

---

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE - SDM  
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DA AGRICULTURA - SDA

***PLANO DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DA BACIA DO  
RIO ARARANGUÁ***

***ZONEAMENTO DA DISPONIBILIDADE E DA QUALIDADE HÍDRICA***



Apoio Financeiro - Secretaria de Recursos Hídricos - SRH - MMA

Criciúma - 1997

## **PLANO DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ**

### **ZONEAMENTO DA DISPONIBILIDADE E DA QUALIDADE HÍDRICA**

- Volume I - Documento Síntese
- Volume II - Caracterização Hidrológica
- Volume III - Análise das Características Físicas
- Volume IV - Disponibilidade das Águas Superficiais
- Volume V - Usuários e Fontes de Poluição**
- Volume VI - Cadastro de Indústrias e de Mineradoras
- Volume VII - Cadastro Geral de Irrigantes
- Volume VIII - Cadastro Individual de Irrigantes
- Volume IX - Avaliação Preliminar do Potencial Hidrogeológico  
Cadastro de Poços Tubulares Profundos  
Usuários de Águas Subterrâneas

Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente/Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura.

Plano de gestão e gerenciamento da bacia do Rio Araranguá - zoneamento da disponibilidade e da qualidade hídrica. Florianópolis, 1997.

9v.

1. Recursos hídricos - Santa Catarina. I. Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. II. Título.

CDU 556.51 (816.4)

*Mapa*

---

*Verso Mapa*

---



GOVERNADOR DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Paulo Afonso Evangelista Vieira

VICE-GOVERNADOR DO ESTADO DE SANTA CATARINA

José Augusto Hulse

-----

SECRETÁRIO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO  
AMBIENTE

Ademar Frederico Duwe

SECRETÁRIO ADJUNTO

Neuzildo Borba Fernandes

DIRETORIA DE RECURSOS NATURAIS E GESTÃO AMBIENTAL - SDM  
GERENTE DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Ciro Loureiro Rocha

-----

SECRETÁRIO DE ESTADO  
DO DESENVOLVIMENTO RURAL E DA AGRICULTURA

Gelson Sorgato

SECRETÁRIO ADJUNTO

Aldair Kozuchovski

DIRETOR DE RECURSOS NATURAIS - SDA

José Antônio da Silva

---

Verso folha governo

## **VOLUME V**

### **USUÁRIOS E FONTES DE POLUIÇÃO**

#### **COORDENAÇÃO GERAL**

##### **SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE**

Fís. Héctor Raúl Muñoz Espinosa - (Diretor da Dima/SDM até maio/97)

Engº Ciro Loureiro Rocha - Gerente da Gehid/Dima/SDM

#### **PARTICIPAÇÃO**

Engº André Labanowski - Gehid/Dima/SDM

Geóg. Rui Batista Antunes

#### **COORDENAÇÃO DA EXECUÇÃO**

##### **INSTITUTO CEP/SC**

Engº Agrº Jairo Afonso Henkes - Secretário Executivo

Econ. Vitório Manoel Varaschin - Gerente da GPO

Engº Agrº Walter Antônio Casagrande - Gerente do Projeto

Engº Agrº José Maria Paul, M.Sc.

#### **EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL**

##### **UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE-UNESC /NÚCLEO DE PESQUISAS AMBIENTAIS-NUPEA**

Eduardo de Oliveira Nosse - Engenheiro Químico

Marcos Bianchini - Engenheiro Químico

Nadja Zim Alexandre - Química

João Oto Schimitz Júnior - Químico

Claudio Ricken - Técnico em Química

Dion Loi Cordova - Auxiliar de Amostragem

Fabiano Luiz Neris - Desenhista

Jacira Silvano - Digitação

##### **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM /SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE**

Antônio Silvio Jornada Krebs - Geólogo

Lindomar Santos - Técnico em Mineração

José Luiz da Silva - Técnico em Perfuração

Arnaldo Corrêa - Técnico em Perfuração

Verso ficha técnica

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
METODOLOGIA DO CADASTRAMENTO .....	14
Cadastro de Mineradoras.....	16
Cadastro de Indústrias.....	17
METODOLOGIA UTILIZADA PARA ENQUADRAMENTO DO POTENCIAL POLUIDOR.....	18
Efluentes Líquidos.....	19
Emissões Atmosféricas.....	19
Resíduos Sólidos .....	20
SITUAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ .....	21
Poluição das águas.....	21
Poluição atmosférica.....	22
Poluição por resíduos sólidos.....	23
ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS.....	23
Poder Público Estadual.....	23
TIPOLOGIA DAS FONTES POLUENTES.....	28
Mineração do Carvão .....	28
Drenagem de mina e beneficiamento.....	28
Depósitos de Rejeitos .....	29
Rejeitos gerados na mineração a céu aberto.....	29
Rejeitos Gerados no Beneficiamento.....	30
Qualidade da água .....	33
Qualidade do ar .....	34
Produtos da combustão espontânea da pirita.....	35
Qualidade do solo.....	36
Sistemas de Controle.....	37
Coquerias.....	40
Sistema de Controle .....	43
Cerâmica .....	44
Características das Águas Residuais.....	45
Resíduos Sólidos .....	46
Emissões Atmosféricas.....	48
Sistema de Controle .....	49
Emissões atmosféricas.....	49
Colorifícios - Fritas Metálicas .....	49
Curtume .....	51
Tratamento de Efluentes .....	52
Emissões atmosféricas.....	53
Lavanderias.....	53
Características gerais dos despejos .....	54
Sistema de tratamento de efluentes.....	55
Indústrias Químicas Inorgânicas .....	56
Indústria Metal-mecânica.....	57
Emissões atmosféricas.....	60
Indústrias de Fundação .....	61
Beneficiamento de Cereais.....	63
Lavação de Veículos .....	64

CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POLUENTES .....	67
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	68
Fontes de Poluição.....	68
Usuários da Água.....	73
Consumo de Água Industrial .....	73
Consumo de Água Industrial no Município de Araranguá.....	74
Consumo de Água Industrial no município de Criciúma.....	77
Consumo de Água Industrial no Município de Forquilha.....	80
Consumo de Água Industrial no Município de Jacinto Machado.....	81
Consumo de Água Industrial no Município de Maracajá.....	83
Consumo de Água Industrial no Município de Meleiro.....	84
Consumo de Água Industrial no Município de Nova Veneza.....	86
Consumo de Água Industrial no Município de Siderópolis.....	87
Consumo de Água Industrial no município de Timbé do Sul.....	88
Consumo de Água Industrial no município de Turvo.....	89
Consumo de Água para Abastecimento Urbano.....	91
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	93

## **ÍNDICE DE QUADROS**

1 - Matriz informativa sobre impacto ambiental das atividades ligadas à exploração do carvão mineral.....	28
2 - Composição básica dos carvões .....	30
3 - Classificação dos resíduos sólidos gerados na indústria cerâmica.....	47
4 - Composição química do lodo da esmaltação .....	48
5 - Principais contaminantes atmosféricos emitidos no processo cerâmico.....	49
6 - Apresenta as principais alternativas para tratamento dos efluentes líquidos utilizadas nas indústrias da região.....	49
7 - Composição média dos efluentes do tanque de maceração/parboilização de arroz. ....	63
8 - Composição média dos efluentes do arraste hidráulico das cinzas (após clarificação) .....	64

## ***INTRODUÇÃO***

Os estudos realizados na bacia do rio Araranguá , na região sul de Santa Catarina, visando à implementação do Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá, demonstram a existência de uma situação ambiental alarmante, principalmente na sub-bacia do rio Mãe Luzia. Esta situação deve-se às atividades ligadas à mineração, beneficiamento, uso e transformação do carvão. Alia-se a isso a tipologia das indústrias da região, a disposição de lixo em locais inadequados, a falta de saneamento básico e o uso e ocupação desordenada do solo destinado à agricultura, provocando sérios impactos ao meio ambiente e, em particular, aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Neste relatório foram cadastrados e cartografados os principais usuários da Bacia, bem como as principais fontes de poluição hídrica.

O conhecimento desta realidade subsidiará a implementação do Plano de Gestão e Gerenciamento Ambiental.

VERSO INTRODUÇÃO

## ***METODOLOGIA DO CADASTRAMENTO***

Devido às dificuldades da equipe do projeto em obter diretamente nas indústrias, os dados necessários para cadastramento das principais fontes de poluição hídrica e usuários das águas da bacia do rio Araranguá foram pesquisados junto à Fundação do Meio Ambiente - Fatma.

Dessa forma, o cadastro que compõe este relatório está fundamentado nos registros obtidos junto ao setor de licenciamento ambiental da Coordenadoria Regional Sul da Fatma. Acredita-se que este órgão possui 70% dos dados referentes às atividades industriais e de mineração instaladas na bacia.

O cadastro das fontes poluentes e de usuários da bacia do Araranguá, tem por objetivo registrar as principais informações a nível de bacia a fim facilitar o acesso e a compreensão dos interessados. A principal vantagem é que este cadastro é parte integrante de um banco de dados e, como tal, pode ser atualizado continuamente, tornando-se uma ferramenta importante para os responsáveis pelo Plano de Gestão e Gerenciamento da bacia.

A metodologia desenvolvida para o cadastramento levou em consideração as informações mais relevantes para o projeto. Nesta fase preliminar do relatório, não foi possível obter algumas das informações pretendidas. O sistema permite, porém, a atualização das mesmas de acordo com as necessidades.

O cadastramento completo para o Plano de Gestão e Gerenciamento da bacia é composto das seguintes etapas:

1. Registro das principais fontes de poluição hídrica.
  - atividades industriais

- atividades minerárias
- atividades urbanas

## 2. Registro dos principais usuários da água.

- atividades industriais
- atividades minerárias
- atividades urbanas

Desta forma, o registro ou cadastro das atividades industriais abrangerá as indústrias de maior porte, bem como as de menor porte que possuem potencial poluidor considerado grande. Neste caso, o que mais importa é a poluição hídrica causada por determinada indústria. Entretanto, não se deve esquecer que os problemas de ordem ambiental estão todos correlacionados entre si, e que problemas de poluição atmosférica e do solo refletem, direta ou indiretamente, na qualidade das águas .

