduos favorecem a formação de águas ácidas, emissão de gases tóxicos (devido a auto-combustão), e material particulado devido a ação eólica sobre as pilhas. Além disso, o escoamento superficial, que causa a lixiviação da pirita, provoca a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, tanto pela acidificação e contaminação das águas por metais, como pelo assoreamento dos cursos d'água. As

demais atividades classificadas com alto potencial poluidor, oferecem maiores facilidades para implantação dos sistemas de tratamento, minimizando os impactos no meio ambiente.

Apesar disto, este trabalho apresenta algumas considerações que devem ser vistas com otimismo no ponto de vista ambiental. Uma destas observações refere-se à qualidade do ar atmosférico, uma vez que comparados os valores de concentração de partículas em suspensão e de SO₂ com os valores obtidos a pouco mais de 10 anos, comprova-se a melhoria em sua qualidade.

No entanto buscando preservar estas condições, existe a necessidade de ampliar a rede de monitoramento da qualidade do ar, estendendo-a para os bairros mais suscetíveis à poluição atmosférica. Para o ano de 1996, está previsto a instalação de mais três estações de monitoramento a serem localizados no Distrito Industrial da Quarta Linha, no Bairro Próspera e outra no Terminal Urbano do Centro de Criciúma, onde será analisado também o índice de fumaça, além de material particulado e SO₂.

O mapa de fontes de poluição mostra claramente que a maioria das indústrias responsáveis pela poluição sonora, situam-se próxima as zonas residenciais, o que tem causado problemas devido a interesses conflitantes. Desta forma, é fundamental que se realize um mapeamento dos níveis de ruídos produzidos, para que se possa subsidiar a ação dos órgãos competentes.

Pela relevância dos dados aqui apresentados, e, principalmente, pelo fato deste trabalho ter sido desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, da qual participam técnicos responsáveis pela fiscalização e controle da poluição, bem como técnicos responsáveis pelo planejamento regional e urbano, é fundamental que as informações geradas através deste documento, embasem as ações das autoridades municipais e estaduais, para que com isto, a comunidade continue desfrutando de uma boa qualidade de vida e que cada vez mais haja harmonia entre desenvolvimento urbano/industrial e preservação ambiental.

9 - Referências Bibliográficas

- ABES - Associação Brasileira Sanitária e Ambiental. 1984. **Carvão Mineral e Controle Ambiental: relatório fase 2.** s.l. 68p.
- ABNT. 1987. **Amostragem de Resíduos - Procedimentos.** Rio de Janeiro (NBR 10007)
- ABNT. 1987. **Aterros de Resíduos Perigosos - Critérios para projetos, construção e operação.** Rio de Janeiro (NBR 10157)
- ABNT. 1987. **Lixiviação de Resíduos - Procedimentos.** rio de janeiro (NBR 10005)
- ABNT. 1987. **Resíduos Sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro (NBR 10004)
- BRAILE, P. M. C. & CAVALCANTI, J. E. W. A., 1979. **Manual de Tratamento de Águas residuais Industriais.** 18. ed. CETESB. 764p.
- CETESB. 1975. **Poluição Industrial na Bacia do Rio Aranranguá, SC.** São Paulo, 109p.
- CETESB. 1979. **Níveis de Poluição Sonora na Região da Grande São Paulo.** São Paulo.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. 1992. **Resolução CONAMA 1984/1991.** 4. ed. Brasília: IBAMA. 245p.
- FATMA. 1989. **Legislação Ambiental Básica.** Florianópolis. 49p.
- MACYNTYRE, A. J. 1990. **Ventilação Industrial e Controle da Poluição.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 103p.
- Programa de Recuperação Ambiental da Região Sul de Santa Catarina: Correção da poluição do Sistema Hídrico - Projeto H - Sangão. 1982. s.l.:s.n. 420p.
- UFRGS. 1978 **Estudos sobre o Impacto Impacto Ecológico da Mineração e do Beneficiamento do Carvão na Região Sul de Santa Catarina.** Porto Alegre. 337 p.

