



**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO  
PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DA CETESB  
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO “CONFORMIDADE  
AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS”**



**Beatriz Maiume Tamanaga**

**EXIGÊNCIAS LEGAIS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE  
INDÚSTRIAS CERÂMICAS**

São Paulo  
2021



**Beatriz Maiume Tamanaga**

## **EXIGÊNCIAS LEGAIS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE INDÚSTRIAS CERÂMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentação ao Curso de Pós-Graduação “Conformidade Ambiental Com Requisitos Técnicos e Legais”, da Escola Superior da CETESB, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Conformidade Ambiental.

Orientador: Prof. Me. João Carlos Mucciacito

São Paulo  
2021

# DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

T155e Tamanaga, Beatriz Maiume  
Exigências legais do licenciamento ambiental de indústrias cerâmicas / Beatriz  
Maiume Tamanaga. – São Paulo, 2021.  
59 p.: il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Me. João Carlos Mucciacito.  
Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Conformidade Ambiental)  
– Pós-Graduação Lato Sensu Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e  
Legais, Escola Superior da CETESB, São Paulo, 2021.

Disponível também em: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>.

1. Impactos ambientais 2. Indústria cerâmica 3. Legislação ambiental 4.  
Licenciamento ambiental I. Mucciacito, João Carlos, Orient. II. Escola Superior da  
CETESB (ESC). III. Título.

CDD (21.ed. esp.) 666.0286 816 1  
346.046 714 816 1  
CDU (2.ed. port.) 666.3/.7:504.6 (815.6)  
666.3/.7:349.6 (815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada – CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.  
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB.

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345  
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Site: <<http://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/producao-tecnico-cientifica/>>



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CONFORMIDADE AMBIENTAL COM REQUISITOS TÉCNICOS E LEGAIS



AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno(a):	Beatriz Maiume Tominaga	
Título do trabalho:	EXIGÊNCIAS LEGAIS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE INDÚSTRIAS CERÂMICAS	Turma: 2018

Avaliadores	Nota	Assinatura
Avaliador 1 Nome: Heber Braida	9,0	
Avaliador 2 Nome: Jorge Luiz Silva Rocco	9,0	
Orientador Nome: João Carlos Mucciacito	9,0	
Nota final	9,0	
Aprovado em São Paulo, 09 de fevereiro de 2021		

Ciência do aluno(a): 	Assinatura 
--------------------------	----------------

A aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso não significa aprovação, endosso ou recomendação, por parte da CETESB, de produtos, serviços, processos, metodologias, técnicas, tecnologias, empresas, profissionais, ideias ou conceitos mencionados no trabalho.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus familiares e companheiros de curso que sempre colaboraram para o desenvolvimento e execução.

## **AGRADECIMENTOS**

A ESCOLA SUPERIOR DA CETESB, seu corpo docente, direção e administração, que proporcionaram todo o material e método de ensino com mérito e ética.

Ao professor Me. João Carlos Mucciacito, pela orientação, apoio e confiança.

Aos meus familiares que vem desde os primórdios me auxiliando e me incentivando a persistir com este desafio de concluir o curso de Pós Graduação, para que assim possa me tornar uma profissional com muito mérito.

A todos que fizeram parte da minha formação no curso de “Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais”.

No meio do caos há sempre uma oportunidade.

(SUN TZU)

## RESUMO

Nos dias atuais, há um grande desafio em relação à sustentabilidade voltada ao meio ambiente e quais os melhores métodos para a remediação de quaisquer contaminações ao solo, ar e água. Diante desta peculiaridade, torna-se necessário a implantação de exigências técnicas cada vez mais aprimoradas conforme o desenvolvimento tecnológico e social para a implantação de novos empreendimentos, visando a qualidade do meio ambiente. Para tal, o presente trabalho aponta a aplicabilidade e importância da fiscalização realizada pelo órgão ambiental no Estado de São Paulo, voltado ao setor industrial de indústrias cerâmicas, através do licenciamento ambiental.

Palavras-chave: Meio ambiente, exigência técnica, licenciamento ambiental.

## **ABSTRACT**

Nowadays, there is a great challenge in relation to sustainability focused on the environment and what are the best methods for the remediation of any contamination to the soil, air and water. In view of this peculiarity, it is necessary to implement technical requirements that are increasingly improved according to technological and social development for the implementation of new enterprises, aiming at the quality of the environment. To this end, the present work points out the applicability and importance of the inspection carried out by the environmental agency in the State of São Paulo, aimed at the industrial sector of ceramic industries, through environmental licensing.

Keywords: Environment, technical requirement, environmental licensing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do município de Santa Gertrudes no Estado de São Paulo .	19
Figura 2 – Entorno do município de Santa Gertrudes .....	19
Figura 3 – Bacia Hidrográfica PCJ .....	21
Figura 4 – Mapa Topográfico de Santa Gertrudes .....	23
Figura 5 – Mapa da ocorrência da Formação Corumbataí na área do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes .....	24
Figura 6 – Participação de revestimento por tipo de produtos fabricados (Milhões de m <sup>2</sup> ) .....	30
Figura 7 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de produtos cerâmicos .....	34
Figura 8 – Fluxograma do resíduo sólido de acordo com a PNRS.....	37
Figura 9 – Emissão de Fluoreto no processo de queima .....	41
Figura 10 – Árvore de problemas .....	45
Figura 11 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de pisos e revestimentos, por Via Seca.....	55
Figura 12 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de pisos e revestimentos, por Via Úmida.....	56
Figura 13 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação Cerâmica Branca – Isoladores elétricos.....	57
Figura 14 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de Cerâmica Branca – Louça Sanitária.....	58
Figura 15 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de Cerâmica Branca – Louça de mesa .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Clima do Município de Santa Gertrudes.....	22
Tabela 2 – Segmentos de cerâmica.....	29
Tabela 3 – Valores para queima em forno de rolo – combustível gás natural.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANFACER	Associação Nacional Dos Fabricantes De Cerâmica Para Revestimentos, Louças Sanitárias E Congêneres
ANICER	Associação Nacional da Indústria da Cerâmica
ASPACER	Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento
CADRI	Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Co	Cobalto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV's	Compostos Orgânicos Voláteis
Cr	Cromo
ECP	Equipamento de Controle de Poluição
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
LE	Latossolo Vermelho-Escuro
Lea	Latossolo Vermelho Escuro Álico
LI	Licença de Instalação
LINACH	Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
Lva	Latossolo Vermelho Amarelo Álico
mg/m <sup>3</sup>	Miligrama por metro cúbico
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
Mn	Manganês

MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Técnica Brasileira
Ni	Níquel
nº	Número
NO <sub>x</sub>	Óxido de nitrogênio
ONU	Organização das Nações Unidas
P+L	Produção mais Limpa
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ppm	Partes por milhão
PREFE	Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias
SO <sub>x</sub>	Óxido de enxofre
SVLE	Sistema de Ventilação Local Exaustora
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
1.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>18</b>
<b>3 POLO CERÂMICO (SANTA GERTRUDES).....</b>	<b>18</b>
3.1 HIDROGRAFIA SANTA GERTRUDES.....	20
3.2 CLIMA.....	21
3.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	22
3.4 PLANO DIRETOR.....	25
<b>4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>26</b>
<b>5 SETOR DE CERÂMICAS .....</b>	<b>27</b>
5.1 ARGILAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA O SETOR CERÂMICO.....	28
<b>6 IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>35</b>
6.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	35
6.2 RECURSOS HÍDRICOS.....	38
6.3 RUIDO E VIBRAÇÃO.....	40
6.4 EMISSÕES ATMOSFÉRICA .....	40
<b>7 METODOLOGIA.....</b>	<b>43</b>
<b>8 ANÁLISE .....</b>	<b>43</b>

<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>53</b>

## INTRODUÇÃO

O Brasil se encontra com um importante setor voltado ao desenvolvimento de revestimentos cerâmicos. Além disso, nos últimos anos houve um crescimento em sua produção, intensificado pelo elevado consumo, principalmente, de países como a China, Índia e Brasil sendo os maiores mercados de consumidores e produtores do mundo (PRADO, BRESSIANI, 2013). De acordo com a ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES (ANFACER), “em 2020 a projeção foi de 935 milhões de metros quadrados de revestimentos cerâmicos produzidos para uma projeção de capacidade instalada de 1.219 milhões de metros quadrados” (ANFACER, 2021).

São caracterizados como cerâmicas quaisquer conjuntos de atividades voltadas ao desenvolvimento de toda a espécie de objetos, que utilizam a propriedade da argila, basicamente compostas de silicatos de aluminas, que podem ser associados a óxidos de ferro e por filossilicatos e classificadas como Puras (cor de cozimento branca) e Impuras (cor de cozimento marrom, vermelho ou terra-cota), para se moldar facilmente no estado de barro cru (húmido) e adquire a sua rigidez conforme passa pelo processo de secagem ou por cozedura (MARTINS, SILVA, 2004).

As matérias-primas utilizada pelas indústrias cerâmicas são provenientes de fontes naturais encontradas na crosta terrestre. Após o processo de mineração, o material passa a ser desagregado e moído, para que na etapa seguinte seja classificado de acordo com a sua granulometria. Posteriormente a esta segregação o material está pronto para ser encaminhado para o processo de fabricação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2017).

Consequentemente a este crescimento gradual da produção, as indústrias ceramistas estão cada vez mais usufruindo dos recursos naturais, através da extração da argila e da emissão de poluentes atmosféricos, efluentes líquidos e resíduos sólidos.

Os poluentes mais impactantes neste processo produtivo são a emissão de fluoreto, proveniente da queima da argila no processo de produção; assim como a suspensão de material particulado no ar, proveniente também do método inadequado do transporte de argila.

A identificação destes poluentes é importante para prevenir e remediar as áreas contaminadas. Para isso, é fundamental a utilização de monitoramento ambiental para ser disponibilizados parâmetros de comparação e comprovar os danos ao meio ambiente. Para Pelaquim (2013, p. 28), o monitoramento: “[...] é a fase essencial para verificar se a estratégia adotada está sendo fielmente executada e os objetivos estão sendo atingidos”. Maximiano (2006) complementa dizendo que monitorar: “[...] consiste em acompanhar e avaliar a execução da estratégia”.

No que tange ao monitoramento e fiscalização, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é o órgão competente a estabelecer limites de emissões de elementos químicos provenientes de processos produtivos, dentre outras atribuições.

De acordo com a CETESB (2013), Santa Gertrudes, onde se encontra o polo cerâmico de revestimento cerâmico do Brasil, possui um monitoramento da qualidade do ar para particulado e alguns óxidos. Entretanto, não há um monitoramento específico em relação a emissão de fluoreto, frente a estes outros poluentes estão mais visíveis e em maior concentração. Contudo, sabe-se que o fluoreto apresenta diversos perigos como a fitotoxicidade, além de outros impactos ao meio ambiente, como alteração do pH e inibir crescimento de determinadas espécies frutíferas.

Portanto, este estudo tem como objetivo identificar os possíveis impactos gerados pelas indústrias do setor cerâmico e avaliar se as exigências vigentes para o licenciamento ambiental, como estudo de caso a região de Santa Gertrudes, que são exigidas pelo órgão ambiental são suficientes para sanar quaisquer danos ambientais que possam ser provenientes do setor cerâmico.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliação das exigências técnicas no âmbito do Licenciamento Ambiental exigidas pelo órgão Ambiental no caso de indústrias voltadas ao desenvolvimento de materiais cerâmicos no polo cerâmico de Santa Gertrudes.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliação do processo industrial para a fabricação de materiais cerâmicos para pisos e revestimentos e suas tecnologias de reaproveitamento de matéria prima, objetivando o tratamento de efluentes líquidos e resíduos gasosos e resíduos sólidos.
- Análise das exigências técnicas contidas no licenciamento ambiental de indústrias cerâmicas.

## 2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho visa a identificação do enquadramento das indústrias cerâmicas no polo cerâmico de Santa Gertrudes em relação as exigências ambientais estipuladas pelo órgão ambiental licenciador no estado de São Paulo, visando a aplicação das normas estipuladas para o desenvolvimento industrial sem que haja a necessidade de aplicações de penalidades e sanções pelo não cumprimento das exigências.

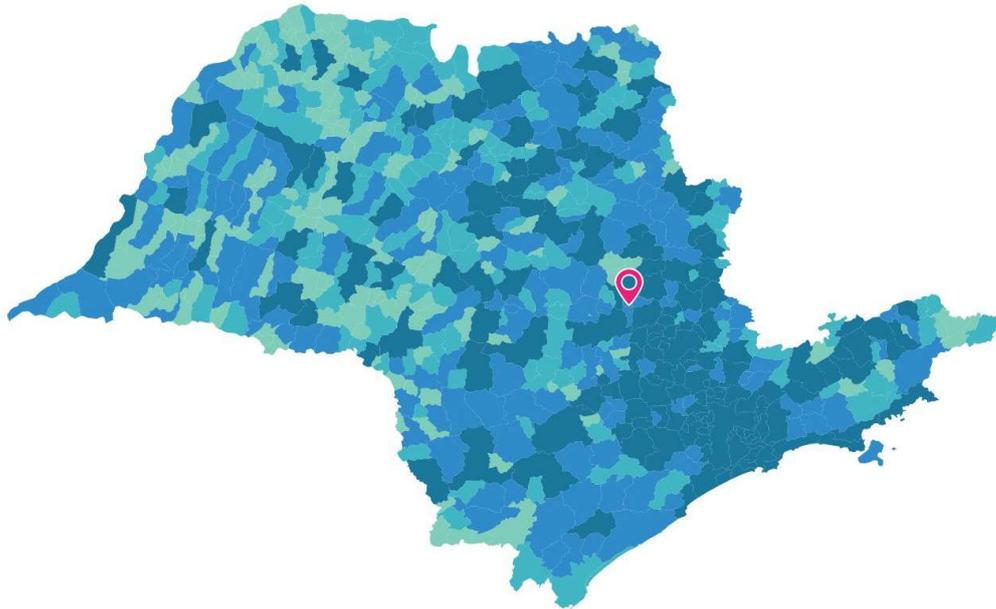
## 3 POLO CERÂMICO (SANTA GERTRUDES)

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes concentra no entorno do município de Santa Gertrudes situa-se na região centro-leste do estado de São Paulo, como ilustrado nas Figuras 1 e 2, e pertence a região administrativa de Campinas e do governo de Rio Claro. Sua extensão é de aproximadamente 98,3 km<sup>2</sup> e faz divisas ao Sul com Iracemápolis, ao Norte e Oeste com Rio Claro e ao Leste com Araras e Cordeirópolis. Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o município possui, aproximadamente, 27.381 habitantes.