O cadastro da atividade de mineração prevê a inclusão das informações desta atividade que, para o caso da bacia do rio Araranguá, tem muita representatividade quando diz respeito aos problemas de poluição hídrica e do solo. Este cadastro prevê a inclusão de todas as classes de minerais. No presente relatório, cerca de 90% das informações do setor carbonífero foram cadastradas. Constam também do estudo as pesquisas realizadas nos setores de extração de seixo e de argila. No entanto, neste caso, apenas cerca de 50 a 60% das atividades desenvolvidas na bacia foram levantadas.

As demais atividades mineiras deverão ser objeto de estudo posterior.

Das atividades urbanas cadastradas constam, entre outras, as seguintes informações: registro do sistema de abastecimento de água (local, capacidade,

tratamento, etc...), registro do sistema de descarga de esgoto ( quantidade, tratamento, corpo receptor, etc...), registro dos locais de deposição do lixo doméstico (quantidade, local de disposição, técnicas de controle ambiental, etc...).

As atividades agrícolas estão relacionadas às atividades de criação de animais (suínos, bovinos, aves, etc...), barragens de irrigação, grandes projetos de agricultura, desmatamento, reflorestamento, lixeiras para lixos tóxicos, etc....

Os objetivos deste relatório relacionam-se com às fontes de poluição e com os usuários da bacia a nível de indústrias e de mineração. Foram desenvolvidos, para este fim, dois modelos de cadastro, procurando satisfazer às necessidades do projeto, com relação a estas atividades.

### **CADASTRO DE MINERADORAS**

No cadastro de mineradoras, está incluída uma série de informações, compondo 39 campos do banco de dados.

Constam do cadastro o nome da mineradora e o seu respectivo código. Este código é o número de ordem de entrada da atividade no banco de dados. São registrados, ainda, o município e a situação da empresa, isto é, se ela se encontra ou não em atividade. Esta informação é importante, uma vez que algumas classes de minerais, mesmo com a atividade de exploração encerrada, continuam atuando como fontes de poluição, já que a degradação gerada durante a fase de operação de mina não cessa com a paralisação das suas atividades. O melhor exemplo neste caso é o do carvão.

Constam também do cadastro o mineral e o tipo de atividade (Mina céu aberto, mina de subsolo, planta de beneficiamento ou depósito de rejeitos).

Outros itens cadastrados são o da capacidade de produção (produto beneficiado) e o da produção de rejeitos (registrados em toneladas/mês).

Os endereços da central da mineradora, da localização da mina, da planta de beneficiamento e do depósito de rejeitos também integram o cadastro (através de suas coordenadas geográficas).

Outra informação importante cadastrada diz respeito ao abastecimento de água. Neste caso, a fonte que abastece a atividade é catalogada através do nome e das coordenadas geográficas do local onde é realizada a captação. A quantidade de água aduzida e a necessidade ou não de tratamento fazem parte das informações registradas.

Com relação à descarga de efluentes, o cadastro registra os rios que recebem os despejos da mina e do beneficiamento, as localizações dos pontos de descarga (através de coordenadas) e os principais poluentes presentes, bem como o nível de tratamento dos efluentes, ou seja se este tratamento é completo, parcial ou inexistente para determinada mineradora. Os principais poluentes são listados e especificados para cada atividade ou mineral. O último campo do banco de dados é destinado às informações complementares.

## **CADASTRO DE INDÚSTRIAS**

O cadastro das atividades industriais reúne as informações em 23 campos, especificados a seguir.

A razão social da indústria e o código da atividade desenvolvida integram o cadastro industrial. A exemplo do cadastro de mineração, o código é o número de ordem de entrada da indústria no banco de dados. Também são cadastradas as informações referentes ao município onde está localizada a empresa, a atividade desenvolvida e a capacidade de produção mensal. A localização é fornecida pelo endereço e através de suas coordenadas UTM.

Quanto ao abastecimento de água, informa-se o tipo de fonte (poço, açude, rio ou abastecimento público). A localização do ponto de captação é fornecida através das

coordenadas UTM. Ainda no que diz respeito ao abastecimento, consta se a água necessita ou não de tratamento para ser utilizada.

Quanto aos efluentes industriais, são registrados o rio que recebe estes despejos, os principais tipos de poluentes normalmente encontrados na referida atividade e o grau de tratamento que recebem: total, parcial ou nenhum.

A exemplo do cadastro de mineração, o último campo é reservado para informações complementares.

## **METODOLOGIA UTILIZADA PARA ENQUADRAMENTO DO POTENCIAL-POLUIDOR**

A heterogeneidade das informações encontradas, quanto à caracterização qualitativa e quantitativa das fontes poluentes na bacia hidrográfica do rio Araranguá, determinou a formulação de critérios próprios para a 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 4 níveis:

I	Fontes com potencial-poluidor virtualmente ausente
II	Fontes com baixo potencial-poluidor
III	Fontes com médio 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 as especificações constantes nos quadros a seguir:

**EFLUENTES LÍQUIDOS**

I	Empresas que não possuem efluentes ou os possuem de 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 à 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, H<sub>2</sub>S, 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.

Estes níveis de degradação foram avaliados em função dos efeitos causados sobre o solo, o ar e a água. O potencial poluidor geral é o maior dentre os quatro níveis referidos, sobre cada um dos recursos ambientais analisados.

Com relação ao atendimento à Legislação, o cadastramento das fontes ainda considerou 3 níveis de tratamento de efluentes, quais sejam:

1. atende à legislação ambiental
2. atende parcialmente à legislação ambiental
3. não atende à legislação

Para este trabalho, foram registradas preferencialmente as fontes de poluição hídrica com potencial poluidor médio e grande, embora tenham sido cadastradas, também, indústrias com pequeno potencial. Aquelas com potencial-poluidor virtualmente ausentes, não foram consideradas.

## **SITUAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ**

### **POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**

A principal causa da poluição hídrica nesta bacia está relacionada às atividades de extração e beneficiamento do carvão mineral, como ficou evidenciado no Mapa de Qualidade das Águas Superficiais.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, cerca de 36,8% das atividades cadastradas apresentam alto potencial poluidor/degradador com relação à poluição das águas, ou seja, possuem efluentes com parâmetros indicadores de toxicidade.

No caso de fontes industriais, no entanto, os dados da Fundação do Meio Ambiente - Fatma, acusam resultados satisfatórios em termos de redução da poluição por efluentes líquidos. Esta constatação decorre tanto das ações preventivas ou corretivas previstas no licenciamento ambiental, quanto do atendimento às denúncias e reclamações da população prejudicada por determinada atividade. Estas ações levam em consideração um esquema de prioridades na seleção das principais fontes cuja carga poluidora e/ou o potencial-poluidor são utilizados como critérios de seleção.

O contrário ocorre com relação aos esgotos domésticos, onde a falta de investimentos do setor público em sistemas de tratamento faz com que os despejos humanos da bacia cheguem aos cursos d'água sem o devido tratamento.

Resultado pouco efetivo observa-se, também, em relação aos problemas provenientes da mineração de carvão. Os investimentos realizados pelas companhias mineradoras que se encontram em atividade tornam-se pouco representativos, frente ao imenso problema causado por esta atividade.

Com efeito, na bacia do rio Araranguá existem 3.668 ha de áreas degradadas por atividades ligadas à mineração de carvão. Estas áreas contribuem constantemente para o comprometimento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, seja por infiltração, seja por assoreamento ou lixiviação.

Pela tipologia das fontes poluentes, observa-se que as principais causas da degradação das águas da bacia, através dos efluentes líquidos, apresentam características inorgânicas. A carga orgânica é atribuída às poucas indústrias que produzem este tipo de efluente (curtumes, frigoríficos, cerealistas, etc.) e aos esgotos domésticos afluente aos cursos d'água.

### **POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

O desenvolvimento da região carbonífera afetou, também, a qualidade do ar. A nível de bacia, o município de Criciúma, como pólo de desenvolvimento desta região, é um dos pontos mais críticos com relação à poluição atmosférica

O controle da poluição do ar tem 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, referentes aos problemas de poluição do ar.

As ações de controle têm sido desenvolvidas, prioritariamente, nas fontes fixas, tomando-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 (SO<sub>2</sub>).

Geralmente, a necessidade de controle destes contaminantes provém dos cálculos dos fatores de emissão de cada poluente.

São também desenvolvidas ações para a solução de problemas localizados, relativos à emissão de substâncias odoríferas. O item II do parágrafo 1º do artigo nº 31 do Decreto nº 14.250/81, que regulamenta dispositivos da Lei n. 5.793 de 15/10/80, estabelece referências a varias substâncias, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção de Odor (LPO).

### **POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS**

A disposição inadequada dos resíduos sólidos provenientes do beneficiamento do carvão mineral, somada às áreas mineradas a céu-aberto, é a maior causa de degradação do solo na bacia do Araranguá, que tem cerca de 3668 hectares totalmente improdutivos, afetados diretamente por estas atividades.

Quase que a totalidade dos resíduos sólidos domésticos gerados na bacia são dispostos irregularmente, muitas vezes próximos às margens dos rios.

Estes aterros, que na maioria dos casos não passam de *lixões*, geralmente, recebem, sem nenhuma discriminação, resíduos hospitalares e industriais diversos.

## **ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS**

### **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 a Coordenadoria Regional Sul - Cersu, que atua na Região Carbonífera desde 1978. A legislação ambiental básica está assim constituída:

- Lei nº 5.793 de 15 de outubro de 1980, que dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências;

- Decreto 14.250 de 5 de junho de 1981, que regulamenta dispositivos da Lei n. 5.793, referente à proteção e à 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 14.250.

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; cause 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 vai 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 feita 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 no sentido de que o projeto final será mantido em termos compatíveis com as condições em que a licença foi concedida. A LP é instrumento indispensável à concessão de financiamentos especiais, destinados à aplicação de medidas de controle de poluição.

