

## Volume 2

### Caracterização da Área

#### 7.5.3 Cerâmica

A ocorrência de argilas e outras matérias-primas na região sul do Estado de Santa Catarina, propiciou o desenvolvimento na região da indústria cerâmica.

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

Após mistura e moagem dos com-ponentes 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 necessário de umidade 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 titânio) e como corantes (ferro, cromo, cobalto, manganês, etc.).

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

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

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

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

#### Características das Águas Residuais

As águas residuais na indústria ce-râmica 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 e a ampla gama de aplicações e produtos habitualmente utilizados (princi-palmente com relação aos diferentes corantes).

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

- sólidos em suspensão - argilas, restos de fritas, silicatos insolúveis em geral;
- ânions em solução - sulfatos, cloretos, fluoretos;

- metais pesados em solução e/ou suspensão, principalmente Pb e Zn;
- boro em quantidades mais ou menos variáveis;
- traços de matéria orgânica - veículos serigráficos e colas 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 2 apresenta o potencial poluidor dos efluentes provenientes do processo de esmaltação (efluente sem tratamento) na produção do revestimento cerâmico.

TABELA 2: COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS AFLUENTES DO SETOR DE ESMALTE

Característica	Intervalo de Variação
pH	7,00 a 9,00
Sólidos em Suspensão(mg/l)	1 a 20.103
Sólidos Sedimentáveis (ml/l)	5 a 30
Cloretos (mg/l)	100 a 700
Sulfatos (mg/l)	100 a 1000
Fluoretos (mg/l)	2 a 20
Cálcio (mg/l)	50 a 500
Magnésio (mg/l)	10 a 100
Sódio (mg/l)	50 a 500
Potássio (mg/l)	1 a 50
Alumínio (mg/l)	2 a 25
Silício (mg/l)	5 a 30
Ferro (mg/l)	0,5 a 5
Zinco (mg/l)	2 a 20
Chumbo (mg/l)	5 a 70
Boro (mg/l)	1 a 80
D.Q.O. (mg/l)	100 a 400
D.B.O.5 (mg/l)	40 a 160

#### Resíduos Sólidos

A indústria cerâmica possui as três classes de resíduos sólidos referenciados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, ou seja, resíduos perigosos (classe I), resíduos não inertes (classe II) e resíduos inertes (classe III), como apresentado no quadro 3.

QUADRO 3: 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 gerado nas estações de tratamento de efluentes fenólicos	Gaseificação	Classe I

Cinzas dos Gaseificadores	Gaseificação	Classe I ou II
Limonita	Dessulfurização do gás pobre	Classe I

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

O quadro 4 apresenta a composição química do lodo proveniente da estação de tratamento de efluentes líquidos do setor de esmalte, em porcentagem. A variação na concentração é em função da tipologia do produto.

#### QUADRO 4: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO LODO GERADO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DO SETOR DE ESMALTE.

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 vidrado. Os principais contaminantes emitidos no processo cerâmico são apresentados no Quadro 5.

#### QUADRO 5: PRINCIPAIS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS NO PROCESSO CERÂMICO.

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

LPO: Limite de Percepção de Odor.

Além disso, empresas que geram gás pobre como alternativa energética,

apresentam problemas com relação a emissão de substâncias odoríferas provenientes do processo de gaseificação, seja de carvão mineral, vegetal ou turfa, como utilizado no município.

Estas emissões, quando não controladas adequadamente, encontram-se em desacordo com o artigo nº 31 do Decreto nº 14250/81 que regulamenta dispositivos da Lei nº 5793 de 15/10/80, referente à proteção e a melhoria da qualidade ambiental, onde diz: “é proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora”. As emissões de material particulado nos atomizadores necessitam ser abatidas. Apresentam uma variação na concentração de 300 e 2000 mg/Nm<sup>3</sup>.

A FATMA exige uma concentração máxima de 100 mg/Nm<sup>3</sup>, para tanto as empresas estão optando pela implantação de lavadores de gases do tipo Scruber/Venturi. Não há no município nenhum sistema de abatimento de material particulado proveniente de atomizadores por via seca.

#### Sistema de Controle

O Quadro 6 apresenta as principais alternativas para tratamento dos efluentes líquidos utilizadas nas indústrias do município.

QUADRO 6: PRINCIPAIS ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

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

#### Cerâmica Vermelha

A ocorrência de argilas apresentando variáveis teores de impurezas, como disseminações de quartzo, micas, pirita, matéria orgânica, fragmentos de rochas, hidróxidos de ferro e outros, fez com que a cerâmica vermelha se desenvolvesse na região sul do estado. Na porção sudoeste da bacia próxima à Jaguaruna e Treze de Maio, estas indústrias produzem principalmente tijolos (olarias).

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

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

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

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

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

Desta forma, não há geração de efluentes líquidos no processo industrial, uma vez que não há variedade na formulação das matérias-primas, não necessitando de

limpeza das marombas. Com relação aos resíduos sólidos, há apenas “quebras” de processo e caracterizam-se como resíduo classe III - inertes, apresentando boa aceitação para utilização como aterro.

A problemática ambiental na indústria de cerâmica vermelha são as emissões atmosféricas. Este problema agrava-se ainda mais na Região Sul do Estado, pela proximidade das jazidas de carvão mineral, o que torna a sua utilização economicamente atrativa com relação à lenha.

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

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

MP: Material Particulado; SOX: SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>; HC: Hidrocarbonetos

Além disso, os gases emitidos pela queima do carvão são mais densos que os da lenha, fazendo com que a “pluma” torne-se mais baixa, afetando seriamente a qualidade do ar ao nível do solo.

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

#### Controle de Emissão

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

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

#### 7.5.4 Lavanderias

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

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

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

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

No processo de tingimento, o pano é passado por uma solução de tinta, fixado e lavado. O tingimento é realizado em processo contínuo e descontínuo. No contínuo, o pano, depois de impregnado num banho contendo tinta e produtos químicos, é espremido entre dois rolos e seco; a seguir, vai para o processo de vaporização. No processo descontínuo, o pano fica num movimento de vaivém, enrolando-se e desenrolando-se entre dois cilindros, ao mesmo tempo que passa por um tanque contendo as tintas e produtos auxiliares. Os despejos do tingimento são variados, devido aos diferentes tipos de corantes e da maneira pela qual são aplicados; são volumosos, 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 fibras de tecidos que, após estagnação, iniciam um processo considerável de decomposição por bactérias. Nesse estágio, observa-se apenas uma separação parcial de sólidos. A eficiência dos sabões e outros agentes de ativação de superfície, aumenta com o emprego de álcalis.

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

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.

TABELA 3: COMPOSIÇÃO DOS DESPEJOS DE LAVANDERIAS.

Parâmetro	Concentração
pH	8 a 11
Sólidos totais	1000 a
Sólidos em suspensão	30 a 300 mg/l
Alcalinidade total	300 a 900 mg/l
DBO5	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

#### Sistema de Tratamento de Efluentes

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

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

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

Estas caldeiras quando são operadas adequadamente ou, dependendo do combustível utilizado, emitem material particulado e outros gases que causam incômodos à comunidade vizinha às empresas. Normalmente estas emissões

consistem em problemas localizados, afetando realmente só a vizinhança mais próxima.

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

#### 7.5.5 Indústrias Químicas Inorgânicas

As indústrias químicas instaladas na área 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 deste processo, das águas que irão necessitar tratamento antes da descarga.

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