O município originou-se por volta de 1817, quando o Brigadeiro Manuel Rodrigues Jordão e sua esposa apanharam a gleba "Laranja Azeda", parte da sesmaria do Morro Azul (IBGE, 2013).

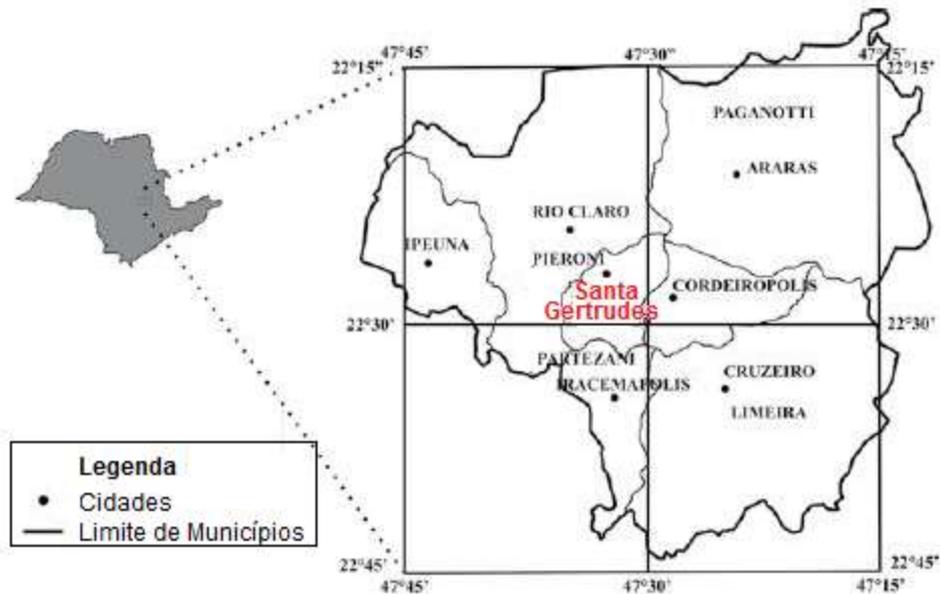
O Barão formou uma fazenda de cana de açúcar e café, que posteriormente foi industrializado, favorecendo a implantação da ferrovia e a povoação local. Pela Lei Estadual nº 233, de 24 de Dezembro de 1948 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES, 2013). Houve um crescimento econômico e social significativo com o desenvolvimento da indústria de cerâmica e com a fixação de novos moradores, casas comerciais e novas residências.

**Figura 1 – Localização do município de Santa Gertrudes no Estado de São Paulo**



Fonte: IBGE, 2020

**Figura 2 – Entorno do município de Santa Gertrudes**



Fonte: BARTOLOMEU, D.; MORENO, M.M.T.; ROCHA, R. R. da. apud IPT, 2011.

Por causa do baixo custo, em relação a matéria-prima e do processo de produção industrial por via seca e disponibilidade de gás natural através do gasoduto Brasil-Bolívia ocasionando a viabilização e a produção dos revestimentos com preços acessíveis ao público, neste seguimento o município de Santa Gertrudes apresenta a maior produção de revestimentos cerâmicos no Brasil.

Além disso, sua localização próxima às rodovias facilita transporte dos produtos e a disponibilidade de argila (CARIDADE e TORKOMIAM, 2001).

### **3.1 HIDROGRAFIA DE SANTA GERTRUDES**

Está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 5 (UGRHI-5) – Piracicaba, Capivari e Jundiá, localizada a Leste do Estado de São Paulo. Esta UGRHI tem a prolongação desde a da divisa com o Estado de Minas Gerais até o reservatório em Barra Bonita, que está localizado no Tietê. O conjunto dos Rios dessas três bacias, possui, aproximadamente, 14.000 km<sup>2</sup> (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES, 2013b).

Além dos rios referenciados, a Unidade de Gerenciamento é constituída principalmente pelos seguintes cursos d'água: “Rio Jaguari, Rio Atibaia, Rio Camanducaia, Rio Corumbataí, Rio Passa Cinco, Ribeirão Anhumas, Ribeirão Pinheiros, Ribeirão Quilombo, Rio Capivari-Mirim, Córrego São Vicente, Rio Jundiá-Mirim e Ribeirão Santa Gertrudes”, conforme Figura 3 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES, 2013b).

O município de Santa Gertrudes localiza-se na bacia do Rio Corumbataí, “situada na porção centro-leste do Estado de São Paulo, possuindo a maior parte de suas terras na Depressão Periférica Paulista” (Câmara Municipal Santa Gertrudes, s.d).

**Figura 3 – Bacia Hidrográfica PCJ**

### Localização



Fonte: Consórcio PCJ, s.d.

## 3.2 CLIMA

No município de Santa Gertrudes o clima é Aw (tropical com inverno seco), ou seja, conforme o sistema de classificação global climática Köppen-Geiger (PROESPLAN, 2013). No período chuvoso entre novembro a janeiro, sua precipitação média anual é de 1280 mm. Em relação ao verão, a temperatura média varia entre 32° C e 20° C e no inverno entre 26° C e 12° C (CÂMARA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES, s.d.).

As temperaturas do município e suas médias mensais pluviométricas podem ser expressas de acordo com a Tabela 1, a seguir:

**Tabela 1 – Clima do Município de Santa Gertrudes**

Santa Gertrudes				
Latitude: 22g 16 m		Longitude: 47g 18m		Altitude: 580 metros
<b>Classificação Climática de Koeppen: Aw</b>				
TEMPERATURA DO AR (°C)				CHUVA (mm)
MÊS	Mínima Média	Máxima Média	Média	
JAN	18.7	30.1	24.4	253.0
FEV	19.0	30.2	24.6	197.2
MAR	18.2	29.8	24.0	162.3
ABR	15.6	28.2	21.9	63.4
MAI	12.9	26.2	19.6	57.3
JUN	11.5	25.1	18.3	40.3
JUL	10.9	25.4	18.1	30.5
AGO	12.3	27.5	19.9	30.5
SET	14.3	28.5	21.4	66.8
OUT	16.0	29.0	22.5	127.0
NOV	16.9	29.5	23.2	151.5
DEZ	18.1	29.4	23.8	206.0
ANO	15.4	28.2	21.8	1385.8
Min	10.9	25.1	18.1	30.5
Max	19.0	30.2	24.6	253.0

Fonte: Dados CEPAGRI-UNICAMP, s.d.

A região é caracterizada também pela ocorrência de fenômenos climáticos como nevoeiro, geada e granizo (JUNIOR ,2003 *apud* BRINO, 1973).

### 3.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

O município de Santa Gertrudes apresenta um relevo de depressão periférica, em que de acordo com a Figura 4, é possível identificar porções com relevo mais elevado (em rosa) ao redor da cidade.

**Figura 4 – Mapa Topográfico de Santa Gertrudes**



Fonte: Alterada de Topographic-map, s.d.

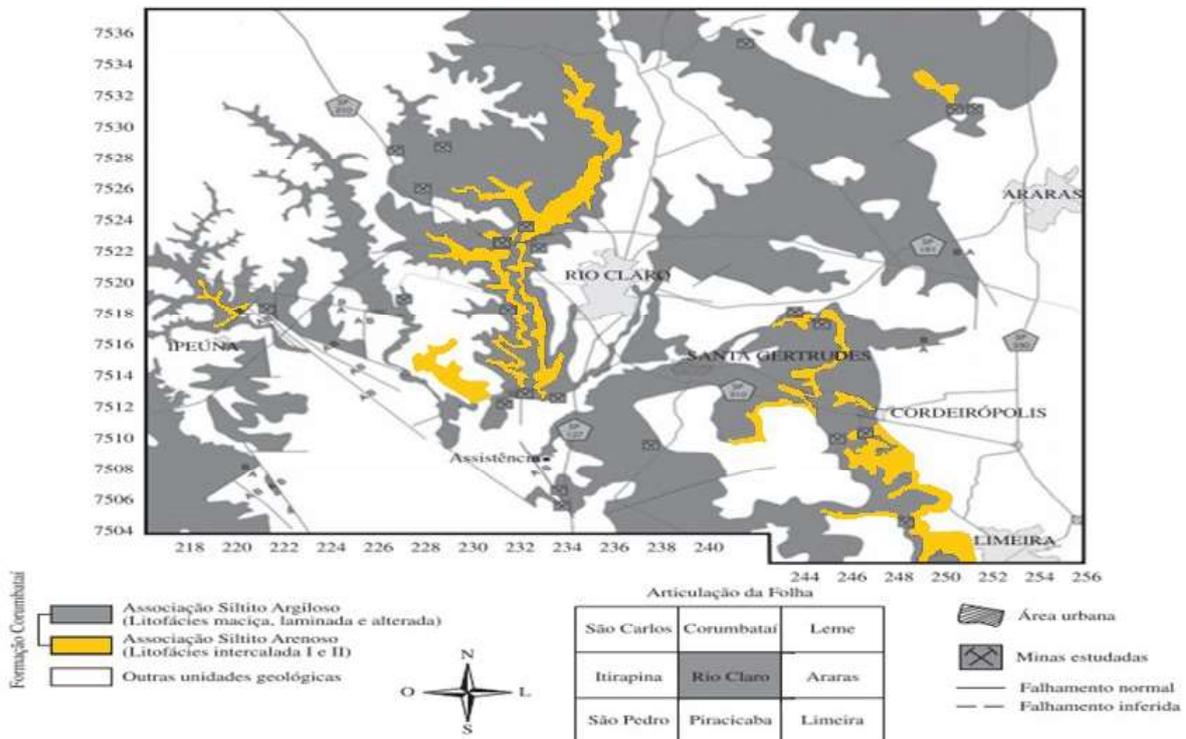
Em relação aos aspectos pedológicos, de acordo com o levantamento dos solos do Estado de São Paulo elaborado por OLIVEIRA & PRADO (1984), o solo da região é predominantemente latossolo, cerca de 52,2% da região (dos tipos LE, Lea e Lva, ácido de baixa fertilidade), que corresponde aos municípios de Corumbataí, Santa Gertrudes, Limeira, Rio Claro e alto vale do rio Corumbataí. No município também são encontrados “solos litólicos, podzólicos, solos hidromórficos que ocupam as várzeas e depressões interfluviais da bacia do rio Corumbataí e o Latossolo Roxo derivado do intemperismo de rochas básicas.”

O solo do município apresenta, também, uma formação sedimentar constituída de camadas de xistos moles e arenito. Através de um processo de decomposição, alguns diques básicos provêm a terra roxa e a argila (PROESPLAN, 2013).

O município situa-se na borda Centro-Leste da Bacia Sedimentar do Paraná e possui variedades de litologias que podem ser classificadas em 4 domínios geológicos: rochas sedimentares mesozóicas e paleozóicas; rochas efusivas e corpos intrusivos básicos; rochas metamórficas e graníticas; e as coberturas sedimentares cenozóicas.

As indústrias produtoras de cerâmica de Santa Gertrudes frequentemente empregam somente matéria-prima encontrada na Formação Corumbataí, que se distribui por todo o território do Estado de São Paulo, conforme Figura 5.

**Figura 5 – Mapa da ocorrência da Formação Corumbataí na área do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes**



Fonte: Alterado de CHRISTOFOLETTI S.R., MORENO M. M.T., 2011

O termo “Formação Corumbataí” foi definido através da Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, em 1916, devido ao Rio Corumbataí, que se estende da fronteira entre os estados do Paraná e São Paulo até Minas Gerais (SALVADOR; SIMONE, 2010). Essa formação geológica localiza-se acima da Formação Irati compondo, assim, a camada superior do Grupo Passa Dois, a última da Era Paleozóica.

De acordo com CHRISTOFOLETTI & MORENO (2011), os insumos empregados no Polo Cerâmico localizado no município de Santa Gertrudes são compostos principalmente por:

[...] “siltitos, ora maciços, ora laminados, ora intercalados, argilitos, folhelhos e arenitos finos a médios de cores variadas intercalados com siltitos arenosos ou argilosos. Estes siltitos variam regionalmente e agrupam-se em cinco diferentes minérios: Maciço, Laminado, Intercalado Siltoso, Intercalado

Arenoso e Alterado. A composição litológica e granulométrica destes minérios varia verticalmente e lateralmente com o avanço da lavra. Estas variações são resultantes dos diferentes processos diagenéticos gerados na formação destes minérios". (CHRISTOFOLETTI & MORENO, 2011).

Em decorrência das especificidades da região, a quantidade de argila para extração é significativa e a economia local é mantida basicamente por este mercado produtivo.

Segundo Luiz Fernando Quilici, superintendente da Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER), a produção nacional de 70% da cerâmica é proveniente do estado paulista. Em relação a este total, há uma produção de 86% produzida na região de Santa Gertrudes e em torno de 93% da produção são voltados para a utilização do mercado interno (MME, 2013).

### **3.4 PLANO DIRETOR**

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1991) o Plano Diretor é um meio empregado para se realizar o planejamento municipal, norteando a implantação de uma política de desenvolvimento e de ordenamento do crescimento urbano.

O Plano Diretor instituído pelo município, é uma Lei promulgada pela Prefeitura, elaborada pela Câmara Municipal e da sociedade civil que se destina a propor um crescimento, desempenho e planejamento da área territorial da cidade, objetivando orientar as ações do poder público dirigindo-se aos interesses coletivos da região.

O Plano Diretor tem como finalidade apresentar a sustentabilidade e o crescimento econômico da região (REDE APL MINERAL, 2013). A importância do zoneamento no território Geomineiro de Santa Gertrudes é devido aos cenários de crescimento do mercado da produção mineral nos polos mineiro-industriais e urbana no Estado de São Paulo, sendo necessárias restrições legais no planejamento para manter a preservação ambiental, geológico, mineralógico e socioeconômico (JUNIOR, M.C., 2012).