**Mapa de Fontes de Poluição
do Município de Criciúma - SC**

Escala 1:100.000



O Serviço Geológico do Brasil

PROGESC PROGRAMA DE INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A GESTÃO TERRITORIAL DE SANTA CATARINA

Legenda

EMISSIONES ATMOSFÉRICAS

POTENCIAL POLUIDOR

- Empresa emite gases poluentes e material particulado
- Empresa produz somente material particulado
- Empresa produz emissões odoríferas
- Empresa não produz emissões atmosféricas

CONTROLE DE POLUIÇÃO

- Não possui sistema de tratamento
- Possui sistema de remoção de material particulado
- Possui sistema de remoção de gases e material particulado

RESÍDUOS SÓLIDOS

POTENCIAL POLUIDOR

- Geração de Resíduos Perigosos ou grande quantidade de Não Inertes
- Geração de Resíduos Inertes em grande quantidade ou pequena quantidade de Não Inertes
- Geração de Resíduos Inertes em quantidades moderadas

Disposição de Resíduos Domésticos

Disposição de Resíduos Hospitalares

Olaria c/uso carvão mineral

Olaria s/uso carvão mineral

Mina de carvão de sub-solo

Mina de carvão a céu aberto

Beneficiamento de carvão

Posto de abastecimento, lavagem e lubrificação de veículos

Fonte de poluição sonora

Hospitais e casas de saúde

Estação de monitoramento da qualidade do ar

Estação de monitoramento da qualidade do ar (prevista)

CE-02 Estação de monitoramento da qualidade da água

Rejeitos

Estradas

Rios principais

EFLUENTES LÍQUIDOS

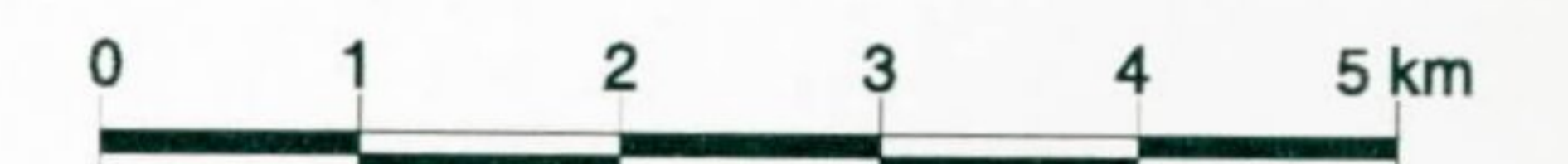
POTENCIAL POLUIDOR

- Fontes com alto potencial poluidor
- Fontes com médio potencial poluidor
- Fontes com baixo potencial poluidor
- Fontes com potencial poluidor virtualmente ausente

CONTROLE DE POLUIÇÃO

- Não possui sistema de tratamento dos efluentes
- Possui sistema parcial para tratamento dos efluentes
- Possui sistema completo de tratamento de efluentes

Tipologia das fontes poluidoras (de 1 a 29 - Quadro 1)



Coordenação : **Antonio S.J. Krebs**
Mapa Executado por : **Ana Cláudia Vieiro**
Nadja Zim Alexandre
Antonio S. J. Krebs
Christiano P. Prado