O próximo passo é a *Licença de Instalação* (LI), onde são formuladas as exigências técnicas necessárias ao controle da poluição e Identificados e especificados os dispositivos de proteção ambiental do projeto. Deve o interessado, antes da implantação da empresa, 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 da comunicação de eventuais alterações dessas condições. Esta licença autoriza o início da implantação da atividades de acordo com as especificações constantes no projeto executivo aceito pela Fatma.

A *Licença de Operação* (LO) é precedida de uma vistoria técnica, a fim 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 têm sido um dos elementos indutores destas ações.

Em caso de não-cumprimento 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 14.250/81.

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. Tal exigência 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 Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, 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 precedida pelo preenchimento por parte da empresa interessada, do Formulário de Caracterização do Empreendimento - FCE, cujo objetivo é verificar qual o tipo de licenciamento (preventivo ou corretivo) e a modalidade de licença cabível (LP, LI ou LO) que a empresa deverá requerer, 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, citam-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 à montante ou à jusante da captação de água para abastecimento público.
3. Estudos de Impacto Ambiental e respectivos Relatório de Impacto Ambiental, que têm 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-cumprimento do prazo estipulado poderá resultar no indeferimento do pedido de licenciamento, devido à falta de dados necessários a sua análise.

A liberação da licença é precedida da 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.

## **TIPOLOGIA DAS FONTES POLUENTES**

### **MINERAÇÃO DO CARVÃO**

#### **Drenagem de mina e beneficiamento**

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

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

A bacia hidrográfica do Araranguá, bem como as bacias dos rios Tubarão e Urussanga, que compõem a Bacia Carbonífera de Santa Catarina, tiveram seus recursos naturais seriamente afetados pelas atividades relacionadas à exploração, beneficiamento e uso do carvão mineral.

Ressalta-se que o fato da mineração ter diminuído drasticamente suas atividades na região sul catarinense não implica numa relação proporcional à diminuição da poluição causada por esta atividade, pois os danos causados até então, pilhas de rejeito dispostas irregularmente e drenagens ácidas de minas subterrâneas, continuam contribuindo para a degradação dos recursos naturais.

O quadro 01 apresenta uma matriz informativa sobre o impacto ambiental das atividades ligadas à exploração do carvão mineral.

#### **QUADRO A - 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 e contaminação do solo-assoreamento
Drenagem Superficial		Transporte de águas ácidas, metais traços e sólidos em suspensão	Erosão, acidificação do solo, assoreamento.
Drenagem Sub-Superficiais		Acidificação e contaminação de águas sub-superficiais.	Acidificação do solo infiltrado pela água ácida.
Intemperismo	Material particulado	Acelera o processo de formação de águas ácidas e provoca o assoreamento em rios e lagoas	Erosão

### Depósitos de Rejeitos

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

### Rejeitos gerados na mineração a céu aberto

Com a 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. Principalmente aquele extrato 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 de 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.

### **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% do total. 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 os dados apresentados, no quadro 2.

#### **QUADRO B - COMPOSIÇÃO BÁSICA 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 ao 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 rejeito são originados, cada um possuindo diferentes concentrações de enxofre e, conseqüentemente, diferente potencial poluidor.

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

Assim sendo, seria erôneo considerar somente aquele material piritoso exposto ao contato com a água e o ar num primeiro momento. 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, iniciam concomitantemente ao período de atividade da mina e de suas plantas de beneficiamento. Podem, porém 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, conseqüentemente, acelera a redução da qualidade das águas superficiais. Isto ocorre devido ao excessivo aporte de materiais em suspensão, que, quando sedimentados, geram condições propícias às enchentes.

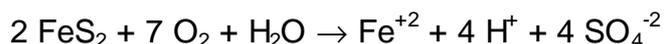
Além disso, deve-se considerar que a exposição ao ar livre é indispensável à oxidação da pirita. O ar transporta o oxigênio e a umidade essenciais à formação de ácido sulfúrico. Rejeitos encerrados de forma a não receber oxigênio não se oxidam e não poluem o meio ambiente. Rejeitos constantemente submersos 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.

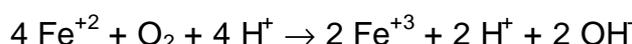
Devido à formação de ácido sulfúrico, com diminuição rápida dos valores de pH e aumento da acidez, o corpo receptor, seja água subterrânea ou superficial, mantém dissolvida grande parcela dos metais pesados liberados da pirita, quando da sua oxidação, prejudicando tanto a vida aquática quanto os usos desta água para abastecimento público. Este efeito degradador pode persistir por vários anos, como ocorre na região.

## Qualidade da água

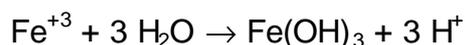
O cálculo da influência de cargas das áreas no processo de formação das águas ácidas provenientes da drenagem das pilhas é explicado pelas seguintes equações:



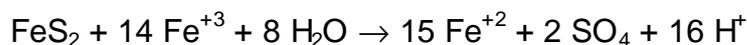
e numa segunda etapa de oxidação:



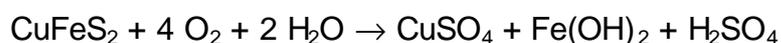
e por hidrólise



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. 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 do oxigênio, o  $\text{Fe}^{+3}$  formado passa a ser o agente oxidante da pirita. Este passo é catalisado por microorganismos.

De maneira geral, pode-se considerar com segurança, como indicadores de qualidade das águas lixiviadas dos depósitos de rejeitos, os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, sólidos totais, acidez, dureza (Ca e Mg), sulfatos, condutividade

específica, ferro, alumínio, manganês, zinco, arsênio, cobre, cádmio, selênio, mercúrio, bário, chumbo, berílio, níquel, titânio e sódio.

### **Qualidade do ar**

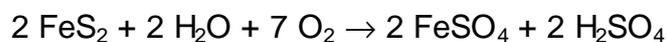
A formação desordenada das pilhas de rejeito, principalmente em áreas de antigas minerações, favorece o processo de combustão espontânea de material piritoso e carbonoso existindo, conseqüentemente, o problema de contaminação atmosférica.

A disposição de rejeitos em depósitos sem qualquer tipo de cuidado quanto à compactação, à forma ou ao 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, constituído, principalmente, de hidrocarbonetos e monóxido de carbono.

Em um dado momento, o material entra em ignição e queima. Os produtos da combustão são:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ , hidrocarbonetos e  $\text{SO}_x$ .

A oxidação da pirita resulta, principalmente, na emissão de óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ). Caso haja oxigênio insuficiente, verifica-se o desprendimento de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

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 a auto-combustão);
- Tipo de carvão;
- Umidade relativa do ar;
- Teor de umidade do material;
- Temperatura ambiente.

Em estudos realizados para a Fatma, a empresa Engenheiros Consultores e Projetistas - ECP constatou que durante a queima de rejeitos em pilhas são

detectados os seguintes elementos: silício, ferro, manganês, magnésio, alumínio, cálcio, cobre, sódio, titânio, chumbo, estanho, cromo e vanádio.

As ações de controle ambiental, adotadas pelas empresas a partir de 1985, minimizaram este problema. A compactação adequada dos depósitos de rejeito e o seu recobrimento com argila e posterior revegetação da área são suficientes para inibir a auto-combustão.

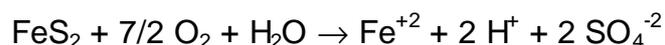
### **Qualidade do solo**

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 à 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  $\text{NH}_4^+$  (Amônio), por  $\text{H}^+$  (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 de hidrogênio, a partir da oxidação de dois íons ferrosos, conforme a seguinte reação:



No solo, os ânions  $\text{SO}_4^{-2}$  (sulfato) combinam-se com os cátions  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{NH}_4^+$  e são arrastados pela água, restando em seu lugar o  $\text{H}^+$ .

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, tornando-se mais facilmente assimiláveis pelas plantas do que os elementos essenciais. Por outro lado, em ambiente com pH de 5,5 a 7,0 diminui a concentração de elementos tóxicos e mais nutrientes essenciais tornam-se disponíveis.

Outro fator favorável à degradação do solo na região é o fato de 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 e extensão do problema.

De modo geral, as planícies aluviais dos rios pertencentes à sub-bacia do Mãe Luzia encontram-se aterradas com rejeitos provenientes do beneficiamento de carvão, em épocas de cheia, quando estes rios saem do seu curso normal e atingem áreas agricultáveis, comprometendo seriamente a qualidade dos solos.

### **Sistemas de controle**

Para efluentes líquidos, provenientes do beneficiamento, as empresas utilizam bacias de decantação para clarificação da água negra. Esta água, embora clarificada, é ácida e rica em metais pesados.

Sempre que possível, o circuito de águas é fechado, reduzindo a vazão de efluente a ser tratado.

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

A tabela 1 apresenta as áreas degradadas pela mineração a céu-aberto, pela deposição de rejeitos e pelas bacias de decantação, de acordo com o recurso hídrico que se encontra comprometido por ela. A tabela 2 distribui estas áreas por município.

**TABELA A - DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO POR RECURSO HÍDRICO. FONTE: NUPESE - NÚCLEO DE PESQUISAS SÓCIO-ECONÔMICA DA UNESC.**

Recurso Hídrico	Total de Áreas Degradadas	Atividade Degradadora (Área ha)		
		Céu-Aberto	Depósito de Rejeitos	Bacia de Decantação
Morosini (*)	155	155	----	----
Morosini/Mãe Luzia	10	10	----	----
Mãe Luzia	506	319	122	65
Sangão	1486	46	1440	----
Pio	50	50	----	----
Kuntz/Fiorita	52	27	25	----
Kuntz	222	170	52	----
Fiorita	627	627	----	----
Albino	83	83	----	----
Maina	400	76	324	----
Maina/Sangão	15	----	15	----
dos Porcos	62	----	62	----

(\*) área localizada na sub-bacia do rio Morosini, drenando para o rio Mãe Luzia.