Para o pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), Marsis Cabral, o Plano Diretor é um mecanismo de importante fundamentação para a inclusão da mineração nos instrumentos de ordenamento territorial (MME, 2013). Possuindo o objetivo aumentar o aproveitamento dos recursos minerais e garantir o auxílio do mesmo para à sociedade, possuindo outras maneiras de uso e ocupação

do solo e a devida manutenção da qualidade ambiental (JUNIOR, 2012). A política de desenvolvimento urbano e rural do Município de Santa Gertrudes tem como objetivo atender diversas questões, desde a social até a delimitação de zonas de ocupação do solo.

Entretanto, não foi observada nenhuma ação quanto ao monitoramento de fluoreto para a atmosfera e corpos hídricos decorrente da produção de cerâmica.

#### **4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

Para que haja o controle de fiscalização das atividades que possuam um potencial poluidor, existe uma ferramenta qual o poder público utiliza para o controle e fiscalização ambiental, tal atividade é reconhecida como Licenciamento Ambiental.

O licenciamento ambiental é o método aplicado ou procedimento administrativo utilizado para que os órgãos ambientais competentes autorizem a instalação e operação da atividade dos empreendimentos. Os empreendimentos que serão avaliados por estes órgãos já estão pré estabelecidos através da Resolução CONAMA n° 237, de 19 de Dezembro de 1997, sendo composto por atividades na qual são utilizados recursos naturais ou possuem um potencial poluidor de acordo com atividade realizada pela empresa. As empresas que se enquadram nestas características, são obrigadas a requerer o Licenciamento Ambiental para a devida atividade, ficando a mesma sujeita a sanções previstas em Lei pelo não cumprimento das restrições ou condicionantes estabelecidas pelo órgão técnico ou o funcionamento da atividade sem o devido licenciamento ambiental.

O licenciamento está dividido em três partes, sendo elas a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO). Na Licença Prévia, o órgão irá avaliar os requisitos, tais como: a localização do empreendimento de acordo com o zoneamento municipal, concepção do empreendimento, tipo da atividade a ser instalada e quais os possíveis impactos locais de forma que sirva como base para as próximas etapas do licenciamento. Portanto é nesta etapa onde são definidos os fatores necessários para que seja atingido o controle ambiental de acordo com a atividade a ser instalada, onde são realizados os estudos ambientais elaborados por profissionais devidamente habilitados para que o órgão defina as condições que a

empresa deverá providenciar a fim de efetivar as normas ambientais vigentes. Após a expedir a Licença Prévia, ocorre a solicitação da Licença de Instalação onde será avaliada a autorização para iniciar a construção e realizar a instalação dos equipamentos já mencionados na licença anterior. E por fim, deve ser solicitada a Licença de Operação após o cumprimento das exigências solicitadas nas licenças anteriores, então o órgão fiscalizador irá verificar se foram tomadas todas as medidas de controle ambiental e estabelecer as exigências técnicas para o método e controle das condições de operação.

As licenças ambientais apresentam quais são as exigências que o órgão ambiental estipulou para determinada empresa de acordo com os estudos apresentados e a característica da atividade a ser realizada. Dentre as principais características analisadas estão: avaliação do ruído, efluentes, emissões atmosféricas e resíduos sólidos, entre outras.

Portanto o presente trabalho visa o enquadramento das indústrias cerâmicas de acordo com a legislação vigente e avaliar quais são as medidas necessárias para o cumprimento das exigências ambientais de acordo com o setor industrial proposto.

## **5 SETOR DE CERÂMICAS**

Para as indústrias, os revestimentos cerâmicos são constituídos através da transformação, de capital intensivo, aplicado para o segmento de minerais metálicos e não metálicos, vinculados por ligações de caráter misto, iônico-covalente e possui como principal atividade a produção de azulejos, pisos, tijolos, telhas, dentre outros produtos que são incorporados na cadeia produtiva do complexo industrial de materiais de construção (CONSTANTINO, ROSA, CORRÊA, 2006). Os materiais cerâmicos podem ainda ser rotulados em função de suas matérias-primas, propriedades e áreas de utilização em: Cerâmicas Vermelhas; Cerâmicas ou Materiais de Revestimento; Cerâmicas Brancas; Cerâmicas Refratárias; Cerâmicas Avançadas e, por fim Abrasivas. Em geral são materiais que apresentam características de fragilidade e dureza, com uma baixa tenacidade e ductibilidade, uma propriedade de ser um bom isolante térmico e elétrico (MARTINS, SILVA, 2004).

No caso das placas cerâmicas, normalmente são empregadas em revestimentos de pisos e paredes, para garantir as questões estéticas dos ambientes, conforto e praticidade. Na questão técnica, os revestimentos cerâmicos devem ser testados para que sejam resistentes a absorção de água, dureza, choque térmico e resistência, tanto a mancha, quanto a ácidos. São constituídas através de diversas fontes primárias, se apresentando principalmente como materiais argilosos e os não-argilosos (CONSTANTINO, ROSA, CORRÊA, 2006).

Para a camada de revestimento do piso cerâmico ocorre a produção do esmalte, que é composto por minerais, no qual apresentam em seus componentes básicos: elementos fundentes, elementos opacificadores e refratários, que atribuem nas características finais do vidro e elementos vítreos, no qual constituem o corpo do esmalte (CONSTANTINO, ROSA, CORRÊA, 2006). Os revestimentos podem ser classificados de acordo com as variações de suas dimensões, o esquadro, espessura, empenamento/ curvaturas.

Com o desenvolvimento tecnológico podem ser elaboradas novas técnicas para aprimoramento dos produtos preexistentes, através dos indicadores de densidade do material, absorção de umidade, resistência a ataques químicos e físicos.

## **5.1 ARGILAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA O SETOR CERÂMICO**

No caso do desenvolvimento de placas cerâmicas se faz necessário a moldagem, secagem e queima da argila, pura ou com alguma mistura em sua massa, e a esmaltação.

De acordo com Ribeiro; Pinto; Starling (2002) existem diversos tipos de argila, sendo os de uso mais frequente no setor de revestimentos cerâmicos:

- a) Argila vermelha;
- b) Argila fundente;
- c) Argila branca;
- d) Argila plástica.

Em relação ao cenário Brasileiro, foi definido que o setor cerâmico seria segmentado, conforme ilustra o Tabela 1. O critério de divisão associa-se aos produtos e, mais precisamente, aos mercados em que estão inseridos.

**Tabela 2 – Segmentos de cerâmica**

<b>SEGUMENTOS</b>	
<b>Cerâmica Estrutural (Vermelha)</b>	Fritas, Vidrados e Corantes
<b>Revestimentos (pisos e azulejos)</b>	Matérias Primas Sintéticas
<b>Matérias Primas Naturais</b>	Cerâmica Elétricas
<b>Refratários</b>	Equipamentos para Cerâmica
<b>Cerâmicas Técnica, especiais, outras</b>	Abrasivos
<b>Sanitários</b>	Louças de Mesa e Adorno

Fonte: Adaptado de Bustamante e Bressiani, 2000.

No caso da argila vermelha, há um teor de óxido de ferro elevado, devido a isso a base do revestimento fica com a coloração avermelhada.

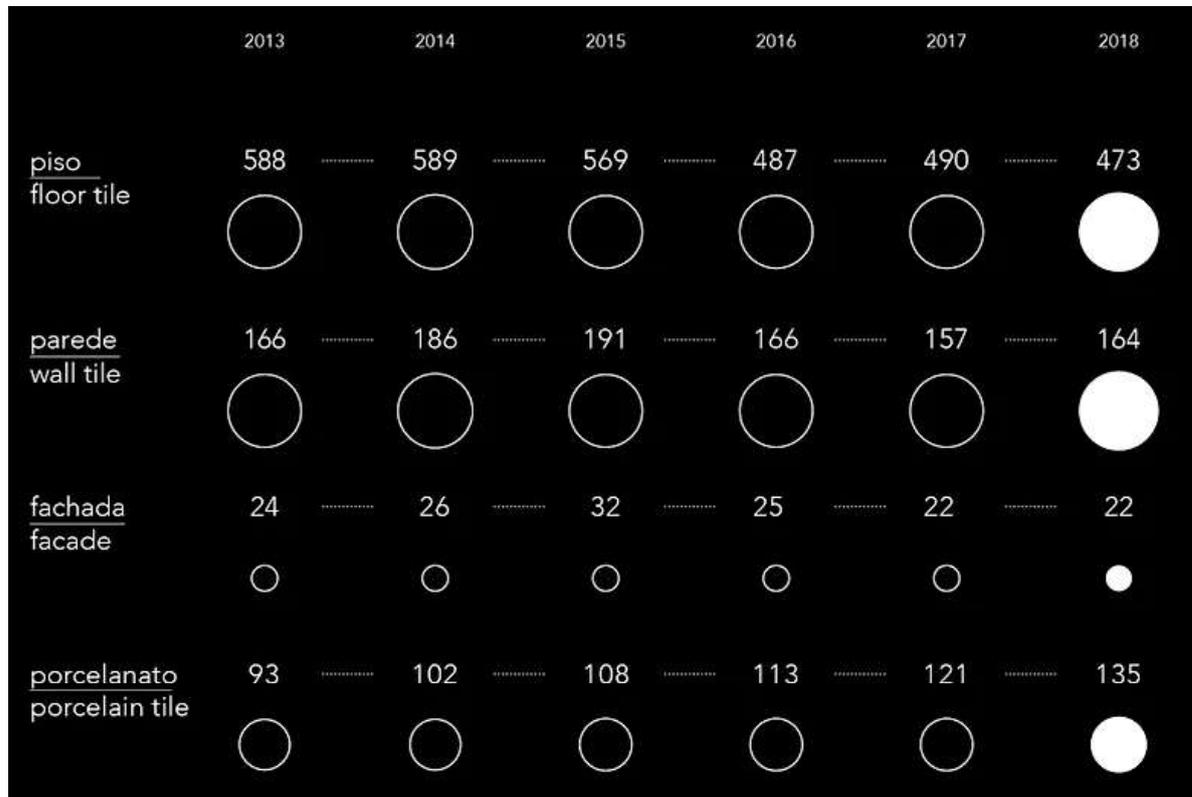
O Brasil detém um importante mercado voltado ao setor cerâmico, fabricando produtos de alta qualidade e com custos atrativos a nível mundial, uma vez que o país possui em abundância os recursos naturais, técnicos e gerenciais grandemente qualificados e boa infraestrutura de pesquisa.

De acordo com a Associação Nacional da Indústria da Cerâmica (ANICER), em 2009, a produção apresentou uma estagnação em relação aos índices de 2008, produzindo 76 bilhões de peças, o que correspondia a 75% de blocos/tijolos e 25% de telhas, gerando um faturamento de aproximadamente 7 (sete) bilhões de reais (US\$ 3,5 bilhões). Já em 2010, devido ao bom desempenho da construção civil, a indústria ceramista obteve um faturamento em torno dos 9 (nove) bilhões de reais.

Este setor apresenta altos índices de empregabilidade no país. Estima-se que de forma direta, o setor cerâmico proporcione aproximadamente 10 mil empregos diretos e 100 mil empregos indiretos (CHRISTOFOLETTI, MORENO, 2011).

Desde 2009, a produção de revestimentos cerâmicos apresenta um expressivo crescimento, onde atingiu 753 milhões de metros quadrados, já em 2020 atingiu uma prospecção de 935 milhões de metros quadrados subdivididos em cerâmica para piso, parede, porcelanatos e fachadas, conforme a Figura 6, tornando o Brasil o 3º (terceiro) maior fabricante e consumidor de revestimentos mundialmente (ANFACER, s.d.).

**Figura 6 – Participação de revestimento por tipo de produtos fabricados (Milhões de m<sup>2</sup>)**



Fonte: ANFACER, s.d.

De acordo a ANFACER (2020), em 2019, o Brasil exportou para 111 países, totalizando 101,1 milhões de metros quadrados, o que é equivalente a uma receita de US\$ 345 milhões.

Em relação aos destinos, as exportações brasileiras são encaminhadas em sua maioria para a América do Sul, América Central, América do Norte e Caribe.

Segundo Oliveira (2006), fica estabelecido que:

“além das argilas como matéria-prima, existem outros materiais cerâmicos que, misturados a elas, produzem as chamadas massas ou pastas cerâmicas, cada qual com características específicas, como os anti-plásticos, que reduzem o encolhimento das argilas quando secam, ou os fundentes, que abaixam a temperatura de vitrificação da massa. Além destes materiais, podemos adicionar à massa outros ingredientes como quartzo, feldspato, caulim, talco, dolomita, carbonato de cálcio e bentonita.

Os processos de fabricação empregados pelos diversos segmentos cerâmicos assemelham-se entre si parcial ou totalmente, podendo diferir de acordo com o tipo de peça ou material desejado. De um modo geral, a manufatura de produtos cerâmicos compreende nas seguintes etapas: preparação da matéria-prima e da massa, formação das peças, tratamento térmico e acabamento. Há produtos que são submetidos às etapas de esmaltação e decoração (OLIVEIRA, 2006)”

As etapas principais do processo de fabricação do material cerâmico são:

- I. **Extração da matéria-prima:** realizada a céu aberto, com retroescavadeira, escavadeiras para partes superiores (moles) e dinamites para as inferiores (duras), objetiva-se “a remoção da argila, disposição dos estéreis, formação de bancos de extração, economia no transporte, drenagem da água, a segurança no trabalho e o aproveitamento completo da jazida” (SILVA, 2009).
- II. **Estocagem da argila:** transporte das argilas por caminhões até a fase de pré-beneficiamento no pátio e exposição a céu aberto para maturação, por cerca de seis meses, para que o material orgânico se decomponha, tornando-se uma matéria-prima pura e homogênea (BACCELLI, 2010). Em alguns casos são utilizados armazéns subdivididos em boxes e silos de armazenamento para secagem (OLIVEIRA, 2006).
- III. **Preparação da massa:** constituídas a partir da homogeneização e adição controlada entre duas ou mais matérias-primas e a adição água, visando a com que a massa se torne uniforme, de forma física e química (OLIVEIRA, 2006).
- IV. **Moagem:** trituração da matéria-prima em partícula de, aproximadamente, 2mm. Para obter partículas com granulometria inferior, para a construção de telhas, paredes, placas de revestimento, produtos refratários e louça de mesa, utilizam-se moinhos com adição de água (DANTAS NETO, 2007).
- V. **Formação da peça:** a escolha da matéria-prima (granulometria, dimensão, etc.) e dos procedimentos adotados, dependerão do produto final que deseja produzir. Existem quatro processos principais:
  - a) **Colagem / Fundição em molde:** produtos fabricados à base de barbotina, tais como: xícaras e louça sanitária;
  - b) **Prensagem:** produção de pisos e revestimentos;
  - c) **Extrusão:** formação peça através da utilização de moldes para o processo mecânico de formação da peça, onde ocorre a formação de peças como os tijolos vazados, blocos, tubos e outros produtos; e
  - d) **Torneamento:** é etapa seguinte à extrusão, onde a peça adquire seu formato final por meio da utilização de tornos mecânicos ou manuais.
- VI. **Secagem:** eliminação lenta e gradual de toda umidade residual do processo de produção, até um teor suficientemente baixo, de 0,8% a 1,5%,

minimizando os defeitos e as tensões nas peças, como por exemplo: trincas, bolhas, empenos, etc.). O calor de secagem é proveniente de queimadores a gás natural de até 170 °C e é fundamental que seja eficiente, de baixo desperdício, controlada quanto as taxas de aquecimento, circulação de ar, temperatura e umidade (NORTON, 1973).