Edição : **Christiano P. Prado**
Luis E. Giffoni

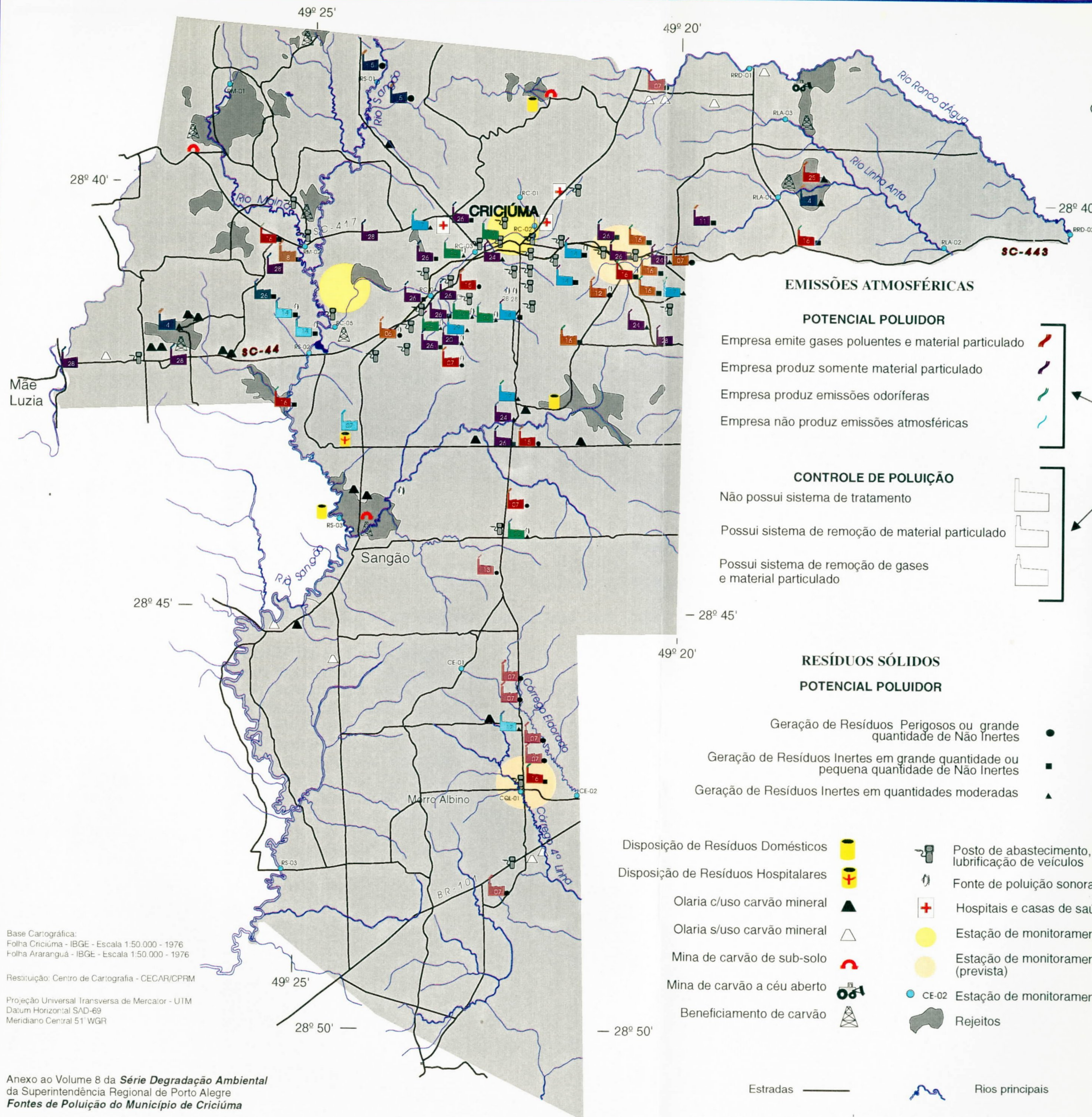
República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
PROGRAMA DE INFORMAÇÕES PARA A GESTÃO TERRITORIAL - GATE

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
PROGESC
Projeto Cartas Temáticas Multidisciplinares para Reavaliação do Plano Diretor do Município de Criciúma - SC

MAPA DE FONTES DE POLUIÇÃO DO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA

Escala : 1:100.000

Data : dez/95



Base Cartográfica:
Folha Criciúma - IBGE - Escala 1:50.000 - 1976
Folha Araranguá - IBGE - Escala 1:50.000 - 1976

Restituição: Centro de Cartografia - CECAR/CPRM

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal SAD-69
Meridiano Central 51 WGR

Anexo ao Volume 8 da **Série Degradação Ambiental** da Superintendência Regional de Porto Alegre
Fontes de Poluição do Município de Criciúma

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A GESTÃO TERRITORIAL - GATE

Objetivam a criação de produtos relacionados ao meio físico e às gestões ambientais, destinados a subsidiar tecnicamente as decisões dos planejadores e administradores dos diversos tipos de espaços geográficos do território nacional.

As publicações decorrentes dessa linha de atuação da CPRM apontam contribuições das mais diversas áreas do conhecimento ao interesse da ocupação e aproveitamento do meio ambiente, respeitado o condicionamento do meio físico.

Nesse contexto, as publicações foram agrupadas consoante os temas a seguir discriminados:

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS
SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
SÉRIE DOCUMENTAÇÃO
SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL
SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS
SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS
SÉRIE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Caracterização Geomorfológica - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.
- Vol. 02 - Caracterização Pedológica - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.
- Vol. 03 - Uso da Terra e Caracterização da Cobertura Vegetacional - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.
- Vol. 04 - Dinâmica do Processo Erosivo - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
 - Vol. 02 - Pedologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
 - Vol. 03 - Geologia do Município de Parobé - RS. 1994.
 - Vol. 04 - Geomorfologia do Município de Parobé - RS. 1994.
 - Vol. 05 - Pedologia do Município de Parobé - RS. 1994.
 - Vol. 06 - Cobertura Vegetal do Município de Parobé - RS. 1994.
 - Vol. 07 - Geologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
 - Vol. 08 - Geomorfologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
 - Vol. 09 - Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha - RS. 1994.
 - Vol. 10 - Formações Superficiais do Município de Estância Velha - RS. 1994.
 - Vol. 11 - Pedologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
 - Vol. 12 - Vegetação e Uso Atual do Solo do Município de Criciúma - SC. 1994.
 - Vol. 13 - Áreas de Proteção Legal no Município de Criciúma - SC. 1995.
 - Vol. 14 - Pedologia do Município de Criciúma - SC. 1995.
 - Vol. 15 - Vegetação do Município de Xangri-Lá - RS. 1995
 - Vol. 16 - Cobertura Vegetal do Município de Triunfo - RS. 1995.
 - Vol. 17 - Cobertura Vegetal da Área da Sede do Município de Triunfo - RS. 1995.
 - Vol. 18 - Geologia do Município de Xangri-Lá - RS. 1995.
 - Vol. 19 - Cobertura Vegetal do Município de Eldorado do Sul - RS. 1995.
 - Vol. 20 - Solos do Município de Xangri-Lá - RS. 1995
 - Vol. 21 - Declividade do Município de Criciúma - SC. 1995
 - Vol. 22 - Situação Legal das Áreas Mineradas no Município de Criciúma - SC. 1995
-