**TABELA B - TOTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO POR MUNICÍPIO. FONTE: NUPESE - NÚCLEO DE PESQUISAS SÓCIO-ECONÔMICA DA UNESC.**

Município	Rio	Áreas (ha)			
		Céu-Aberto	Depósito de rejeito	Bacia de Decantação	Total
Criciúma	Sangão	26	911	----	937
Criciúma	Maina	76	324	----	400
Criciúma	Maina/Sangão (*)	----	15	----	15
Cocal do Sul	Sangão	----	50	----	50
Forquilha	Sangão	----	389	----	389
Forquilha	Mãe Luzia	----	63	45	108
Içara	dos Porcos	----	62	----	62
Siderópolis	Morosini (**)	155	----	----	155
Siderópolis	Morosini/Mãe Luzia (*)	10	----	----	10
Siderópolis	Mãe Luzia	319	59	20	398
Siderópolis	Sangão	20	90	----	110
Siderópolis	Pio	50	----	----	50
Siderópolis	Kuntz/Fiorita (*)	27	25	----	52
Siderópolis	Kuntz	170	52	----	222
Siderópolis	Fiorita	627	----	----	627
Siderópolis	Albino	83	----	----	83

(\*) Minas ou depósitos que degradam áreas onde passam mais de um curso d'água.

(\*\*) Esta área apesar de pertencer à micro-bacia do rio Morosini, drena inteiramente para o rio Mãe Luzia.

## COQUERIAS

O carvão metalúrgico ou coqueificável, fração particularmente significativa na Camada Barro Branco, possui a propriedade de se transformar 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 colmeia, assim chamado devido a sua aparência.

Este é um processo no qual não há recuperação de subprodutos. A justificativa econômica para esta 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 serem utilizados freqüentemente como combustível, constituem 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 colmeia, apesar de muito simples, requer grande habilidade e controle, providências que determinarão a qualidade dos produtos obtidos.

O forno é erguido totalmente com 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 (O<sub>2</sub>) 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 é 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, aquece a carga, permitindo a evaporação da umidade e o desprendimento das matérias voláteis presentes no carvão. Parte destes voláteis entram em combustão espontaneamente, gerando energia térmica suficiente para a sustentação da pirólise, ou seja, do processo de coqueificação.

Resumidamente, as fases que 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 % CF; 32 % MV; 12 % Cz
- Produto (Coque de fundição): 81% 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 colmeia não produzirem resíduos líquidos com alto grau de contaminação, não se deve esquecer que os gases jogados diretamente na atmosfera constituem um perigo em potencial à saúde e ao meio ambiente, 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 colmeia, 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 <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , 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 se constatou:

Taxa de Emissão de SO<sub>2</sub>: 4.800 g/t coque produzido

Concentração de Material Particulado: 881,8 mg/Nm<sup>3</sup>

## **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. Coquearia sem beneficiamento de matéria-prima;
2. Coquearia 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 drena através das pilhas de carvão e coque, estocados nos pátios juntamente com as águas pluviais.

As técnicas de controle têm como objetivo evitar a lixiviação, minimizando o contato da água com as pilhas estocadas. Para tanto, utiliza-se valas de drenagem contornando as pilhas. Estas águas, 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 gera, a exemplo das demais plantas de beneficiamento de carvão, um efluente líquido com grande quantidade de sólidos em suspensão (água negra), sendo que parte destes sólidos são constituídos de material piritoso, o que faz com que o pH torne-se ácido e, conseqüentemente, os elementos que compõem o resíduo, inclusive os metais tóxicos, são solubilizados.

A “água negra” é encaminhada à bacia de decantação, onde, após sedimentação, retorna ao beneficiamento, fechando o circuito de águas.

Os resíduos sólidos também são provenientes das etapas de beneficiamento.

## **CERÂMICA**

A ocorrência de argilas e outras matérias-primas na região Sul do Estado de Santa Catarina propiciou o desenvolvimento da indústria cerâmica. Atualmente, este setor é responsável pelo maior número de empregos na região.

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 sílica 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 titâneo) 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

### **Características das Águas Residuais**

As águas residuais na indústria cerâmica estão constituídas, essencialmente, pelas águas de lavagem 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, à ampla gama de aplicações e aos produtos habitualmente utilizados (principalmente com relação aos diferentes corantes).

Porém, em qualquer caso, as águas residuais apresentam turbidez e cor, devido às finíssimas partículas de esmalte e mineral argiloso em suspensão. Do ponto de vista químico caracterizam-se 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, utilizados 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 3 apresenta o potencial poluidor dos efluentes provenientes do processo de esmaltação (efluente sem tratamento) na produção do revestimento cerâmico.

### **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), conforme quadro 3.

**TABELA C - 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 <sup>3</sup>
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. <sub>5</sub> (mg/l)	40 a 160

**QUADRO C - CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA INDÚSTRIA CERÂMICA.**

Resíduo	Processo onde é gerado	Classificação
Massa	Preparação de massa, lavagem 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 das 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 às cerâmicas que utilizam gás pobre como alternativa energética.

O quadro 4 apresenta a composição química percentual do lodo proveniente da estação de tratamento de efluentes líquidos do setor de esmalte. A variação na concentração dá-se em função da tipologia do produto.

**QUADRO D - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LODO DA ESMALTAÇÃO**

Componente Químico	Porcentagem
SiO <sub>2</sub>	15,31 a 48,37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,91 a 30,59
TiO <sub>3</sub>	0,37 a 0,72
CaO	0,59 a 17,98
MgO	0,21 a 0,86
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,19 a 11,19
ZrO <sub>2</sub>	1,16 a 3,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01 a 0,53
Li <sub>2</sub> O	0,05 a 0,22
K <sub>2</sub> O	0,29 a 1,73
Na <sub>2</sub> O	0,51 a 2,39
Cl	0,07 a 0,62

**Emissões Atmosféricas**

Os principais problemas atmosféricos na indústria cerâmica são gerados nos processos de atomização da massa, fornos de biscoitos e de vidro.

Além disso, empresas que geram gás pobre como alternativa energética apresentam problemas com relação à 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 n. 31 do Decreto n. 14.250/81, que regulamenta dispositivos da Lei n. 5.793 de 15/10/80, referente à proteção e à melhoria da qualidade ambiental, que preceitua: “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”.

#### QUADRO E - PRINCIPAIS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS NO PROCESSO CERÂMICO.

Processo	Contaminante
Atomização	Material particulado, SO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> ,
Fornos de Biscoito	SO <sub>x</sub> , Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> , B, NH <sub>3</sub>
Fornos de Vidrado	SO <sub>x</sub> , Cl <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> , B, NH <sub>3</sub>
Usinas de Gaseificação	Fenos e amônia (LPO*)

LPO: Limite de Percepção de Odor.

#### Sistema de Controle

#### QUADRO F - APRESENTA AS PRINCIPAIS ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS UTILIZADAS NAS INDÚSTRIAS DA REGIÃO.

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

#### Emissões atmosféricas

As emissões de material particulado nos atomizadores necessitam ser abatidas. Apresentam uma variação na concentração de 300 e 2000 mg/Nm<sup>3</sup>.

#### COLORIFÍCIOS - FRITAS METÁLICAS

O crescimento da indústria de revestimento cerâmico propiciou o desenvolvimento de atividades que produzem 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 fará 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 aos 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-se 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 n. 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 há 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 utiliza-se injeção de oxigênio puro. Os gases emitidos são os característicos do combustível, onde o  $SO_x$  aparece em maiores proporções, principalmente quando empregado 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.

## **CURTUME**

Os despejos de curtumes contêm 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<sub>5</sub> 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 devidos 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.

### **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.

## **Emissões atmosféricas**

A matéria-prima de um curtume são peles de animais que normalmente chegam às indústrias, com restos de sangue e carne, algumas vezes já em estado de putrefação. Os depósitos destas peles, quando manejadas inadequadamente, exalam odores característicos. Além disso, a alta concentração de sulfetos faz com que este efluente líquido, quando não oxidado adequadamente, exale cheiro característico ( $H_2S$ ) quando entram nos processos de tratamento onde há sistema que favorecem o desprendimento deste gás (homogeneização, agitadores, aeradores, etc.).

Estes são os principais fatores que fazem com que estas atividades dificilmente atendam às exigências do artigo 31 do decreto n. 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 às várias possibilidades de utilização de combustíveis (linha, óleo, carvão, cepilho ou serragem, etc.).

## **LAVANDERIAS**

O crescimento das indústrias do vestuário na região, principalmente as confecções de “jeans”, ocasionou o surgimento de várias lavanderias industriais, associadas ou não às confecções, cuja principal função é realizar o tratamento do tecido, deixando-o pronto para o uso (stone washed, delavé, amaciamento, tingimento, etc.).

As máquinas de lavar empregadas nas lavanderias comerciais são 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 que vão ser lavadas são colocadas dentro do cilindro perfurado 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, por causa dos diferentes tipos de corantes e da maneira pela qual são aplicados; são volumosos, têm 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.

### **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 fibra de tecidos que, após estagnação, inicia 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 4.

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.

### **Sistema de tratamento de efluentes**

Os despejos de lavanderias são tratados por meio de tratamento físico-químico, normalmente composto de 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 à degradação do algodão. O sistema de tratamento, operado adequadamente, chega a reduzir em torno de 90 % a  $DBO_5$ .

**TABELA D - 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 <sub>5</sub>	200 a 600 mg/l
Cromo total	maior que 3,0 mg/l (nos efluentes de tingimento)
Vazão	120 a 380 m <sup>3</sup> /1000 m de tecido processado
Turbidez	Coloidal acinzentada
Cor	Depende do corante usado com predominância

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

Estas caldeiras, quando 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 apenas 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 “delavé”.

### **INDÚSTRIAS QUÍMICAS INORGÂNICAS**

As indústrias químicas existentes na área de abrangência da bacia 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 de processo das águas que irão necessitar tratamento antes da descarga.

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).

## **INDÚSTRIA 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 se encontram em desacordo com o artigo 33, que dispõe sobre o Controle de Sons e Ruídos, do Decreto n. 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 estes normalmente, constituem a principal fonte geradora de efluentes deste processo.