**VII. Esmaltação:** consiste na utilização de uma fina e contínua camada de vidrado cerâmico (esmalte), responsável pela resistência elétrica e mecânica do produto, além de contribuir nos aspectos higiênicos e estéticos do material (OLIVEIRA, MAGANHA, 2008).

A esmaltação é realizada pela adição de pó de vidro com óxidos coloridos de elementos como “Cobalto (Co), Cromo (Cr), Manganês (Mn) ou Níquel (Ni)”, em suspensão na água e sua coloração é realizada pela adição de pigmentos coloridos. Além disso, pode ser adicionado em sua mistura óxidos alcalinos, boratos e óxidos de Chumbo (SILVA, *et al.*, 2015).

**VIII. Queima:** transformações físico-químicas e das características mecânicas, coloração e dimensão da peça. Durante a queima, a peça apresenta poros reduzidos, aumentando a sua densidade (CARVALHO, 2001). Esta etapa é importante para definir as especificidades de cada produto, como resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência ao fogo, entre outras. (SEBRAE, 2004). A temperatura utilizada nos fornos depende do produto que deseja obter - para tijolos é de 750°C a 900°C e para telhas é de 900°C a 950°C (BACCELLI, 2010). Por conter flúor em sua composição, a argila emite fluoreto no processo de queima quando exposta a temperaturas superiores a 700°C (CARVALHO, 2004). Como é representado na Tabela 3, além do fluoreto, pequenas concentrações do Chumbo presentes no material usado no processo de esmaltação, também são emitidos durante o processo.

**Tabela 3 – Valores para queima em forno de rolo – combustível gás natural**

Substâncias emitidas	Concentração (mg/m <sup>3</sup> )
Material Particulado	5 – 50
SOx como SO <sub>2</sub>	<10
NOx como NO <sub>2</sub>	15 – 60
CO	1 – 15
Fluoretos como HF	5 – 40
Cloretos como HCL	20 – 90
Boro	<0,5
Chumbo	<0,15
CO <sub>2</sub>	1,5 – 4,0%vol

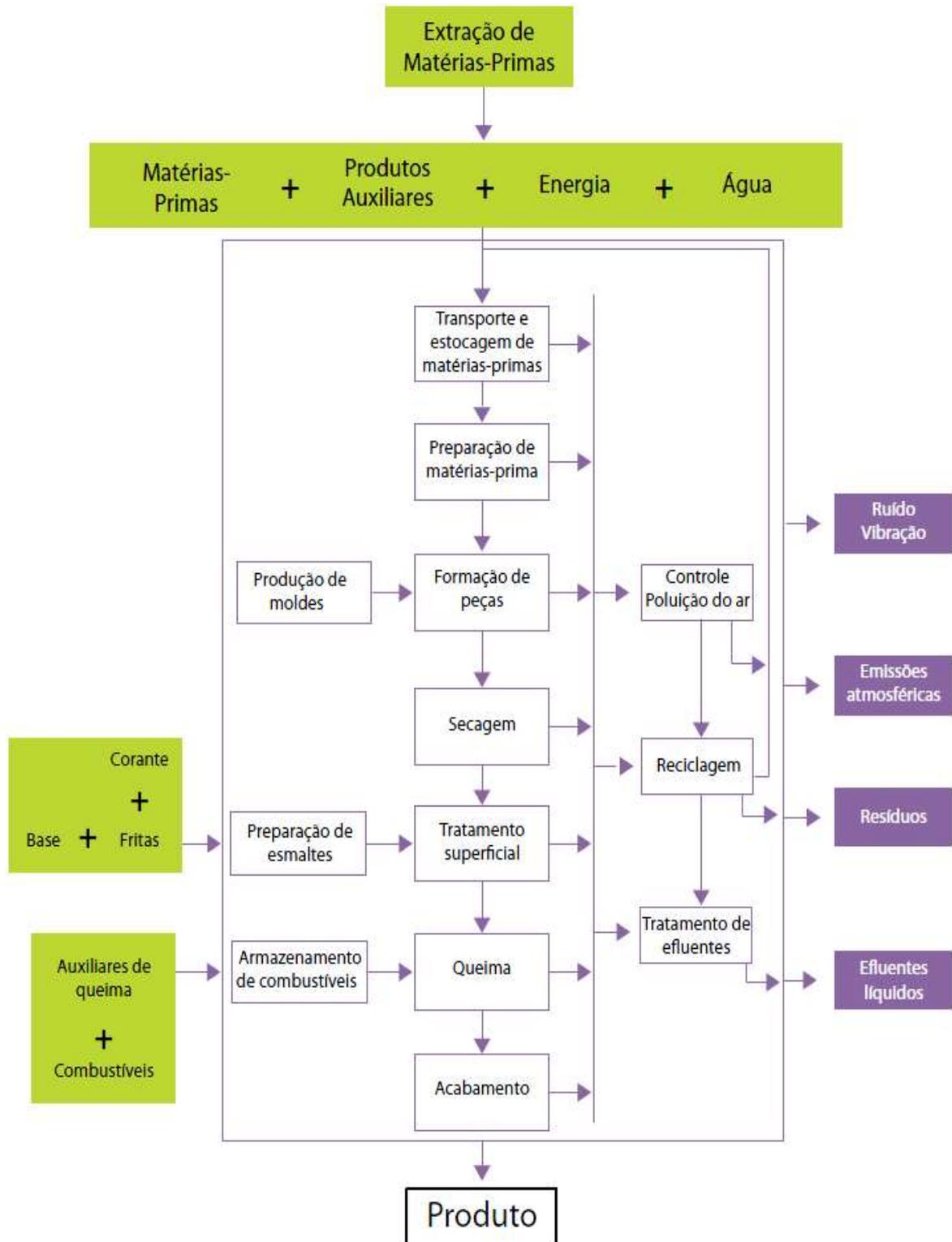
Fonte: Adaptado de CETESB ,2008 *apud* MOTTA, FERRARI, 2017.

- IX. Inspeção:** descarte das peças que apresentarem trincos, quebras, queimadas e liberação da comercialização das que apresentarem aspectos dentro dos padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- X. Armazenamento:** as peças produzidas ficam armazenadas em áreas abertas ou fechadas, conforme condições climáticas de cada região, até o dia da retirada.

As diversas técnicas utilizadas no processo de produção das peças cerâmicas dependerão do produto que deseja produzir. Cabe ressaltar que as indústrias focam, prioritariamente, na produção com a máxima eficiência, redução do desperdício e aumento do número de peças dentro dos padrões normativos.

De acordo com o Guia Técnico Ambiental de Cerâmica Branca e de Revestimento P+L, elaborado por OLIVEIRA e MAGANHA (2008), integrantes da CETESB e FIESP, foi classificado o setor de cerâmica branca e de revestimento de acordo com as características principais e suas etapas para o processo de manufatura de seus produtos. Para tal, pode se observar os fluxogramas genéricos das etapas produtivas e o fluxograma do processo produtivo específico cerâmica de pisos e revestimento (via seca e úmida), isoladores elétricos, louça sanitária e louça de mesa, incluídos os principais aspectos ambientais por etapa, conforme a Figura 7 e os fluxogramas por tipo de desenvolvimento de fabricação no Anexo 1.

**Figura 7 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de produtos cerâmicos**



Fonte: OLIVEIRA, MAGANHA, 2008

Ao escolher um revestimento cerâmico é fundamental conhecer as características físicas e mecânicas das argilas para utilizá-las como matéria-prima no processo produtivo. Algumas características como:

“granulometria, plasticidade, contração na secagem, resistência à flexão do material seco, temperatura de queima, retração na queima e a resistência à flexão do material queimado, a quantidade de água necessária para a extrusão, as trincas na secagem e a sua resistência após a queima.”(SILVA *et al.*, 2015)

Estas especificidades auxiliam na confecção de produtos de boa qualidade. Os tipos mais utilizados são: Caoliníticas, que possuem uma granulometria grossa (argila dura), Montmoriloníticas, a qual tem enorme disposição à reidratação (argila mole) e Ilhíticas, mediadora entre as Caoliniticas e as Montmoriloníticas (SILVA *et al.*, 2015).

Na produção de peças de cerâmica vermelha, opta-se por argilas que contenham massa com plasticidade, pois proporciona uma resistência mecânica aos produtos no momento da queima bem como a melhoria do manejo e fusibilidade. Geralmente a massa é preparada realizando a mistura de uma argila mole (que possui características como: composição de argilominerais, alta plasticidade e granulometria fina) com uma argila dura (que possui características como: baixa plasticidade e abundante em quartzo) (BACCELLI, 2010).

A utilização do revestimento cerâmico promove a beleza do ambiente e conserva a estrutura da edificação. Para o assentamento final é necessário a utilização de argamassa e rejuntas, que devem ser aplicados de acordo com as normas vigentes (SILVA *et al.*, 2015).

## **6 IMPACTOS AMBIENTAIS**

### **6.1 RESÍDUOS SÓLIDOS**

Segundo a ABNT NBR 10.004:2004, os resíduos sólidos resultam de atividades comerciais, agrícolas, hospitalares, domésticas, industriais, de serviços e de varrição, sendo classificados de acordo com sua escala de riscos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente para que possam ser gerenciados adequadamente, conforme descrito abaixo:

*“a) Resíduos Classe I – Perigosos.*

São os resíduos que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, que podem apresentar risco a saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

*b) Resíduos Classe II – Não perigosos:*

*I. Resíduos Classe II A – Não Inertes.*

São aqueles que apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

*II. Resíduos Classe II B – Inertes.*

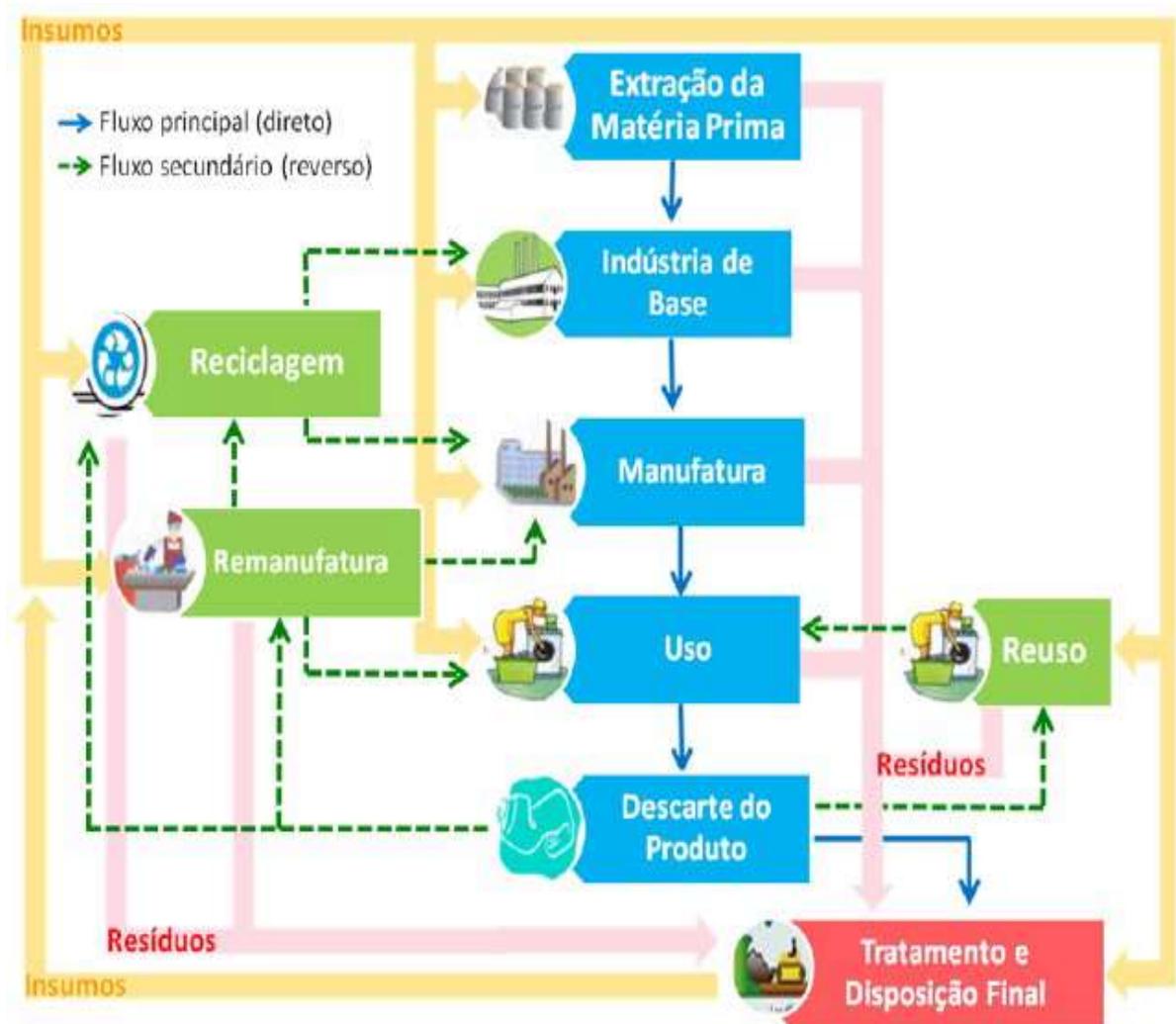
São resíduos sólidos ou misturas de resíduos sólidos que não podem ser solúveis (o teste de solubilidade deve atender à norma ABNT NBR 10.006:2004 “solubilização de resíduos”) nem inflamáveis, não podem ter qualquer tipo de reação física ou química, não podem ser biodegradáveis, não podem afetar negativamente outras substâncias com as quais entrem em contato, de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana.”