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar de Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre - RS. 1994.

Vol. 03 - Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 04 - Catástrofe de Igrejinha - RS. 1994.

Vol. 05 - Catástrofe de Nova Hartz - RS. 1994.

Vol. 06 - Avaliação Geofísica da Pluma Poluidora Gerada por um Depósito de Lodo de Curtume - Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 07 - Geofísica Aplicada à Detecção da Contaminação das Águas Subterrâneas no Depósito de Lixo de Alvorada - RS. 1995.

Vol. 08 - Fontes de Poluição no Município de Criciúma - SC. 1995.

Vol. 09 - Áreas Degradadas pela Atividade Mineira no Município de Criciúma - SC. 1995.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas - Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

Vol. 01 - Espeleologia, Inventário de Cavidades Naturais, Região de Matozinhos, Mocambeiro - MG. 1994.

SÉRIE DOCUMENTAÇÃO

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Documentação Básica Do Projeto - Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - PROTEGER - Sinopse dos Trabalhos Realizados. RS. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana do Recife - PE. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.

Vol. 02 - Subsídios para Caracterização do Meio Físico - Informações Básicas. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Fortaleza. CE. 1994.

Vol. 02 - Índice de Informações Cartográficas - Região Costeira do Ceará - CE. 1994.

Vol. 03 - Índice de Informações Cartográficas - Região do Cariri - CE. 1994.

SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Socioeconomia, Zoneamento Geomorfológico, Geologia, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Caracterização dos Solos e Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Capim Branco - MG. 1994.
- Vol. 02 - Hidrologia (Uso das Águas Subterrâneas), Hidrogeologia (Favorabilidade à Exploração de Água Subterrânea), Geotecnia (Zoneamento Geotécnico), Espeleologia e Declividade do Município de Capim Branco - MG. 1994.
- Vol. 03- Cartografia Geotécnica de Planejamento - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG. 1994
- Vol. 04 - Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas com Vista a Aplicação no Mapeamento Urbano. MG. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Diagnóstico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 02 - Cobertura Vegetal e Ocupação Atual do Solo da Área de Influência da Barragem Olaria Velha e da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 03 - Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 04 - Adequação do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 05 - Isodeclividade da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 06 - Áreas de Inundação, Alagamento e Banhados da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 07 - Isodeclividade do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 08 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 09 - Áreas com Restrição à Mineração do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 10 - Áreas com Maior Favorabilidade à Mineração e Menor Risco Ambiental do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 11 - Isodeclividade do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 12 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 13 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 14 - Áreas de Proteção do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 15 - Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 16 - Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 17 - Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 18 - Diagnóstico Preliminar dos Aspectos Ambientais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. 1994.
- Vol. 19 - Seleção Preliminar de Áreas para o Futuro Distrito Industrial do Município de Nova Santa Rita - RS. Estudo Geológico-Geotécnico. 1995.
- Vol. 20 - Alternativas Locacionais para Áreas Industriais e Tratamento de Esgotos Domésticos do Município de Portao - RS. Subsídios à Elaboração do Plano Diretor. 1995.
- Vol. 21 - Subsídios à Avaliação de Áreas Potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller - SC. 1995.
- Vol. 22 - Diagnóstico da Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos do Litoral Norte e Médio do Estado do Rio Grande do Sul. 1995.
- Vol. 23 - Áreas de Proteção Legal no Município de Xangri-Lá - RS. 1995
- Vol. 24 - Seleção de Áreas para Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS - Mapeamento das Áreas Favoráveis - Etapa 1. 1995

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Metodologia para Estudos Neotectônicos Regionais. Caso João Câmara. RN. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Salvador

- Vol. 01 - Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. Informações Básicas do Meio Físico. BA. 1994.
 - Vol. 02 - Área de Proteção Ambiental de Mangue Seco. Plano Manejo. BA. 1994.
-

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

Vol. 01 - Áreas Naturais sob Proteção - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.