O tratamento destes despejos diferem 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 encaminhados à instalação de decantação/sedimentação, onde o líquido clarificado e dentro dos padrões previstos pela legislação ambiental, é descartado e o lodo gerado conduzido a 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 é tratado 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, situando-se, normalmente, entre 20 a 90 ml/l.

Efluentes contendo outros metais são também tratados através de processos físico-químicos, geralmente compostos por neutralização, seguida de sedimentação. O lodo formado é bastante aquoso e deve ser seco em leitos de secagem.

### **Emissões atmosféricas**

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

É necessária a limpeza (lavagem) destes gases, antes de serem lançados à atmosfera, a fim 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 formado 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 n. 1 - Resíduos perigosos, de fontes não específicas, com código F006 a F015, por apresentarem 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 10.157.

## **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.

Na região, a produção do aço provém, normalmente, de sucatas.

Para se obter a formulação adequada, é necessário realizar-se 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, formadas pela oxidação de ferro volatilizado, gerando 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, preferencialmente, na maior parte dos casos.

Uma fundição típica encontrada na região, 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 <sub>2</sub> , No <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> ,
Cadinhos e panelas	Material particulado (óxido de ferro).
Forno de Tratamento Térmico com óleo BPF	Material particulado, SO <sub>x</sub> , gases de combustão (CO <sub>2</sub> , CO e H <sub>2</sub> ).
Forno de Tratamento Térmico com GLP	Gases de combustão (CO <sub>2</sub> , CO e H <sub>2</sub> ).
Jatos de areia	Material particulado (sílica)

O processo industrial de fundição de metais não geram 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 n. 2 - Resíduos perigosos de fontes específicas, com códigos K061 a K069; K090 a K092 e K209. A exemplo do que já foi abordado, projetos de aterro devem tomar como referência as disposições da norma NBR 10157.

### **BENEFICIAMENTO DE CEREAIS**

A cultura de arroz na bacia do rio Araranguá propiciou o aparecimento das 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, independentemente 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 à fermentação do amido. Uma composição típica dos efluentes destas atividades são demonstrados nos quadros 7 e 8.

**QUADRO G - 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 <sub>5</sub> (mg/)	6000 a 12000
COT	≅ 2500

**QUADRO H - 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 <sub>5</sub> (mg/l)	600 a 900
COT	≅ 500

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

Estas indústrias têm adotado, com maior frequência, a remoção do material particulado, por via úmida (lavadores de gases).

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

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

### **LAVAÇÃO DE VEÍCULOS**

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

O sistema de tratamento comumente utilizado baseia-se na diferença de densidade entre os componentes do sistema água/óleo/sólido. Desta forma, a maioria dos postos de lavação adota 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, sendo armazenados 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 se 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 muito finos em suspensão encharcados de óleo, terão densidade próxima à da água e passarão pelos separadores. Por isso, é conveniente a instalação de filtros de areia após os separadores óleo/água.

A tabelas 5 e 6 resumem os principais parâmetros indicadores de poluição para efluentes líquidos, relacionando-os às fontes poluentes.

**TABELA E - PRINCIPAIS PARÂMETROS DE POLUIÇÃO PARA EFLUENTES LÍQUIDOS E SUAS RESPECTIVAS FONTES**

ATIVIDADE	PRINCIPAIS PARÂMETROS DE POLUIÇÃO PARA EFLUENTES LÍQUIDOS																		
	pH	Cor	Sol. Sed.	Coli. Fecais	DBO <sub>5</sub>	DQO	O.G.	S <sup>-2</sup>	CN	Fenol	ABS	SO <sub>4</sub>	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 Coloríficos	X	X	X	X	X	X	X			X	X				X	X	X		X
Artefatos Cimento/Amianto	X	X	X	X															
Frigoríficos e abatedoures		X	X	X	X	X	X				X								
Granja de suínos		X	X	X	X	X													
Usinas resfriamento de leite	X	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												
Coquearias																			
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 compõem os efluentes, principalmente metais e orgânicos. Porém, dependem de cada produto ou processo utilizado na indústria.

## CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POLUENTES

**TABELA 6 - CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES CONSIDERADAS POTENCIALMENTE CAUSADORA DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL, LOCALIZADAS NA BACIA DO RIO ARARANGUÁ. FONTE: ZIM-ALEXANDRE (1995), ADAPTADO**

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	Colorifícios ou fritas metálicas	IV	IV	III
09	Granjas de suínos	III	II	III
10	Frigoríficos e abatedouros	III	II ou III	III
11	Usinas de resfriamento de leite	II	II	I
12	Fabricação de artefatos cimento amianto	III	IV	III
13	Indústrias de fundição	IV	IV	IV
14	Metal-mecânica com tratamento superficial ou galvanotécnico	IV	IV	IV
15	Metal-mecânica sem tratamento superficial ou galvanotécnico	I	III	III
16	Curtume	IV	IV	IV
17	Indústria química	IV	II	II
18	Fabricação de artefatos de plásticos	I	II	II
19	Malharias e confecções (2)	I	I	I
20	Fabricação de massas alimentícias	II	III	I
21	Fabricação de rações	III	III	II
22	Disposição de resíduos urbanos	IV	II	IV
23	Disposição de resíduos hospitalares	IV	II	IV
24	Postos de abastecimento/lavação/lubrificação de veículos	II	I	II
25	Recondicionamento de pneumáticos e câmaras de ar	III	III	II
26	Usinas de produção de asfalto	IV	IV	II
27	Lavanderias e tinturarias	III	III	III
28	Hospitais e casa de saúde	IV	III	IV
29	Beneficiamento de cereais	III	III	I
30	Moagem e torrefação de produtos alimentícios	I	III	II

(1) refere-se às poeiras fugitivas da mina

(2) principal problema refere-se à poluição sonora.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### FONTES DE POLUIÇÃO

A exploração do carvão nos últimos 50 anos e, mais recentemente, o crescimento do setor cerâmico trouxeram para a região sul catarinense um desenvolvimento industrial diversificado.

Inserida numa região enquadrada como Área Crítica Nacional para fins de Controle de Poluição, com grande parte de seus recursos hídricos comprometidos pelas atividades ligadas à exploração, beneficiamento e usos do carvão mineral, a bacia do rio Araranguá, possui uma situação crítica com relação à disponibilidade de águas superficiais para fins de abastecimento público, industrial e agrícola.

A classificação das fontes, quanto ao potencial poluidor, mostra a fragilidade das condições ambientais, principalmente no que se refere aos recursos hídricos nesta bacia, uma vez que 36,8% das atividades cadastradas (indústrias e mineração) apresentaram alto potencial poluidor para água, ou seja, apresentam substâncias indicadoras de toxicidade e/ou patogenicidade em seus efluentes. 47,2 % do cadastro foi classificado com médio potencial poluidor, ou seja, apresenta efluentes com parâmetros capazes de causar efeitos sanitários e/ou ecológicos.

A figura 1 apresenta a distribuição do potencial poluidor das águas para as atividades de mineração e industriais localizadas na bacia do rio Araranguá.

### Potencial Poluidor

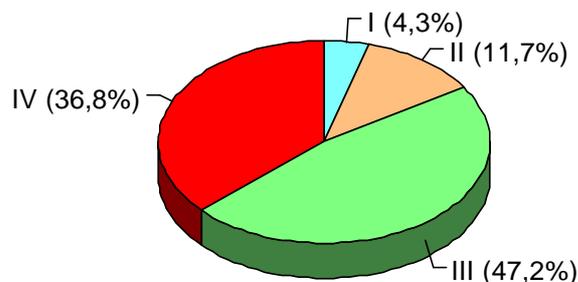


FIGURA A - Potencial poluidor para água das fontes cadastradas. Bacia Araranguá.

Com alto potencial poluidor para água foram cadastradas as atividades de mineração e beneficiamento de carvão, cerâmicas e coloríficos, indústrias químicas, curtumes, usina de asfalto, metal-mecânica, com tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico.

Os cadastros de fontes poluentes, indústrias e mineração registram que 4,3% das atividades cadastradas apresentam potencial poluidor ausente para água. Entre estas, 42,9% são indústrias de artefatos plásticos; 28,6% olarias; 14,3% moagem e torrefação de produtos alimentícios e 14,3% metal-mecânica, sem tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico das peças, conforme mostra a figura 2.

Convém salientar que este percentual restringe-se aos dados do cadastro, que por sua vez foi pesquisado conforme dados existentes nos processos de licenciamento ambiental da Fatma. Como se trata de atividades com impacto ambiental para água praticamente inexistente, a Fundação possui poucos registros das atividades deste nível. Conclui-se, portanto, que o número de atividades com potencial poluidor virtualmente ausentes para água tende a crescer com o decorrer do tempo, já que o cadastro será atualizado continuamente. Apesar de não serem consideradas atividades poluidoras para água, estas podem apresentar um potencial poluidor

maior para ar ou solo, ou ainda por serem um usuário considerável de águas. Como exemplo, citam-se as olarias, que apresentam potencial poluidor de médio a alto para o ar e utilizam-se de águas superficiais ou subterrâneas no preparo da massa.

### **Potencial Poluidor Nível I**

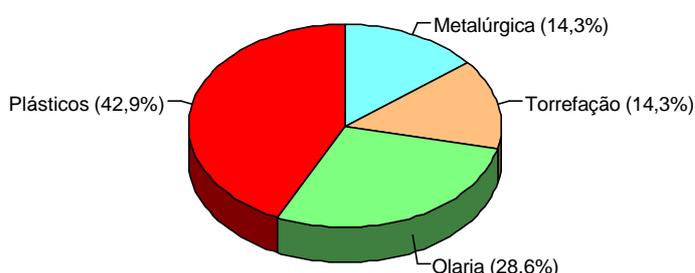


FIGURA B - Tipologia das fontes com potencial poluidor I ou virtualmente ausentes para água.