Segundo a Lei Federal nº 12.305, de 12 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), “os rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

A PNRS, por meio do Decreto Federal nº 7.404, de 23 de Agosto de 2010, reforça o aspecto social a partir da responsabilidade compartilhada entre governo, empresa e população.

Como também fica instituído na PNRS a rota do descarte dos resíduos, onde é possível identificar a inter-relação entre os setores envolvidos na gestão do lixo e as possibilidades de descarte, de acordo com Figura 8.

**Figura 8 – Fluxograma do resíduo sólido de acordo com a PNRS**



Fonte: MELLO, s.d.

A proposta da PNRS sugere que o produto final não seja descartado imediatamente, mas retorne ao processo de beneficiamento, minimizando a extração dos recursos naturais.

Neste contexto, de minimizar os impactos ambientais há a questão da geração de resíduos sólidos provenientes do setor cerâmico, decorrente do processo produtivo, como por exemplo o lodo decorrente da decantação do tratamento de efluentes líquidos, cacos de cerâmica crus, cacos de cerâmica queimados, embalagens contaminadas. A má disposição dos resíduos pode acarretar na contaminação da água subterrânea e do solo, portanto requer que sejam tomadas medidas para efetuar o tratamento e a adequada destinação final para os resíduos.

## 6.2 RECURSOS HÍDRICOS

Visando garantir a melhoria na qualidade dos recursos hídricos, algumas leis foram criadas ou ampliadas pelo poder público. As principais foram:

“1934 – Edição do Código das Águas: estabelece em seu artigo nº 109 que *“a ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízo de terceiros”* (Rio de Janeiro, 1934);  
 1997 – Lei das Águas nº 9.433/1997: define um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, alinhado à definição da ONU *“(…) assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”* (BRASIL, 1997);  
 1998 – Lei de Crimes Ambientais, nº 9.605/1998: estabelece sanções penais e administrativas relacionadas à poluição dos corpos d’água (BRASIL, 1998).  
 2000 – Lei Ordinária, nº 9.966/2000: dispõe a respeito da prevenção, controle e fiscalização da poluição decorrente do lançamento de óleo e substâncias nocivas em corpos d’água. De acordo com o Capítulo, substâncias nocivas ou perigosas são definidas como *“(…) qualquer substância que, se descarregada nas águas, é capaz de gerar riscos ou causar danos à saúde humana, ao ecossistema aquático ou prejudicar o uso da água e de seu entorno”*; A lei classifica as substâncias nocivas e perigosas em categorias de acordo com o risco para a saúde humana e meio ambiente” (BRASIL, 2000).

Além das leis citadas, diversos setores, como o de recursos hídricos, de saneamento e de saúde, elaboraram legislações e Resoluções relacionadas à qualidade das águas superficiais, como as Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005 estabelece a “classificação dos corpos d’água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento”. Em 2011, essa resolução passou por alterações e complementação pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011, no que se refere às condições e aos padrões de lançamento de efluentes em corpos d’água.

Os critérios e padrões de balneabilidade (recreação de contato primário) de águas doce, salobras e salinas são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de Maio de 2011.

Em 2005, a Resolução CONAMA nº 359, de 29 de Abril de 2005, estabeleceu “critérios para a utilização de fósforo na formulação de detergente em pó para o uso no mercado nacional, visando à redução e eventual eliminação do aporte de fósforo dessa fonte nos corpos d’água” (SÃO PAULO, 2005).

Com relação ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, podemos frisar e a Resolução CNRH nº 16, de 08 de Maio de 2001, que estabelece “critérios para a outorga de direito de uso de recursos hídricos, e a Resolução CNRH nº 91, de 05 de

Novembro de 2008, que estabelece os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos".

Assim sendo, existem diversas outras resoluções estabelecidas pelo CONAMA e do CNRH, onde se relacionam direta ou indiretamente com a questão da qualidade das águas, um exemplo é a Resolução CONAMA n ° 357, de 17 de Março de 2005 que estabelecem "critérios para a outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos d'água superficiais, monitoramento, reuso de água e licenciamento de atividades poluidoras.

De acordo com o contexto explorado, existem diversas leis a respeito do uso adequado da água. Entretanto, a disposição de rejeitos diretamente nos corpos hídricos, falta de fiscalização e o uso e ocupação de solo sem planejamento prévio comprometeram a qualidade da água.

Os efluentes líquidos recorrentes do processo produtivo das indústrias cerâmicas são provenientes da água de limpeza, tanto das unidades de preparação como dos moldes, processo de esmaltação e decoração, além do sistema de controle de poluição por via úmida (lavadores de gases).

De acordo com a CETESB (2005), os efluentes líquidos provenientes do processo de esmaltação devem receber tratamento físico-químico com reaproveitamento da água no processo industrial, e serem operados em circuito fechado.

No entanto, neste tratamento, há presença de resíduos de argila, que posteriormente são reincorporados à matéria-prima básica para nova produção. Este procedimento adotado pelas indústrias cerâmicas da região de Santa Gertrudes pode vir a contribuir com a eliminação de passivos ambientais dos pátios industriais, reduzindo a possibilidade de arraste de contaminantes para a Região dos Lagos, por exemplo (CETESB 2005).

De acordo com o Guia Técnico Ambiental de Cerâmica Branca e de Revestimento P+L, elaborado pela CETESB e FIESP em 2008:

"os principais contaminantes que podem estar presentes nestes efluentes são: resíduos sólidos da evaporação, cloro, sulfatos, fosfatos, ácido silícico, cálcio, magnésio, boro, zinco, chumbo, cádmio, cromo, cobre, níquel e cobalto oriundos de produtos como esmaltes, resinas e da própria argila" (OLIVEIRA, MAGANHA, 2008).

Portanto, o efluente deve passar por um tratamento prévio antes do descarte em um corpo d'água, a fim de não impactar o meio ambiente.

### **6.3 RUIDO E VIBRAÇÃO**

Para o enquadramento do ruído gerado pelo empreendimento de acordo com a legislação pertinente, tal como a NBR 10.151: 2019 Acústica - Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas, onde é importante o entendimento do local em que está inserido, sua vizinhança e atividades do entorno.

Para tal, uma ferramenta relevante é o zoneamento da cidade, para compreender cada área e a sua função em vista do planejamento urbano.

Uma vez compreendida as características da zona em que o empreendimento se insere pode ser avaliado os níveis de ruído recomendáveis de acordo com as normativas pertinentes.

No setor cerâmico, o ruído se dá através do processo de moagem, mistura e prensagem.

### **6.4 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**

No setor cerâmico de material particulado (rico em metais e outros poluentes inorgânicos) podem ser acarretadas através do transporte inadequado das matérias primas, preparação do esmalte, decoração, queima e acabamento das peças, ocasionando a dispersão do material.

As emissões gasosas ocorrem na fase de secagem e queima. Sendo as emissões gasosas relevantes na indústria cerâmica: “Dióxido de Enxofre, Óxidos de Nitrogênio, Monóxido de Carbono (e Dióxido de Carbono), Compostos Orgânicos Voláteis (COV's), Cloretos, Fluoretos, Metais” (OLIVEIRA; MAGANHA, 2008).

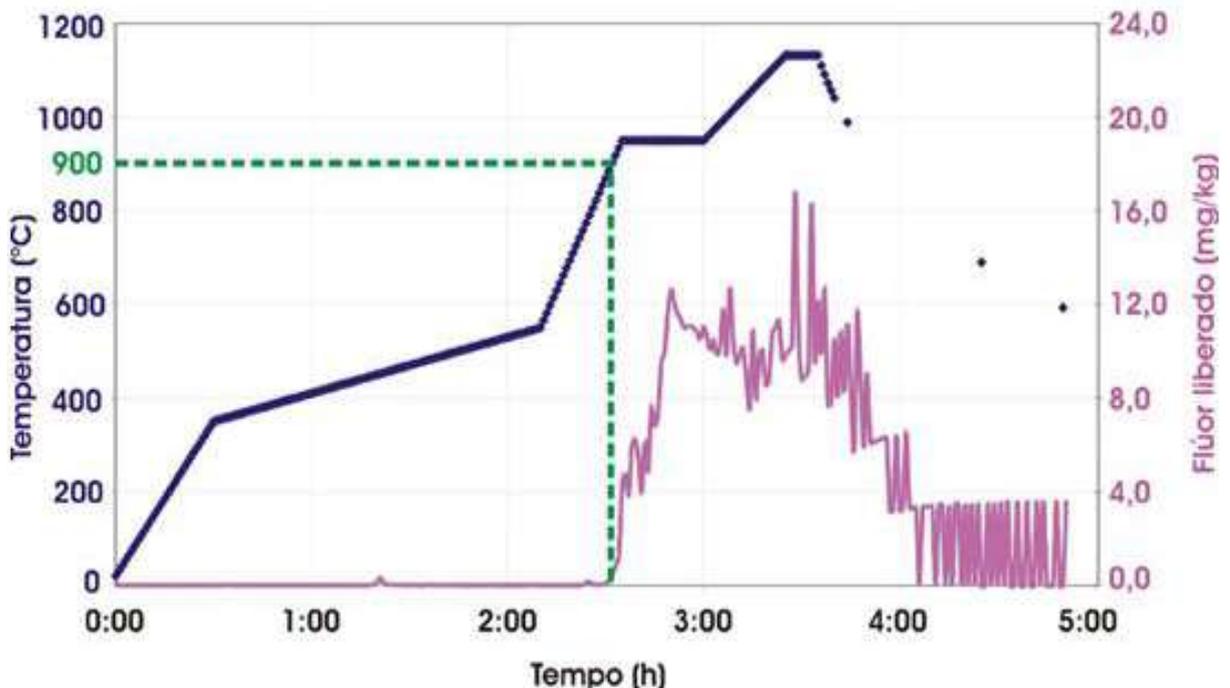
Em relação ao material particulado é proveniente, principalmente, da fase de extração da matéria-prima e em sua logística, posto que no processo de produção as indústrias possuem filtros (tipo manga) que os retêm. Onde pode ser identificado como:

“um agente de risco à saúde dos trabalhadores e moradores da região, em especial quando em sua composição há presença de polimorfos da sílica nas formas cristalinas do  $\alpha$ -quartzo e da cristobalita. A exposição crônica à poeira respirável desses polimorfos pode ocasionar o aparecimento da silicose e de outras doenças associadas” (LIMA, 2007).

Segundo a Portaria Interministerial nº9, de 7 de outubro de 2014, a qual torna pública a Lista Nacional de Agentes Cancerígenos para Humanos (LINACH), relata que a poluição do ar em partículas e a poeira de sílica, cristalina, em forma de quartzo ou cristobalita, são agentes confirmados como carcinogênicos (Grupo 1).

O fluoreto é proveniente do processo da queima da cerâmica, em temperaturas superiores a 900°C, como observa-se na Figura 9.

**Figura 9 – Emissão de Fluoreto no processo de queima**



Fonte: FILHO, 2005

De acordo com o levantamento bibliográfico, ao comparar o segmento de indústria cerâmica com as demais indústrias, a cerâmica é a que menos emite fluoreto. Porém, em relação aos compostos de flúor na forma gasosa, quando encontrados mesmo em baixas concentrações, pode ocasionar em danos ao meio ambiente, ao ser humano e corrosão de materiais. A argila na região de Sta. Gertrudes tem concentrações de Fluor em torno de 17% o que provoca a reação térmica no processo de queima no forno a 900 °C, gerando o Fluoreto.

“O risco de perigo ao meio ambiente depende não só da concentração de fluoreto nos gases exauridos, mas também do tipo e da composição das vegetações, direção dos ventos e dispersão” (CARVALHO, 2004).

O Fluoreto de Hidrogênio (HF) possui alta reatividade, pois o Flúor (F) comporta-se de maneira diferente dos outros contaminantes atmosféricos, seja no transporte ou na dispersão. Desta forma, não foi notado até o momento uma dispersão significativa deste poluente para locais distantes. Porém, em áreas circunvizinhas as emitentes, frequentemente são encontradas concentrações de risco para as plantas nas camadas de ar próximas ao solo. Os teores absolutos são, porém, tão baixos quando comparados com SO<sub>x</sub> ou NO<sub>x</sub>, que até agora não foi possível realizar uma medição contínua do Flúor ou monitoramento (MMA, 2004).

Em relação ao meio ambiente, sob a forma de Fluoreto de Hidrogênio ou Tetrafluoreto de Silício, o íon Fluoreto é um dos mais fitotóxicos dos poluentes atmosféricos, podendo provocar “alterações metabólicas, lesões foliares, redução no crescimento e no desenvolvimento de plantas, até prejuízos ao ecossistema como um todo” (CARVALHO, 2004).

Quanto a saúde, por ser um íon muito reativo, a presença de Flúor no organismo humano pode causar efeitos benéficos ou prejudiciais, dependendo da dose inalada ou ingerida. A exposição diária de mesmo que seja apenas alguns miligramas, pode ocasionar efeitos benéficos para a prevenção das cáries dentárias; No entanto, quando as concentrações forem prolongadas e repetidas de doses maiores, podem ocasionar efeitos nocivos ao esmalte dos dentes (fluorose dental), reumatismo e diminuição da densidade óssea (osteoporose); e, em elevas concentrações, uma única dose pode causar náusea, vômito, diarreia, dores abdominais e até letalidade (FRAJNDLICH, LEMES, RIELLA, 2001).

Quando ingerido ou inalado, o fluoreto se propaga por meio dos tecidos celulares do corpo, fazendo com que seja alojando nos ossos e dentes ou sendo excretado pelos rins.

Para o controle das emissões atmosféricas no Estado de São Paulo em relação ao Setor das Indústrias de Pisos Cerâmicos e Mineração de Argila, a CETESB instituiu a Decisão de Diretoria nº 192/2016/C, de 30 de agosto de 2016, onde fica estabelecido o Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias para a região de Controle 06 do PREFE 2014.

## 7 METODOLOGIA

Para a elaboração deste estudo será realizado a identificação e caracterização do setor de indústrias cerâmicas em comparação com a legislação ambiental vigente. Para tal, foram será realizado os seguintes procedimentos:

### **a) Levantamento de dados secundários**

Consiste em realizar pesquisas bibliográficas a respeito do tema, tais como as técnicas utilizadas para concepção do relatório. O processo de produção da cerâmica revestida e os impactos ambientais inerentes a esta atividade econômica.