Vol. 02 - Cartas Temáticas de Planejamento da Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

Vol. 01 - Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza - CE. 1995.

SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Turismo Geocientífico: Uma Viagem no Tempo - PE. 1994.

SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - Monitoramento Hídrico da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.

Vol. 03 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz - RS. 1994.

Vol. 04 - Avaliação Geofísica das Águas Subterrâneas no Balneário de Capão Novo - RS. 1994.

Vol. 05 - Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma - SC. 1994.

Vol. 06 - Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma - SC. Relatório Final. 1995.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife - PE. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

Vol. 01 - Vulnerabilidade Natural das Unidades Aquíferas da Região do Cariri - CE. 1995

SÉRIE RECURSOS MINERAIS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Parobé - RS. 1994.

Vol. 02 - Áreas Mineradas para Carvão - Município de Criciúma - SC. 1994.

Vol. 03 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Insumos Minerais no Sertão do Pajeú: Calcários e Mármore. PE. 1994.

Vol. 02 - A Mineração na Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Vol. 03 - A Atividade Extrativa Mineral em Jaboatão dos Guararapes. PE. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos da Região Metropolitana de Fortaleza - CE. 1994.

Vol. 02 - Diagnóstico Geoeconômico - Acopiara - CE. 1995.

Vol. 03 - Diagnóstico Geoeconômico - Banabuiú - CE. 1995.

Vol. 04 - Avaliação da Potencialidade Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe - CE. 1995.

Vol. 05 - Minerais Não Metálicos - Região do Cariri - CE. 1995.

Vol. 06 - Diagnóstico Geoeconômico - Maranguape - CE. 1995.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Sede

SGAN - 603 - Módulo "I" - 1º andar - Cep: 70830.030 -
Brasília - DF
Telefones: (061)312-5252 - (061)223-5253 (PABX)
Telex: 611355 - Fax: (061)225-3985

Escritório Rio

Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep: 22292.240 -
Rio de Janeiro - RJ
Telefone: (021)295-0032 (PABX)
Telex: 2122685 - 2132525 - Fax: (021)295-6347

Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos

Telefone: (021)295-6647
Fax: (021)295-6347

Coordenação Nacional do GATE

Telefones: (021)295-6797 - (021)295-6147
Fax: (021)295-6347

Centro de Documentação Técnica

Telefone: (021)295-5897
Fax: (021)295-6347

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095.110 -
Belém - PA
Telefones: (091)226-6512 - (091)226-4020 (PABX)
Telex: 911149 - Fax: (091)246-4020

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140.002 -
Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)261-3037 - (031)261-5977 (PABX)
Telex: 311011 - Fax: (031)226-5585

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74170.110 -
Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1709 - (062)281-1522 (PABX)
Fax: (062)281-1709

Superintendência Regional de Manaus

Av. Carvalho Leal, 1017 - Cachoeirinha -
Cep: 69065.001 - Manaus - AM
Telefones: (092)622-4387 - (092)622-4723(PABX)
Telex: 922265 - Fax: (092)622-2977

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840.030 -
Porto Alegre - RS
Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311 (PABX)
Fax: (051)233-7772

Superintendência Regional de Recife

Av. Beira Rio, 45 - Madalena - Cep: 50610.100 -
Recife - PE
Telefones: (081)228-2988 - (081)227-0277 (PABX)
Telex: 811368 - Fax: (081)228-2142

Superintendência Regional de Salvador

Av. Ulisses Guimarães, 2862
Centro Administrativo da Bahia - Cep: 41213.000 -
Salvador - BA
Telefones: (071)371-4005 - (071)230-9977 (PABX)
Telex: 711182 - Fax: (071)371-4005

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Domingos de Moraes, 2463 - Vila Mariana -
Cep: 04035.000 - São Paulo - SP
Telefones: (011)570-2094 - (011)549-1133 (PABX)
Telex: 1123758 - Fax: (011)549-1565

Residência de Fortaleza

Av. Santos Dumont, 7700 - 4º andar - Papicu -
Cep: 60150.163 - Fortaleza - CE
Telefone: (085)265-1288 (PABX)
Telex: 851532 - Fax: (085)265-2212

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques -
Cep: 78904.300 - Porto Velho - RO
Telefone: (069)223-3284 (PABX)
Telex: 0692124 - Fax: (069)221-3465