Das atividades cadastradas 11,7% foram enquadradas como fontes com baixo potencial poluidor, entre elas 84,2% são postos da abastecimento de combustíveis e lavação de veículos; e 15,8% são marmorarias (beneficiamento de pedras ornamentais), conforme apresentado na figura 3.

A figura 4 mostra que do total de 47,2% das atividades cadastradas com médio potencial poluidor 39% são cerealistas (beneficiamento de arroz); 18,2% são lavanderias ou tinturarias industriais ou de serviços; 13% frigoríficos e matadouros; 5,2% granjas de suínos; 3,9% foram cadastradas como indústrias de alimentos (usinas de resfriamento de leite); e 2,6% são indústrias de artefatos de cimento amianto. Entre atividades minerais cadastradas com médio potencial poluidor, 5,2% estão relacionadas com a extração de argila e 13% com a extração de seixos nos leitos dos rios.

### **Potencial Poluidor Nível II**

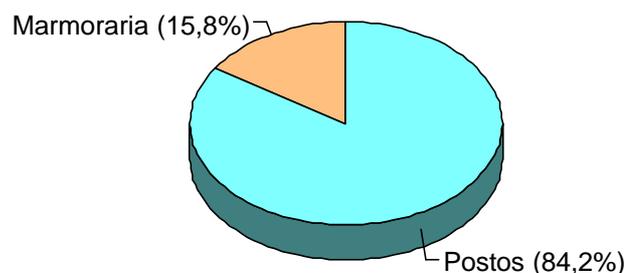


FIGURA C - Tipologia das fontes com potencial poluidor II ou baixo potencial poluidor para água.

A atividade industrial deste nível que mais se destaca na bacia do rio Araranguá é a do beneficiamento de arroz (cerealista). Outra atividade que vem crescendo consideravelmente é a do abate de suínos e bovinos. Abatedouros de pequeno e médio porte vêm se instalando com considerável frequência, na bacia.

As atividades ligadas ao ramo de confecções e lavanderias industriais também se expandiram consideravelmente, nos últimos 5 anos.

Com alto potencial poluidor, ou seja, apresentando substâncias tóxicas ou patogênicas em seus efluentes, encontraram-se 36,8% das atividades cadastradas. A figura 6 mostra que destas, 46,7% são ligadas ao carvão mineral (exploração e beneficiamento); 15% são cerâmicas e colorifícios; 11,7% são metal-mecânica, com tratamento superficial e/ou galvanotécnico das peças; 6,7% são indústrias químicas; 6,7% são curtumes; e 1,7% são usinas de asfalto. Ainda com alto potencial poluidor foram cadastrados os hospitais, pois apresentam riscos de patogenicidade em seus efluentes, representando 11,7% das atividades cadastradas.

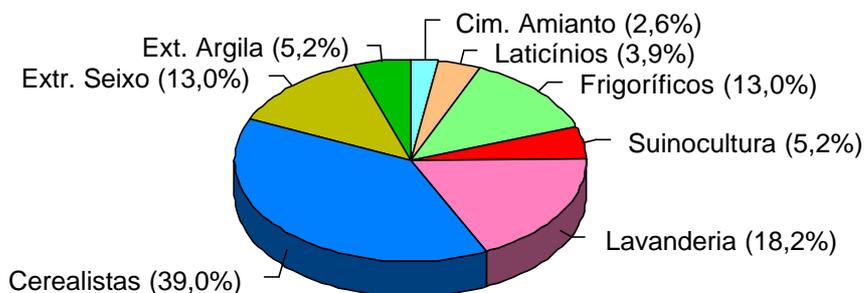
**Potencial Poluidor Nível III**

FIGURA 4 - Tipologia das fontes com potencial poluidor III ou médio potencial poluidor para água.

Entre as atividades com alto potencial poluidor para água, as mais problemáticas são sem dúvida, aquelas relacionadas com o beneficiamento de carvão mineral, uma vez que a necessidade de água para esta atividade (aproximadamente  $2\text{m}^3$ /tonelada de carvão beneficiável), somada à quantidade de resíduos gerados (cerca de 75% do carvão bruto é rejeito), faz com que esta atividade seja difícil de ser controlada.

As extensas áreas necessárias à disposição destes resíduos favorecem a formação de águas ácidas, a emissão de gases tóxicos (devido a auto-combustão), e a emissão de material particulado, devido à ação eólica sobre as pilhas. Além disso, o escoamento superficial dos 3.668 ha de áreas degradadas pela mineração de carvão na bacia do rio Araranguá contribui, incessantemente, para a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, tanto pela acidificação e contaminação das águas por metais pesados, como pelo assoreamento dos cursos d'água.

As demais atividades classificadas com alto potencial poluidor oferecem maiores facilidades para implantação dos sistemas de tratamento de efluentes, minimizando os impactos ambientais. A figura 5 apresenta a distribuição das atividades consideradas com alto potencial poluidor na bacia do Araranguá.

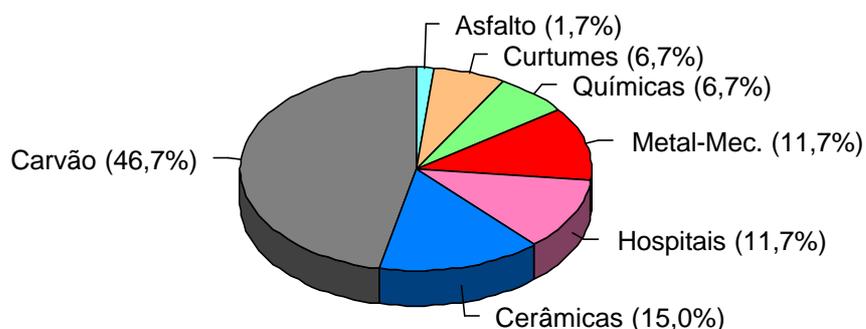
**Potencial Poluidor Nível IV**

FIGURA 5 - Tipologia das fontes com potencial poluidor IV ou alto potencial poluidor para água.

Com relação aos usuários das águas, superficiais ou subterrâneas, as atividades cadastradas permitem algumas observações:

As atividades de mineração utilizam água dos rios ou dos poços das minas (drenagem subterrânea) para o beneficiamento dos minerais. Estas atividades, normalmente, não realizam tratamento da água aduzida para o beneficiamento. Os dados de consumo e descarga de efluentes para as atividades de beneficiamento de carvão são abordados no cadastro das atividades minerárias.

**USUÁRIOS DA ÁGUA****Consumo de Água Industrial**

Entre as atividades cadastradas, 54,1% utilizam água de rio para o abastecimento industrial; 40,5% utilizam águas subterrâneas (poço artesiano, escavado ou ponteira); e 5,4% utilizam água fornecida pela Casan, Samae ou sistema de abastecimento municipal. A figura 6 ilustra estes dados.

### **Consumo de Água Industrial**

#### Bacia do Araranguá

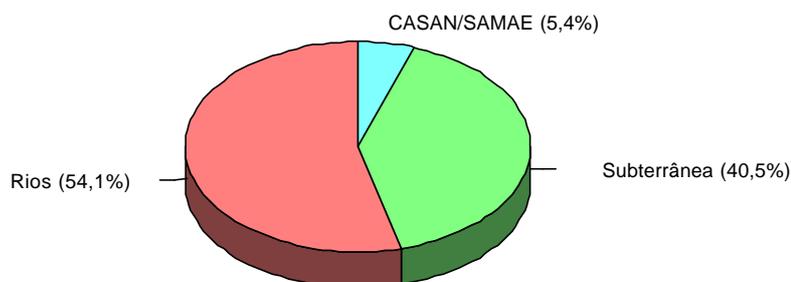


FIGURA 6 - Consumo de água industrial na bacia do rio Araranguá.

### **Consumo de Água Industrial no Município de Araranguá**

O consumo de água industrial no município de Araranguá é considerado na figura 7 e nas tabelas 7 a 9. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

### **Consumo de Água Industrial** Município de Araranguá

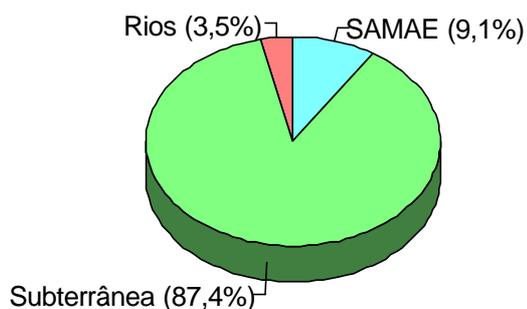


FIGURA 7 - Consumo de água industrial para o município de Araranguá.

**TABELA 7 - Consumo de água tratada (Samae) para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Araranguá. Onde A, B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
71	0,03	0,03	B	Rio Araranguá
75	0	0	A	-
76	0	0	B	-
77	8	8	A	Rio Araranguá
80	0	0	0	-
97	0,3	0,3	B	Rio Araranguá
100	1,3	1,3	B	Rio Araranguá

**TABELA 8 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Araranguá. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial respectivamente.**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
70	12	2	12	A	Córrego Sangradouro
72	5	1	4,5	B	Rio Araranguá
74	2,3	1	2,3	B	Rio Araranguá
78	0,5	1	0,5	A	Rio Araranguá
79	1,1	1	0,9	B	Rio Araranguá
81	1,5	1	0	C	-
94	20	1	18	B	Rio Araranguá
95	10	1	10	B	Rio Araranguá
96	4,5	1	4,5	B	Rio Araranguá
98	0,8	1	0,8	B	Rio Araranguá
103	1,3	1	0,9	B	-
105	0,8	2	0,8	B	-
137	1,3	1	0,9	B	Rio Araranguá
138	10	1	0	C	-
139	3	1	1	B	Rio Araranguá
141	4,3	1	4	B	Rio Araranguá
142	0,2	1	0,2	B	Rio Araranguá
143	3,0	1	2,3	B	Rio Araranguá
155	9,5	1	9,5	C	Rio Araranguá

**TABELA 9 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Araranguá. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente ou totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
106	3,65	2	dos Porcos	3,18	B	Rio dos Porcos