Identificação da legislação vigente em relação ao funcionamento de indústrias cerâmicas e quais as principais aplicações do órgão ambiental em relação a este setor.

### **b) Árvore de problemas**

A técnica da árvore de problemas consiste na sistematização, organização e análise dos dados para elaboração de diagnóstico, identificando os principais riscos decorrentes da atividade, neste caso, na produção de cerâmica. Como resultado, um diagrama é elaborado esclarecendo a situação-problema e relatando as causas e efeitos inter-relacionados.

A vantagem da escolha da árvore de problemas deve-se ao fato da visualização prática da situação-problema, o que auxilia na proposta de intervenção de maneira mais assertiva.

### **c) Elaboração de propostas interventivas de melhoria**

Com base nos dados levantados, será analisada as causas e consequências decorrentes da emissão dos poluentes identificados no processo produtivo e como se dá o monitoramento, por parte do órgão público responsável. Como resultados será sugerido propostas interventivas visando a minimização dos impactos socioambientais.

## 8 ANÁLISE

Para a identificação do setor voltado as indústrias Cerâmicas no polo de Santa Gertrudes, foi realizado a consulta pública das empresas cadastradas no município

junto a CETESB. Após o levantamento de das indústrias cadastradas, foi realizado a separação por tipo de atividade e segmento.

Para esta separação, foi utilizada uma planilha contendo uma coluna com as razões sociais consultadas e a segunda coluna identificando quais foram as exigências técnicas aplicadas no licenciamento ambiental. Portanto, ao analisar as Licenças emitidas pela CETESB na região de Santa Gertrudes, pode se obter as seguintes informações de causa e efeito de relacionados ao processo produtivo.

Portanto, por meio das análises das exigências contidas, pode-se realizar a elaboração da árvore de problemas, onde consiste em um diagrama para o auxílio esquemático de uma situação proposta, esclarecendo a situação-problema e relatando suas causas e efeitos decorrentes dos problemas. Para a elaboração da mesma, foram levantadas pesquisas dos métodos de produção referente aos diversos tipos de materiais cerâmicos realizados por este setor industrial.

A partir da caracterização do desenvolvimento da atividade industrial, foi identificado no nível inferior, as causas decorrentes a produção e no nível superior, são verificados os efeitos que tem cada causa analisada, conforme a Figura 10.

CONSEQUÊNCIAS

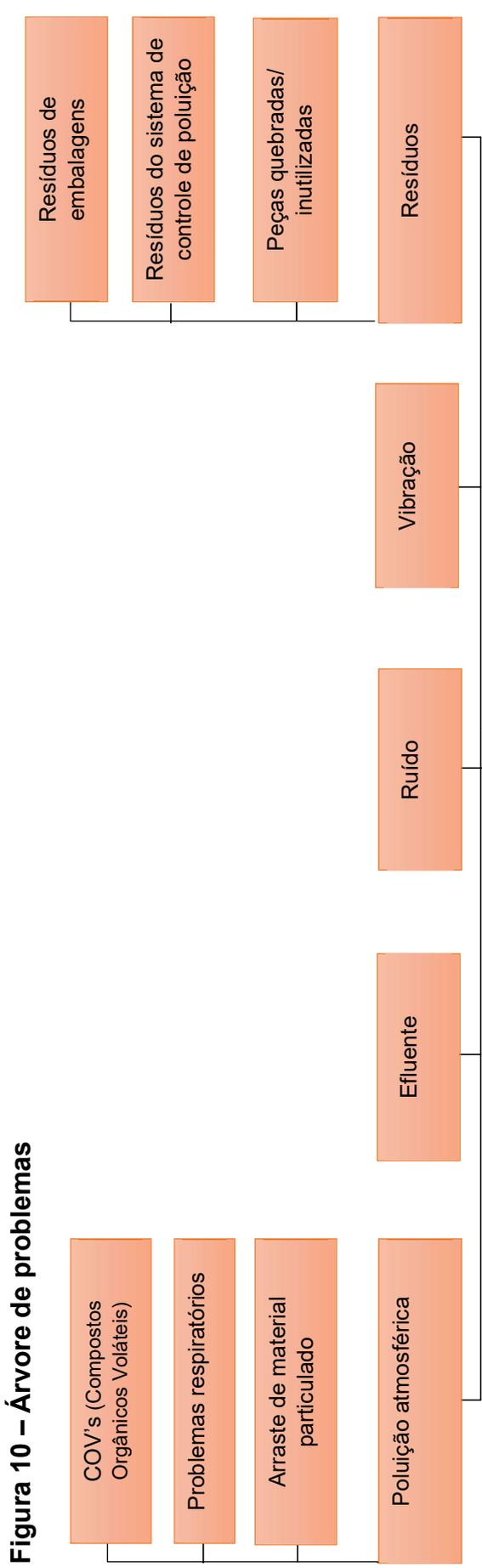


Figura 10 – Árvore de problemas

Impactos do Licenciamento Ambiental de indústrias cerâmicas

## 9 CONCLUSÃO

Pode se identificar através das licenças emitidas pela CETESB, que no município de Santa Gertrudes há diversas indústrias voltadas a utilização de argila como matéria prima no processo produtivo.

Em relação ao processo industrial de pisos e revestimentos, pode-se observar através da elaboração da árvore de problemas, que todo o processo produtivo do setor cerâmico acarreta impactos ambientais, onde podem causar impactos ao meio ambiente e a saúde humana.

A preocupação não se limita apenas às partículas em suspensão, mas também à água utilizada no processo produtivo.

Todas as possibilidades ou adequações no processo que viabilize a minimização de impactos são relevantes e muitas ações estão sendo adequadas para preservar o meio.

Entretanto, as principais mudanças focam impactos perceptíveis, como as partículas de poeira e o reuso da água. No caso do destino da água, após utilização, é dado por duas maneiras: na primeira, o efluente é tratado e utilizado na lavagem de máquinas e do chão, caracterizada como água de reuso; na segunda, a água é tratada visando uma qualidade maior e retorna para o processo de produção.

Portanto há a necessidade da implementação junto a aplicação das exigências técnicas no licenciamento ambiental para a minimização dos impactos ambientais, uma vez que cada licença possui a sua própria exigência técnica, sendo necessário a verificação caso a caso. Desta forma ao analisar as licenças ambientais emitidas pela CETESB e análise do processo produtivo para o segmento de pisos e revestimentos cerâmicos, pode obter as seguintes análises em relação as exigências técnicas que já são aplicadas e as que devem ser implementadas nas indústrias, tais como:

- O armazenamento em boxes ou silos, de forma com que não haja o arraste de material particulado devido a ação dos ventos.
- No pátio de movimentação dos veículos e empilhadeiras, as vias deverão ser pavimentadas e umectadas, para que não haja a emissão de material particulado para a atmosfera.
- Os veículos de transporte de argila deverão ser transportados com lona, para que não haja o arraste de material particulado.

- Instalar adequado sistema de retenção de material particulado (poeira).
- O local de descarga da argila nos galpões de armazenamento, área de moagem, peneiramento e prensagem deverão ser providas de Sistema de Ventilação Local Exaustora (SVLE) e Equipamento de Controle De Poluição (ECP).
- Não possuir área de secagem de argila ao ar livre, a mesma deverá ser substituída por uma tecnologia alternativa para secagem.
- Nos setores de preparação e moagem de argila, deverá possuir o sistema de ventilação local exaustora.
- Os fornos cerâmicos rudimentares deverão ser alterados por processos que minimizem e controlem a emissão de substâncias odoríferas, fumaça e material particulado.
- Deverá ser elaborado o Plano de Monitoramento das Emissões atmosféricas de acordo com a Decisão de Diretoria nº 010/2010/P, de 12 de Janeiro de 2010, de forma a verificar se as análises das fontes poluidoras se encontram dentro dos padrões de emissão.
- Redução/substituição do uso de substâncias tóxicas na formulação dos esmaltes, prevendo a redução das emissões de poluentes tóxicos durante o processo de queima;
- Manter e operar adequadamente os equipamentos que queimam combustível.
- Não poderá ocorrer a emissão de poluentes na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora do empreendimento.
- Deverá ter o tratamento dos efluentes antes do lançamento final, devendo ser atendidos os padrões de emissão e de qualidade estabelecidos no Regulamento da Lei Estadual 997, de 31 de Maio de 1976, aprovado pelo Decreto Estadual 8.468, de 08 de Setembro de 1976 e suas alterações, bem como nas Resoluções CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005 e nº 430, de 13 de Maio de 2011.
- Reaproveitamento da água tratada.
- Deverá ser atendido a NBR 10151 - "Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade"
- Controle da vibração e ruído gerados pelos equipamentos, através do encapsulamento ou paredes de proteção.

- Todos os resíduos deverão ser armazenados adequadamente e em locais providos de cobertura e contenção.
- Quando necessário deverá ser apresentado o Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental – CADRI, comprovação da destinação para reciclagem ou destinação final adequada.
- Prever a logística reversa para a utilização de embalagens.

Conclui-se que, para minimizar estes problemas, algumas adequações nos procedimentos industriais devem ser adotadas. Portanto, há a necessidade da aplicação das exigências técnicas junto ao licenciamento ambiental, de forma que a indústria utilize a melhor técnica disponível para o tratamento/minimização dos impactos ambientais na fabricação de seu produto. Outra forma é o acompanhamento dos Guias de Poluição Mais Limpa publicado pela CETESB, pois nele é mensurado quais as melhores tecnologias disponíveis para o setor cerâmico.

Para que a empresa sempre esteja dentro dos padrões de qualidade, será necessário um acompanhamento técnico durante todo o período de funcionamento da atividade, uma vez que toda a legislação aplicada ao setor vem sendo constantemente aprimorada, de forma com que haja a minimização dos impactos ambientais.

Portanto, apesar da análise ter sido limitada através da consulta pública junto ao portal da CETESB, deve ser mantido na região uma rigorosa fiscalização para proibir/multar empresas que estejam operando sem o devido licenciamento ambiental, ou não estejam atendendo às exigências técnicas da CETESB.

## REFERÊNCIAS

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, **Louças Sanitárias e Congêneres. Números do Setor.** São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/numeros-do-setor>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Informações Técnicas - Processos de Fabricação.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>> Acesso em: 28 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004. Resíduos Sólido Classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1350 - Normas para elaboração de plano diretor.** Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES - ANFACER - **O Mercado Brasileiro.** s.d. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/brasil>> Acesso em: 10 mar. 2020.

BACCELLI JÚNIOR, G. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Séri do** - RN. 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Acesso em: 04 abr. 2019.

BARTOLOMEU, D.; MORENO, M.M.T.; ROCHA, R. R. da. apud IPT, 2011. **Efeitos da composição mineralógica e distribuição de partículas na formulação de massas: polo cerâmico de Santa Gertrudes.** Rem: Rev. Esc. Minas. 2011, vol.64, n.1, pp. 63-68. ISSN 0370-4467.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005.** MMA, Brasília, DF, mar./2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução n. 237, de 22 de dezembro de 1997.** Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 430, De 13 De Maio De 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2005.

BRASIL. **Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010.** Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o comitê interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o comitê orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. da Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília, 1997.

BRASIL. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Crimes Ambientais. Brasília, 1998

BRASIL. **LEI Nº 9.966, DE 28 DE ABRIL DE 2000.** Lei Ordinária. Brasília, 2000.

BRUSTAMANTE, Gladstone Motta; BRESSIANI, José Carlos. **A indústria cerâmica Brasileira.** pág. 31-36. Cerâmica Industrial, 5 (3) Maio/Junho, 2000. Disponível em: <[https://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3\\_5.pdf](https://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3_5.pdf)> Acesso em: 04 abr. 2019.

CÂMARA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES. **Aspectos Gerais.** s.d.

CARIDADE, M.D.; TORKOMIAN, A.L.V. **Estratégias de produção das empresas cerâmicas de Santa Gertrudes.** Cerâmica Industrial, v.6, n.1, p31-39, jan-fev 2001.

CARVALHO, Elita Fontenele Urano de. **Desenvolvimento de um adsorvedor inorgânico sólido para reduzir a emissão de fluoreto na indústria cerâmica.** São Paulo, 2004. Disponível em: <[http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Elita%20Fontenele%20Urano%20de%20Carvalho\\_D.pdf](http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Elita%20Fontenele%20Urano%20de%20Carvalho_D.pdf)> Acesso em: 28 mar. 2019.

CARVALHO, O. O. **Perfil industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte.** Natal: FIERN; SENAI, 2001. Acesso em: 28/03/2019.

CEPAGRI – Tempo e Clima Unicamp. **Santa Gertrudes.** Campinas, s.d. Disponível em <<https://www.cpa.unicamp.br/>> Acesso em 10 dez. 2020.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Operação Inverno - 2012. Qualidade** do ar. São Paulo, 2013. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/operacao-inverno/relatorio-op-inverno-2012.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/ar/operacao-inverno/relatorio-op-inverno-2012.pdf)> Acesso em: 17 maio 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Projeto Corumbataí Cerâmicas. Negociação de conflitos ambientais como o envolvimento de segmentos sociais e o polo cerâmico de Santa Gertrudes.** São Paulo, 2005. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br/Noticentro/2006/01/corumbatai.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Noticentro/2006/01/corumbatai.pdf)> Acesso em: 02 maio 2019.

CHRISTOFOLETTI, S.R.; MORENO, M.M.T. **Sustentabilidade da Mineração no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes,** São Paulo – Brasil, 2011. Disponível em <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v16n3/v16n3a06.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2019.

CONSÓRCIO PCJ. **As Bacias PCJ.** Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Americana, s.d. Disponível em: <<https://agua.org.br/nossa-area-de-atuacao/>> Acesso em: 02 dez 2020.

CONSTANTINO, A. de. O.; ROSA, S.E.S; CORRÊA, A.R. **Panorama do Setor de revestimentos cerâmicos.** BNDS. 2006. Disponível em: <[www.bndes.gov.br/SiteBNDDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs\\_rev\\_ceramicos.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs_rev_ceramicos.pdf)> Acesso em: 04 abr. 2019.

DANTAS NETO, Silvrano Adonias. **Mecânica dos solos I**: curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2007. Acesso em: 28 mar. 2019.