## Consumo de Água Industrial no Município de Criciúma

O consumo de água industrial no município de Criciúma é considerado na figura 8 e nas tabelas 10 a 12. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

### *Consumo de Água Industrial* Município de Criciúma

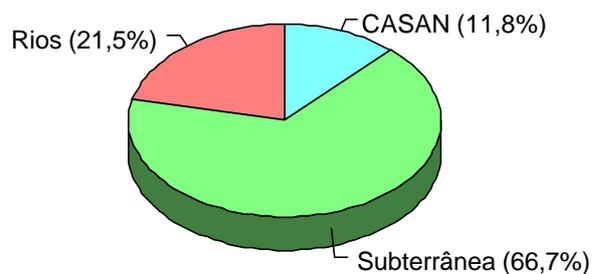


FIGURA 8 - Consumo de água industrial para município de Criciúma

**TABELA 10 - Consumo de água tratada (CASAN) para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Criciúma. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades**

Código da Atividade	Consumo	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
26	5	0	C	-
30	1,4	1,0	B	Rio Criciúma
31	5	4	B	Rio Criciúma
32	0,2	0	B	-
33	1	0,5	B	-
35	0,7	0,7	B	Rio Criciúma
37	4	2	C	Rio Criciúma
40	0,8	0,6	B	Rio Mãe Luzia
43	0	0	0	-
44	0,2	0	B	-
45	2	1,5	B	Rio Criciúma
46	4	3	B	Rio Criciúma
47	2	2	C	Rio Criciúma
49	0,4	0,4	C	-
50	0,5	0,5	A	Rio Criciúma
83	0	0	C	-
84	0	0	C	-
85	0,13	5	C	-
87	0,5	0,5	A	Rio Criciúma
149	1,5	1,5	B	Rio Criciúma
153	6,3	6,3	A	Rio Criciúma
158	1,3	0	B	-
159	0	0	0	-

**TABELA 11 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup> /hora para o município de Criciúma. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significa que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
27	15	1	5	B	Rio Sangão
28	3,5	1	0	C	-
30	1,5	1	1,3	B	Rio Criciúma
31	2	1	4	B	Rio Criciúma
37	3	1	2	C	Rio Criciúma
38	5	3	0	C	-
44	5	1	0,6	B	Rio Maina
48	1,5	1	1,5	A	-
51	45	1	45	B	Rio Criciúma
52	30	2	10	C	Rio Criciúma
53	10	1	0	C	-
55	18	2	10	C	Rio Criciúma
56	12	1	10	B	Rio dos Porcos
86	3,8	1	3,8	C	Rio Criciúma
88	0,5	1	0	B	-
89	20	1	1	C	Rio Eldorado
90	8	2	0	C	Córrego 4 Ljnha
92	0,3	1	0	C	-
145	1	1	1	A	-
146	10	1	5	B	Rio Maina
147	10	2	0	C	-
150	3	1	2	A	Córrego Mina 4

**TABELA 12 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Criciúma. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
52	10	2	Córrego Eldorado	20	C	Córrego Eldorado
54	25	2	Córrego 4 Linha	15	B	Córrego 4 Linha
55	32	1	Córrego Eldorado	25	C	Córrego Eldorado

### Consumo de Água Industrial no Município de Forquilha

O consumo de água industrial no município de Forquilha é considerado na figura 9 e nas tabelas 13 e 14. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

#### **Consumo de Água Industrial** Município de Forquilha

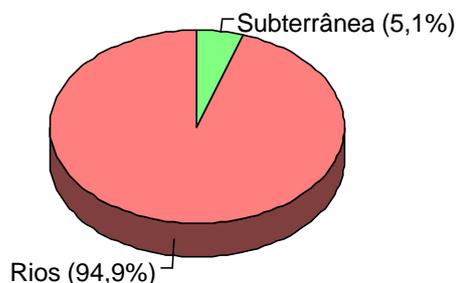


FIGURA 9 - Consumo de água industrial para o município de Forquilha

**TABELA 13 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Forquilha. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente ou totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
108	2,91	2	2,7	B	-
109	0,75	1	0,75	B	Rio Mãe Luzia
110	2,5	1	2	B	Sanga Coqueiro
111	4,8	1	4	C	Sanga Coqueiro
154	4	2	4	B	Sanga Coqueiro

**TABELA 14 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Forquilha. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
107	280	2	São Bento	240	B	Rio Mãe Luzia
156	0,34	2	-	0	C	-

### **Consumo de Água Industrial no Município de Jacinto Machado**

O consumo de água industrial no município de Jacinto Machado é considerado na figura 10 e nas tabelas 15 a 17. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

**Consumo de Água Industrial**  
Município de Jacinto Machado

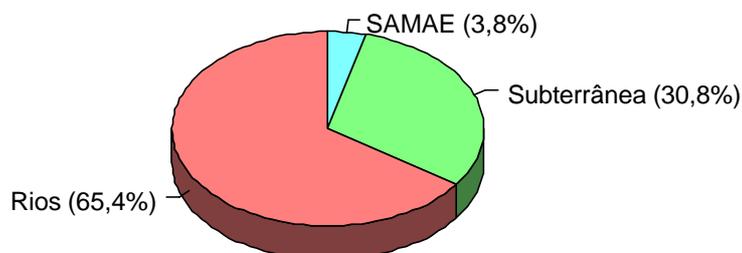


FIGURA 10 - Consumo de água industrial para município de Jacinto Machado.

**TABELA 15 - Consumo de água tratada (SAMAE) para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup> /hora para o município de Jacinto Machado. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
130	1	0,8	B	Rio da Pedra

**TABELA 16 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup> /hora para o município de Jacinto Machado. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
129	8	0	4	B	Rio da Pedra

**TABELA 17 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Jacinto Machado. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
131	10	1	Rio da Pedra	8	B	Rio da Pedra
132	7	1	Rio da Pedra	5	A	Rio da Pedra

### Consumo de Água Industrial no Município de Maracajá

O consumo de água industrial no município de Maracajá é considerado na figura 11 e nas tabelas 18 e 19. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

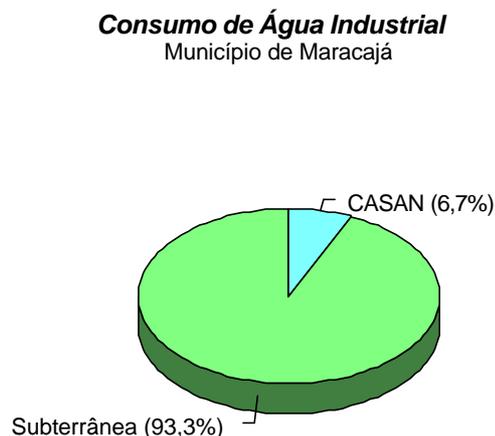


FIGURA 11 - Consumo de água industrial para o município de Maracajá

**TABELA 18 - Consumo de água tratada (CASAN) para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Maracajá. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Descarga de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
62	0,14	0	C	-
64	0,81	0,75	B	Rio Araranguá

**TABELA 19 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Maracajá. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
61	1,25	1	1,25	C	Rio Araranguá
64	0	1	0,75	B	Rio Araranguá
65	0,62	1	0,12	C	Rio Mãe Luzia
66	0,75	1	0,31	B	Rio Araranguá
68	2,5	1	1,8	B	Rio Mãe Luzia
69	1,81	1	1,81	B	Rio do Porcos
99	6,25	1	6,18	B	Rio Mãe Luzia

### **Consumo de Água Industrial no Município de Meleiro**

O consumo de água industrial no município de Meleiro é considerado na figura 12 e nas tabelas 20 a 22. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

**Consumo de Água Industrial**  
Município de Meleiro

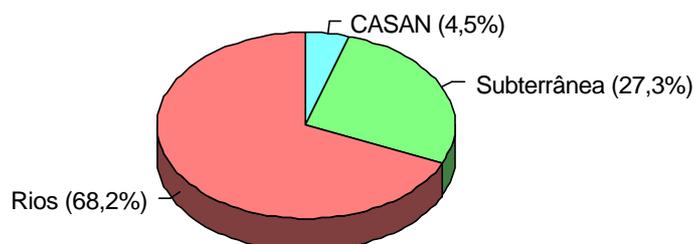


FIGURA 12 - Consumo de água industrial para o município de Meleiro.

**TABELA 20 - Consumo de água tratada (CASAN) para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Meleiro. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Descarga de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
136	1	0,7	B	Rio Manoel Alves

**TABELA 21 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Meleiro. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
134	6	1	4	B	Rio Manoel Alves

**TABELA 22 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Jacinto Machado. Onde A B e C**

significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
134	5	1		4	B	Rio Manoel Alves
135	10	1		8	B	Rio Manoel Alves

### Consumo de Água Industrial no Município de Nova Veneza

O consumo de água industrial no município de Nova Veneza é considerado na figura 13 e nas tabelas 23 e 24. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

#### **Consumo de Água Industrial** Município de Nova Veneza

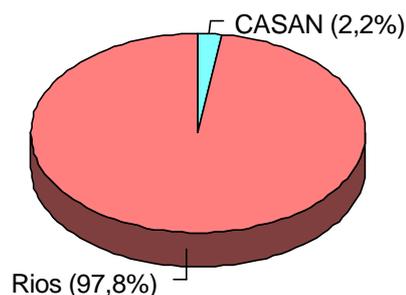


FIGURA 13 - Consumo de água industrial para o município de Nova Veneza

**TABELA 23 - Consumo de água tratada (CASAN) para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Maracajá. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Descarga de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
118	1	0,7	B	Rio Mãe Luzia
144	0,4		C	Rio Mãe Luzia

**TABELA 24 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Nova Veneza. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
112	1	1	do Braço	0,8	B	do Braço
113	15	1	São Bento	13	B	São Bento
114	4	1	São Bento	3,2	B	São Bento
115	25	2	São Bento	0	C	São Bento
116	5	1	São Bento	4	B	São Bento
117	10	1	Medeiros	10	C	Medeiros
119	2,5	1	Guarapari	1,4	B	Guarapari