FILHO, Renato Vergnhanini. **P09, Absorção química de fluoretos em câmara termo – ativada. Ciclo 2004/2005.** s.d. Disponível em <<http://www.arsesp.sp.gov.br/RegistroTecnicoProjetos/comgas/Projeto%2009%20C-OMG%C2%B5S%20Resumo%20TC%CC%A7cnico%20do%20Projeto.pdf>> Acesso em: 05 jan. 2020.

FRAJNDLICH, E.U.C; LEMES, M.J.L; **Avaliação do Teor de Fluoreto em Argilas utilizadas como matéria-prima na indústria cerâmica.** Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Santa Catarina, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. **Resultado dos Dados de Santa Gertrudes.** Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/santa-gertrudes.html>> Acesso em: 05 jan. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Histórico.** Brasil, 2013. Disponível em: <[http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=354670&search=saopaulo|san ta-gertrudes|infograficos:-historico](http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=354670&search=saopaulo|san%20ta-gertrudes|infograficos:-historico)> Acesso em: 05 jan. 2021.

JUNIOR, Gaspar Lineo Aparecido. **Adição experimental de novos materiais às argilas da região do polo Cerâmico De Santa Gertrudes (SP).** Rio Claro, 2003. Disponível em: <[http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brc/33004137035P2/2003/gasparjunior\\_la\\_dr\\_rcla.pdf](http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/brc/33004137035P2/2003/gasparjunior_la_dr_rcla.pdf)> Acesso em: 02 dez 2020.

JUNIOR, M.C. IPT - Instituto de Pesquisa e Tecnologia. **Plano Diretor do Polo Minero-Cerâmico de Santa Gertrudes: Bases Técnicas e Desafios.** Santa Gertrudes, 2012. Disponível em: <[https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7118](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7118)> Acesso em: 10 dez. 2020.

LIMA, M.M.T.M. **Características da poeira do processo de fabricação de materiais cerâmicos para revestimento.** Campinas, 2007. Disponível em: <[www.cpn-nr18.com.br/uploads/documentos-gerais/caractersticas\\_da\\_poeira\\_do\\_processo\\_de\\_fabricao\\_de\\_materiais\\_cermicos\\_para\\_revestimento.pdf](http://www.cpn-nr18.com.br/uploads/documentos-gerais/caractersticas_da_poeira_do_processo_de_fabricao_de_materiais_cermicos_para_revestimento.pdf)> Acesso em: 15 mar. 2019.

MARTINS, J. G.; SILVA, A. P. da. **Materiais de Construção: Produtos Cerâmicos.** Série Materiais. 2ª Ed. 2004. Disponível em: <<https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2012/05/produtos-ceramicos.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2019.

MARTINS, J. G.; SILVA, A. P. da. **Materiais de Construção: Produtos Cerâmicos.** Série Materiais. 2ª Ed. 2004. Disponível em: <<https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2012/05/produtos-ceramicos.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2019.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração.** 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2006

MELLO, Ivan de Oliveira. **Lei nacional de resíduos sólidos: Impactos na Gestão Empresarial.** FUNDACE. FEA-RP/USP. São Paulo, s.d. Acesso em: 15 maio 2019.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Proposição de limitantes máximos de emissão de poluentes atmosféricos de fontes fixadas para a indústria de fertilizantes em nível nacional.** Minas Gerais, 2004. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/processos/198FC8A8/JustFertilizantesVerFinal.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/198FC8A8/JustFertilizantesVerFinal.pdf)> Acesso em: 20 nov. 2020.

MME. **SGM e Aspacer discutem Plano Diretor de Mineração do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes**. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/system/modules/br.com.mme/elements/pdf/pdf-noticia.pdf?urlPdf=%7Cmme%7Cnoticias%7Cdestaque3%7Cdestaque\\_405!html](http://www.mme.gov.br/system/modules/br.com.mme/elements/pdf/pdf-noticia.pdf?urlPdf=%7Cmme%7Cnoticias%7Cdestaque3%7Cdestaque_405!html)> Acesso em: 20 nov. 2020.

MONTEIRO, José Henrique Penido; FIGUEIREDO, Carlos Eugênio Moutinho; MAGALHÃES, Antônio Fernando; MELO, Marco Antônio França de; BRITO, João Carlos Xavier de; ALMEIDA, Tarquínio Prisco Fernandes de; MANSUR, Gilson Leite. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Coordenação técnica ZVEIBI, Victor Zular. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Acesso em: 05 abr. 2019.

NORTON, F. H. **Introdução à tecnologia cerâmica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. Acesso em: 28 mar. 2019.

OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. - **Levantamento Semidetalhado do Estado de São Paulo**, Quadrícula de São Carlos, Campinas (SP), IGC, II Memorial Descritivo, Bol. Téc. n° 98, 1984.

OLIVEIRA, M. C. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos**. São Paulo: CETESB, 2006. Acesso em: 28 mar. 2019.

OLIVEIRA, M.C.; MAGANHA, M.F.B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica branca e de revestimento - Série P+L**. São Paulo, 2008. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/ceramica.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/ceramica.pdf)> Acesso em: 28 maio 2019.

PELAQUIM, A.R. **Implementação de indicadores de desempenho em uma rede de varejo na perspectiva intervencionista**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2013. Acesso em: 15 abr. 2019.

PRADO, Ulisses Soares do; BRESSIANI, José Carlos. **Panorama da Indústria Cerâmica Brasileira na última década. Cerâmica Industrial**, São Paulo, 2013. Disponível em: <[www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v18n1/v18n1a01.pdf](http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v18n1/v18n1a01.pdf)> Acesso em: 28 maio 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES. **História**. Santa Gertrudes, 2013. Disponível em: <<http://www.santagertrudes.sp.gov.br/municipio/historia/>> Acesso em: 05 jan. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA GERTRUDES. **Plano de Saneamento Básico do município de Santa Gertrudes**. PROESPLAN. CTR-261/13. Outubro, 2013b. Disponível em: <<http://www.santagertrudes.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/12/261-Plano-de-Sanamento-%C3%81gua-Vol-I.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2020.

PROESPLAN. **CTR-261/13**. Outubro, 2013. Disponível em: <<http://www.santagertrudes.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/12/261-Plano-de-Sanamento-%C3%81gua-Vol-I.pdf>> Acesso em: 22 nov. 2020.

PROESPLAN. **Plano de Saneamento Básico**. 2003. Disponível em: <<http://www.santagertrudes.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/12/261-Plano-de-Sanamento-%C3%81gua-Vol-I.pdf>> Acesso: 02 dez. 2020.

REDE APL MINERAL. **Aspacer apresenta ao DTTM/SGM o Plano Diretor Minerário do Polo de Santa Gertrudes (SP)**. 2013. Disponível em: <<http://www.redeaplmineral.org.br/>>

[org.br/noticias/aspacer-apresenta-ao-dttm-sgm-o-plano-diretor-minerario-do-polo-de-santa-gertrudes-sp](http://org.br/noticias/aspacer-apresenta-ao-dttm-sgm-o-plano-diretor-minerario-do-polo-de-santa-gertrudes-sp)> Acesso em: 22 nov. 2020.

RIBEIRO, Carmem Couto; PINTO, Joana Darc da Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de Construção Civil**. 2.ed. Belo Horizonte: UFMG. 2002. p.85.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de. Art. 10. **Código de Águas**. Rio de Janeiro, 1934. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm)> Acesso em: 10 jun. 2019.

SALVADOR, R. B.; SIMONE, L. R. L. **Histórico dos estudos sobre a macrofauna fóssil da formação Corumbataí, bacia do paraná, Brasil**. Revista da biologia – publicado no volume 5. São Paulo, 2010.

São Paulo (Estado). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Nº 359, de 29 de abril de 2005**. São Paulo, 2005.

SÃO PAULO. **Lei nº 233, de 24 de Dezembro de 1948**. São Paulo, 1948. Disponível em <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1948/lei-233-24.12.1948.pdf>> Acesso em 10 jun. 2019.

SÃO PAULO. **Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS**. Acesso em: 20 maio 2019.

SEBRAE; ESPM. **Cerâmica vermelha: estudos de mercado**. São Paulo: SEBRAE. Acesso em: 15 maio 2019.

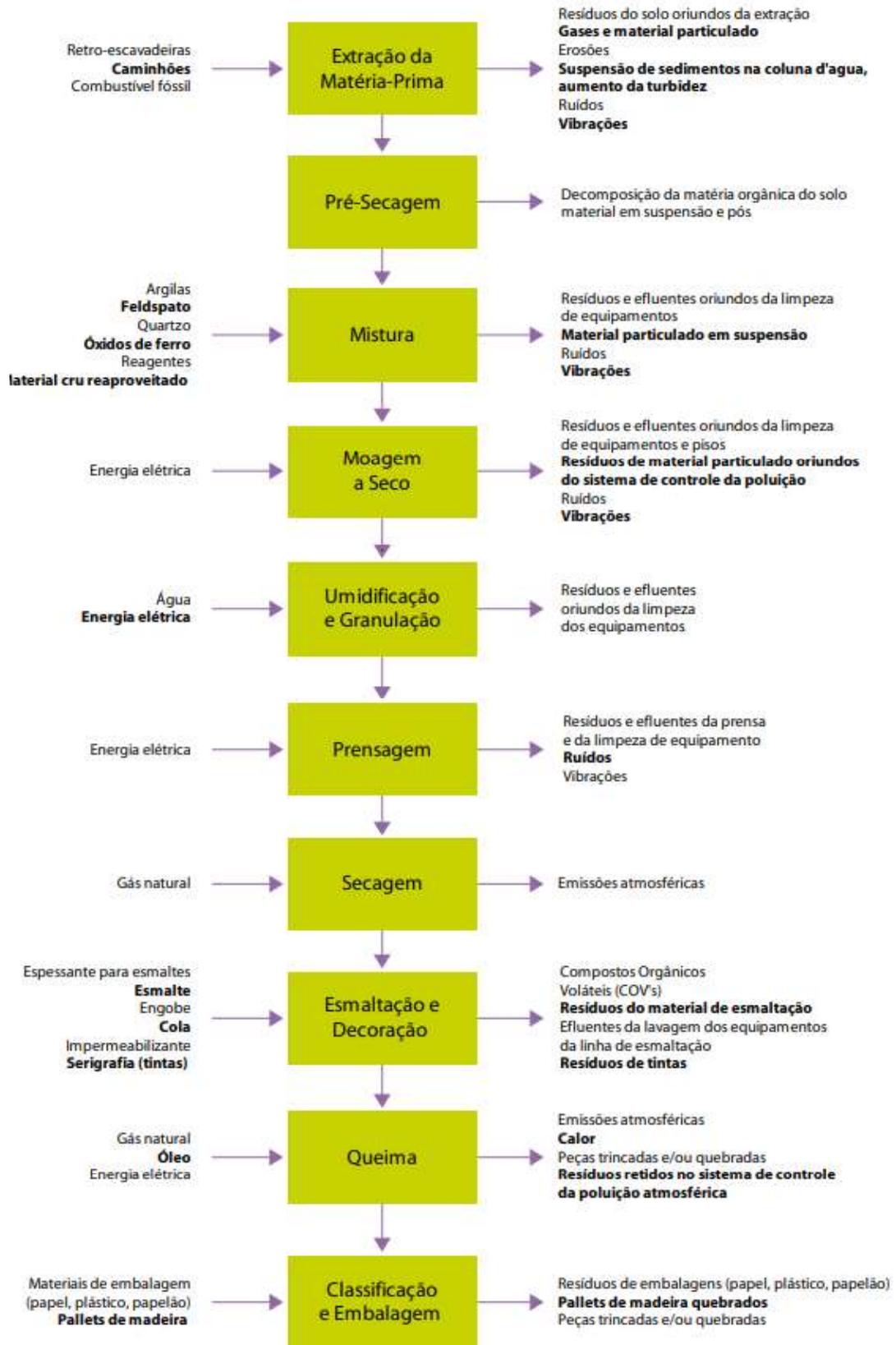
SILVA, A.V. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará – da extração da matéria-prima à fabricação**. 2009. 104 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Escola Superior de Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2009. Acesso em: 15 maio 2019.

SILVA, Marinilda Nunes Pereira da; SILVA, Marly Nunes Pereira da; BARRIONUEVO, Bruno de Uzeda Serralvo; FEITOSA, Igor Marinho; SILVA, Givanildo Santos da. **Revestimentos Cerâmicos e suas aplicabilidades**. Ciências exatas e tecnológicas.v.2, n.3, pág. 87-97, Maceió, 2015. Acesso em: 28 mar. 2019.

TOPOGRAPHIC. **Santa Gertrudes**. s.d. Disponível em: <<https://pt-br.topographic-map.com>> Acesso em: 13 nov. 2020.