### **Consumo de Água Industrial no Município de Siderópolis**

O consumo de água industrial no município de Siderópolis é considerado na figura 14 e na tabela 25. Estes dados apontam a realidade do município com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

### **Consumo de Água Industrial** Município de Siderópolis

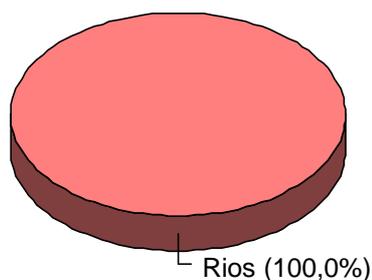


FIGURA 14 - Consumo de água industrial para o município de Siderópolis

**TABELA 25 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Siderópolis. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
58	0,18	2	-	0	C	-
93	15	1	Rio Albino	3	B	Rio Albino

### **Consumo de Água Industrial no Município de Timbé do Sul**

O consumo de água industrial no município de Timbé do Sul é considerado na figura 15 e na tabela 26. Estes dados apontam a realidade do município, com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

**Consumo de Água Industrial**  
Município de Timbé do Sul

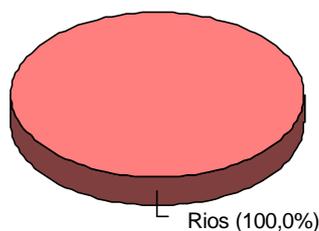


FIGURA 15 - Consumo de água industrial para o município de Timbé do Sul

**TABELA 26 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Siderópolis. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
128	15	1	Rio Rocinha	13	B	Rio Rocinha

### Consumo de Água Industrial no Município de Turvo

O consumo de água industrial no município de Turvo é considerado na figura 16 e nas tabelas 27 e 28. Estes dados apontam a realidade do município, com relação à disponibilidade de água (superficial ou subterrânea), tanto qualitativa como quantitativamente.

**Consumo de Água Industrial**  
Município de Turvo

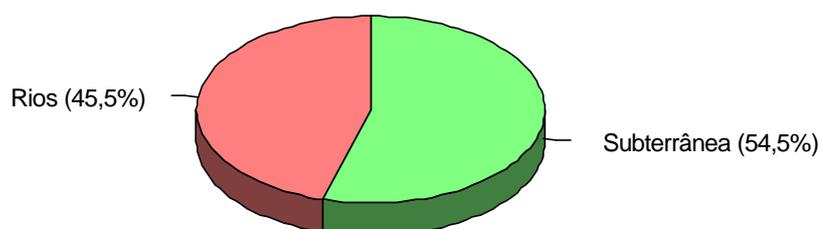


FIGURA 16 - Consumo de água industrial para o município de Turvo

**TABELA 27 - Consumo de água subterrânea para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Turvo. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita de tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Vazão de Efluentes	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
91	4	0	3	B	Rio Turvo
120	8	0	4	B	Rio Turvo
121	6	1	5	B	Rio Jundiá
123	6,25	1	5	B	Rio Turvo
126	3	1	2,3	C	Rio Turvo
127	6	1	4,5	B	Rio Turvo
157	5,5	1	3,8	B	Rio Amola Faca

**TABELA 28 - Consumo de água dos rios para fins industriais em m<sup>3</sup>/hora e descarga de efluentes em m<sup>3</sup>/hora para o município de Siderópolis. Onde A B e C significam que não trata, trata parcialmente e totalmente os efluentes industriais gerados pelas atividades, respectivamente; e 1, 2, 3 e 4 significam que a água não necessita de tratamento, necessita de tratamento convencional, necessita de desinfecção ou necessita tratamento especial, respectivamente**

Código da Atividade	Consumo	Tratamento de Água	Rio que abastece	Descarga	Tratamento de Efluentes	Corpo Receptor
120	20	1	Rio Turvo	18	B	Rio Turvo
122	7	1	Rio Jundiá	5,7	B	Rio Jundiá
124	5	1	Amola Faca	3,5	B	Rio Amola Faca
125	0,4	1	Rio Turvo	0,33	B	Rio Turvo

### Consumo de Água para Abastecimento Urbano

As águas utilizadas para abastecimento urbano, na bacia do rio Araranguá, são distribuídas segundo a figura 17. Observa-se que, do total de fornecimento de água tratada nesta bacia, cerca de 84% é suprido pela Casan, 14% por sistemas de abastecimento, gerenciados pela prefeituras municipais, e aproximadamente 2% pela Samae. A tabela 29 mostra o consumo de água tratada, por órgão fornecedor e por município.

#### **Consumo Urbano Água Tratada** Bacia do Araranguá

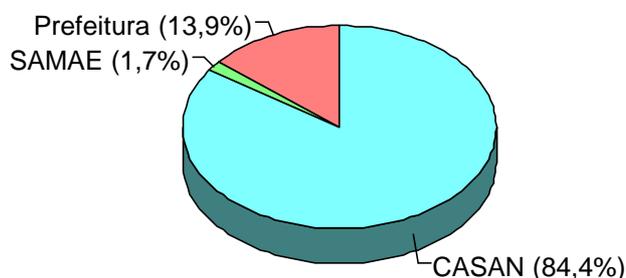


FIGURA 17 - Distribuição de água tratada para bacia do rio Araranguá

**TABELA 29 - CONSUMO URBANO DE ÁGUA TRATADA NA BACIA DO ARARANGUÁ, SEUS RESPECTIVOS FORNECEDORES E CONSUMO**

Município	Órgão Fornecedor	Consumo (m <sup>3</sup> /h)
Araranguá	Prefeitura	188,0
Criciúma	CASAN	1.017,0
Ermo	CASAN	14,5
Forquilha	CASAN	21,0
Jacinto Machado	SAMAE	17,2
Maracajá	CASAN	12,3
Meleiro	CASAN	12,6
Morro Grande	Prefeitura	2,9
Nova Veneza	CASAN	13,8
Siderópolis e Treviso	CASAN	35,0
Timbé do Sul	SAMAE	6,3
Turvo	CASAN	21,4
<b>Total</b>		<b>1.362,0</b>

FONTE: CASAN, SAMAE e Prefeituras Municipais.

Os dados confirmam, ainda, que do total destas águas cerca de 2,3% são águas subterrâneas e 97,7% são águas superficiais, conforme demonstra a figura 18.

### **Consumo Urbano de Água Tratada** Água Superficial X Água Subterrânea

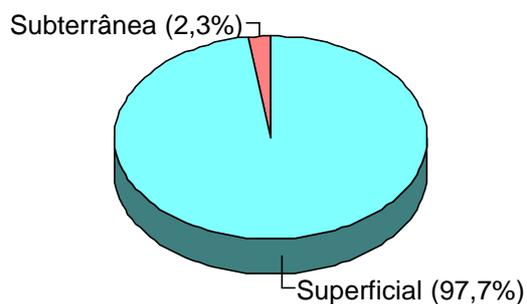


FIGURA 18 - Distribuição das fontes de abastecimento de água para fins urbanos

A relação do consumo de água para abastecimento urbano de cada município integrante da bacia é apresentada na figura 19.

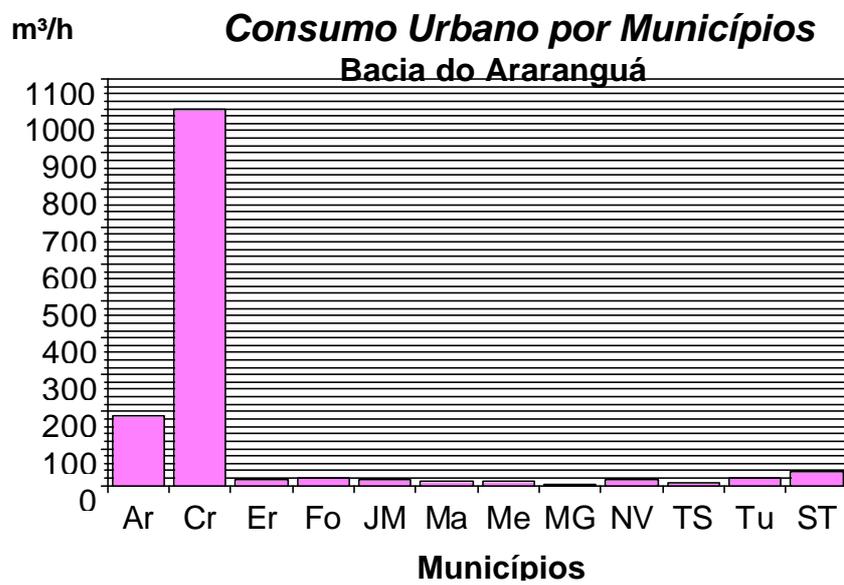


FIGURA 19 - Consumo de água tratada, por município da bacia do Araranguá

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

1. APHA-AWWA-WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 17 th. ed. Baltimore, 1989.
2. CETESB. **Qualidade de águas interiores do estado de São Paulo.** São Paulo, 1985.
3. CONAMA. **Resoluções CONAMA 1984 a 1991.** 4 ed. Brasília. 1992.
4. MOTA, S. **Preservação de recursos hídricos.** Rio de Janeiro : ABES, 1988. 222 p.
5. SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre : UFRGS, 1985. 532 p.
6. VILLELA, S. M. ; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo : McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.
7. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte : UFMG/Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1995. 240 p.
8. ZIM-ALEXANDRE, N. ; KREBS, A. S. J. **Qualidade das águas superficiais do município de Criciúma, SC.** Porto Alegre : CPRM, 1995.
9. ZIM-ALEXANDRE, N.; KREBS, A. S. J.; VIERO, A. C. Qualidade das águas superficiais do município de Criciúma. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma : UNESC, n.1, p. 29-54, 1995.
10. ZIM-ALEXANDRE, N.; NOSSE, E. de O.; KREBS, A. S. J.; VIERO, A. C. Fontes de poluição no município de Criciúma, SC. Porto Alegre : CPRM, 1995. In: CHRISROFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2.ed. São Paulo : E. Blücher, 1980. 188p.

Verso bibliografia