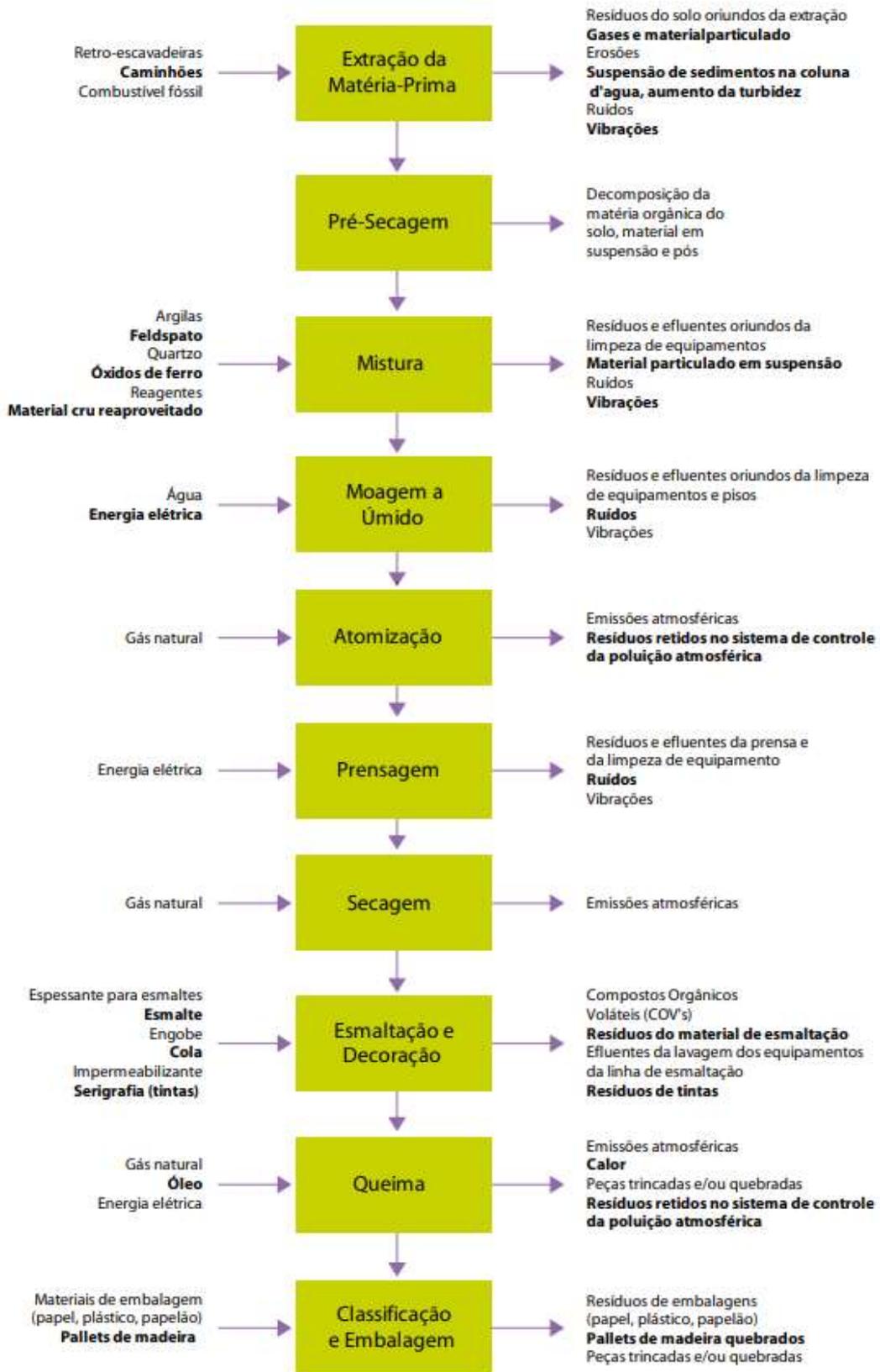
## **ANEXO 1**

**Figura 11 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de pisos e revestimentos, por Via Seca**



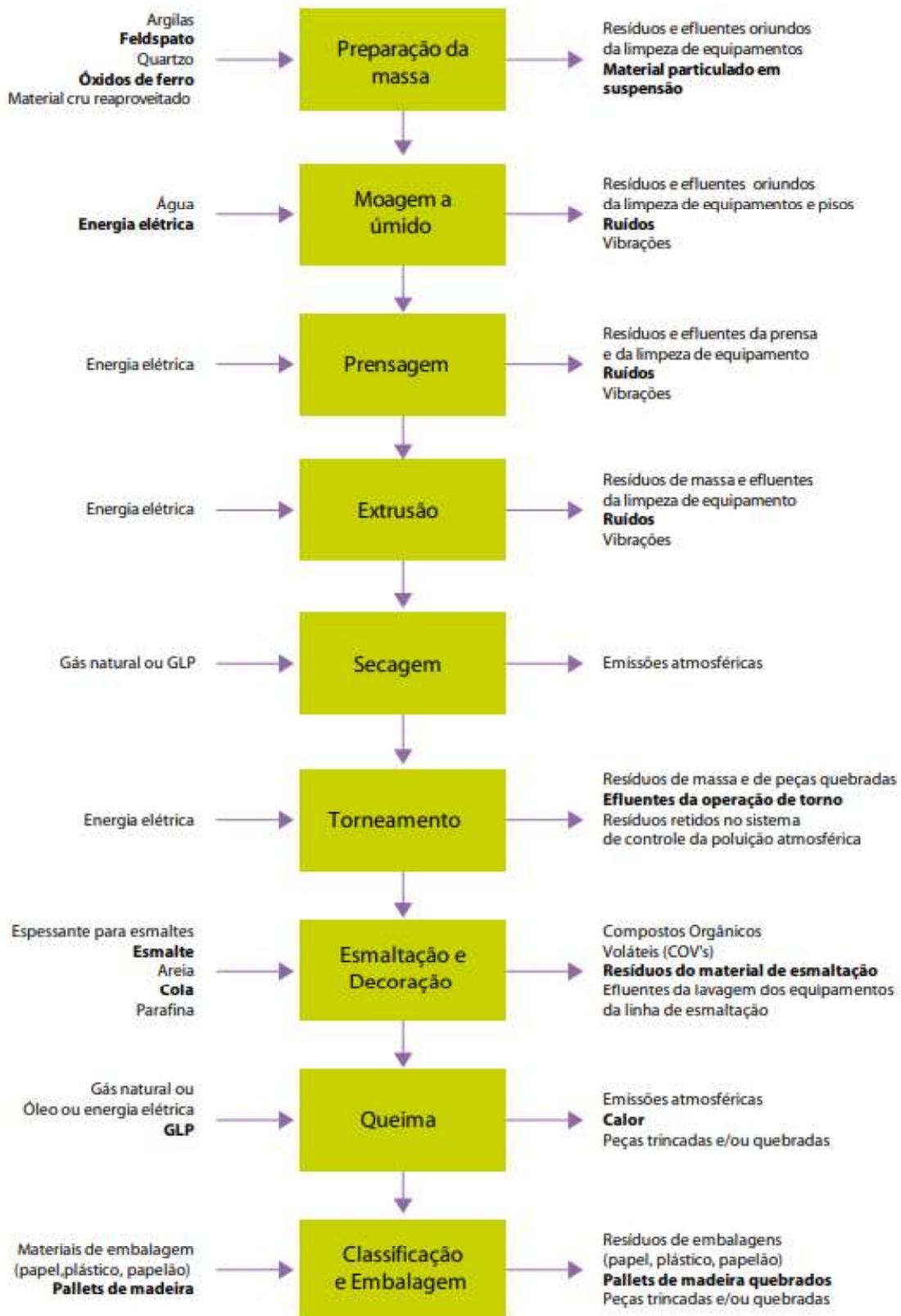
Fonte: OLIVEIRA, MAGANHA, 2008.

Figura 12 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de pisos e revestimentos, por Via Úmida



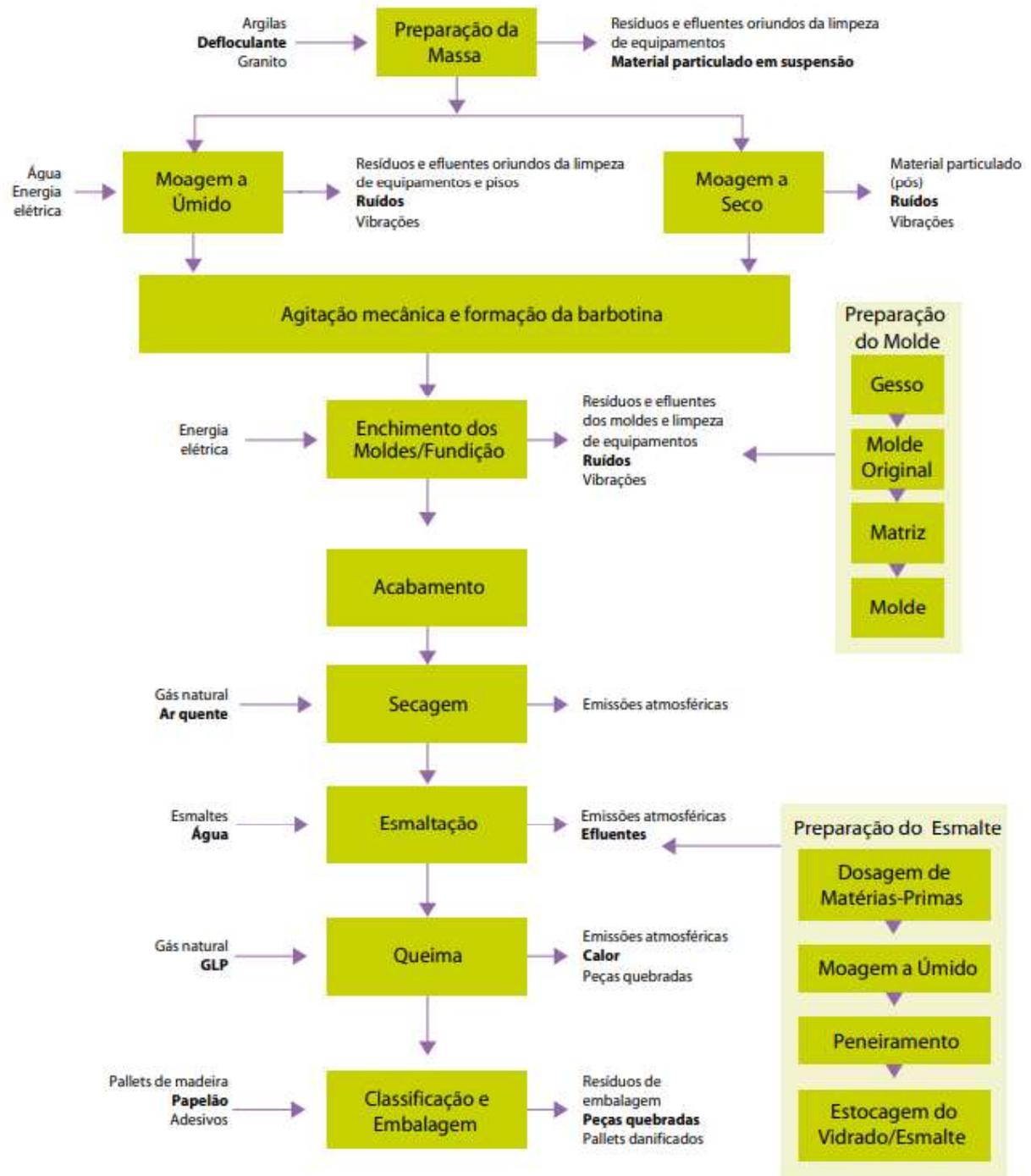
Fonte: OLIVEIRA, MAGANHA, 2008.

Figura 13 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação Cerâmica Branca – Isoladores elétricos



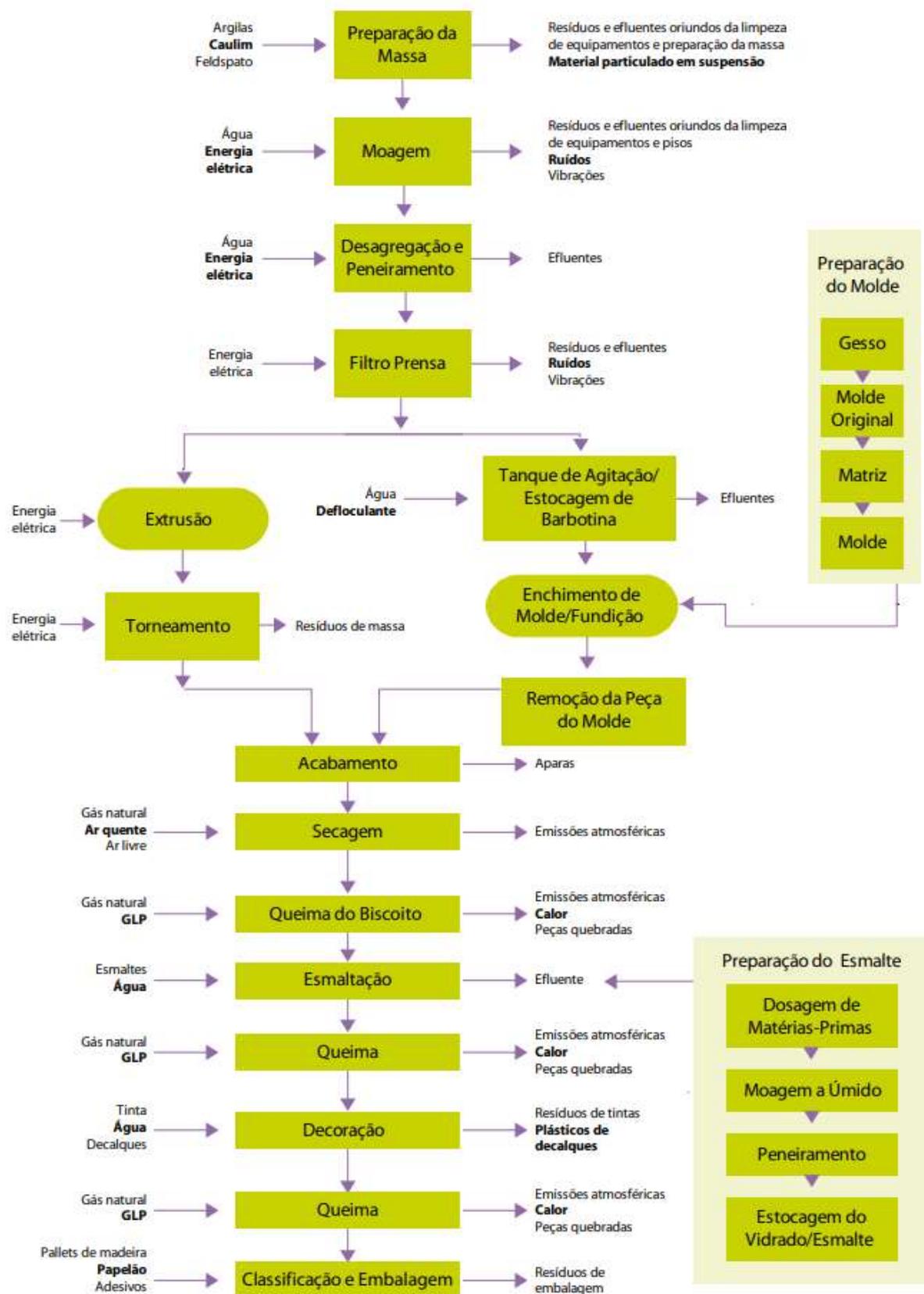
Fonte: OLIVEIRA, MAGANHA, 2008.

**Figura 14 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de Cerâmica Branca – Louça Sanitária**



Fonte: OLIVEIRA, MAGANHA, 2008.

Figura 15 – Fluxograma genérico de um processo de fabricação de Cerâmica Branca – Louça de mesa



Fonte: OLIVEIRA, MAGANHA, 2008.