

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ROBERTA RIBEIRO DALFRÉ

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DE
CERÂMICA. ESTUDO DE CASO.**

Orientadora: Profa. Dra. Gilda Carneiro Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Rio Claro (SP)

2012

604.6 Dalfré, Roberta Ribeiro
D139g Gerenciamento de resíduos sólidos em indústria de
cerâmica: estudo de caso. / Roberta Ribeiro Dalfré. - Rio
Claro : [s.n.], 2012
78 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Gilda Carneiro Ferreira

1. Resíduos. 2. APL de Santa Gertrudes. I. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ROBERTA RIBEIRO DALFRÉ

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DE
CERÂMICA. ESTUDO DE CASO.**

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Gilda Carneiro Ferreira

Profa. Dra. Maria Margarita Torres Moreno

Dr. Sérgio Ricardo Christofolletti

Rio Claro (SP)

2012

*Dedico a minha família,
Roberto, Nícia, Re, Mari e Lemão
Aos amigos que contribuíram para este estudo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

À CECAFI (Cerâmica Carmelo Fior), pelo espaço oferecido para a realização deste trabalho, a todos os funcionários e ao Sr. Pereira, pela dedicação e informações transmitidas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente e a todos os colegas, professores, funcionários e amigos.

À Profa. Dra. Gilda Carneiro Ferreira (orientadora) pelo acompanhamento do trabalho, orientação, ensinamentos, correções e confiança.

Aos membros da Banca do Exame Geral de Qualificação (Prof. Dr. Marcelo Loureiro Garcia e Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum Alves de Castro) e aos membros da defesa, Prof.Dr. Sérgio Ricardo Christofolletti e em especial a Profa. Dra. Maria Margarita Torres Moreno pelas sugestões e contribuições.

À empresa Ecoprimos pela colaboração.

À CETESB, o Sr. Adilson José Rossini pela colaboração na realização deste trabalho e ao Engº Lucas Camargo pelo apoio, afeto e companhia.

À Organização Comunidade Ambiente Sustentável – OCAS, Fábio e Adilson pela ajuda e informações.

A todas as pessoas que possibilitaram a execução deste trabalho e me apoiaram de alguma forma, e as amigas, Thaís e Fabiana pela companhia e pelos momentos.

Aos amigos de Limeira e da SEMA que me ajudaram de certa forma.

Ao Vinicius pelo carinho e presença nesses anos de estudo.

Aos meus pais, Roberto e Nícia e minha vó Maria pelo amor e dedicação, minha irmã Mari e meu irmão Lemão pela força e alegria do dia a dia, e a Re que me acompanha em todas as horas.

Muito obrigada!

“Comecei a frequentar o aterro sanitário de Gramacho, no Rio de Janeiro, Quando eu era criança eu tinha 8 anos e levava comida para minha mãe e meus dois irmãos, que trabalhavam lá, mas não me deixavam catar o lixo. Eu ficava brincando com os outros meninos. Só comecei a trabalhar lá, pra dar um complemento na renda, bem mais tarde, geralmente sábado à noite quando eu não estudava. Sofri muito preconceito por ser catador e filho de catadora, no colégio principalmente porque eu sempre achei importante estudar. Eu sempre falava pra minha mãe: “eu não gosto de catar lixo”. Eu não tinha noção da importância do meu trabalho, na verdade, a gente não é catador de lixo. A gente é catador de material reciclável. Lixo é aquilo que não tem reaproveitamento, material reciclável, sim. O catador é quem movimenta toda essa cadeia da reciclagem é o elo principal da sustentabilidade. Você percebe que se o Brasil recicla tanto hoje em dia é por causa dos catadores. Eu tive consciência disso depois que eu um amigo criamos a Associação dos Catadores de Jardim Gramacho. Todo mundo debochava. Ninguém acreditava. Mas aí aquele trabalho solitário, nas ruas, para matar a fome passou a ser coletivo. Passou a ter valor. Tanto valor que a gente virou obra de arte, virou documentário. Fomos parar até na festa do Oscar! às vezes fico pensando quando vai dar meia-noite e a carruagem vai voltar a ser abóbora mas não dá. Esse meu conto de fadas não termina. Valeu a pena tudo o que eu sonhei. Onde existia um fim eu vi um começo. Hoje minha vida é muito boa”

Tião Santos-Presidente da Associação dos catadores de Jardim Gramacho no Rio de Janeiro.

RESUMO

Este trabalho trata de ações voltadas a solucionar problemas decorrentes do descarte inadequado de resíduos sólidos no meio físico através da implantação do gerenciamento desses resíduos em uma indústria de cerâmica de revestimentos localizada na APL de Santa Gertrudes, município de Cordeirópolis, São Paulo. Os processos de caracterização, segregação, classificação, transporte, armazenamento, reutilização, reciclagem e disposição final fazem parte do gerenciamento dos resíduos. A implantação deste estudo é pioneira na região, contribuindo com o campo acadêmico e impulsionando os empresários a investirem nesta área. Neste estudo foi quantificado o volume de resíduos gerados na cerâmica, sendo que 4% dos resíduos são classificados como classe II B; 1% é classe II A destinados a reciclagem e 81% classificados como II A, porém retornam ao processo de beneficiamento da argila; e 14% são encaminhados para a unidade receptora de resíduos e destinados ao coprocessamento. Além da quantificação, foi elaborado o inventário de resíduos sólidos, permitindo obter um diagnóstico dos processos de gerenciamento de resíduos seguindo a Resolução CONAMA nº313/2002 e as exigências do órgão ambiental do Estado de São Paulo. Desta forma, a implantação do gerenciamento de resíduos na cerâmica foi realizada de forma a garantir o descarte e ou a disposição final adequada, reduzindo os riscos na geração de passivos ambientais, favorecendo o crescimento econômico e sustentável da empresa de forma a atender as normas e legislações vigentes relacionadas aos resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos. Indústria cerâmica. APL de Santa Gertrudes.

ABSTRACT

The research deals with the implementation of Solid Waste Management in a Ceramic Tile Industry located in Cordeirópolis city, São Paulo state. The implementation of this study has emerged as an important vehicle for improving environmental performance by providing the ceramic industry with the tools to successfully manage their activities. The processes of characterization, segregation, classification, storage, and search for alternatives to disposal of solid waste are part of the waste management. This study quantified the volume of waste generated in the ceramic tile industry and prepared an inventory of solid waste, allowing diagnosis of waste management processes following the CONAMA Resolution nº 313/2002 and the requirements of the Environmental Agency of the State of Sao Paulo. In doing so, the implementation of waste management in the ceramic industry was made in order to ensure adequate final disposal, to reduce risks of environmental liabilities and promoting sustainable economic growth, following the standards and current legislation related to solid waste.

KEYWORDS: Solid Waste. Ceramic. APL de Santa Gertrudes.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO.....	15
3. CONTEXTO LEGAL.....	16
4. ÁREA DE ESTUDO.....	26
5. METODOLOGIA.....	38
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
7. CONCLUSÃO.....	65
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
3. CONTEXTO LEGAL.....	17
3.1 Resíduo Sólido.....	17
3.2 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos.....	18
3.3 Classificação dos Resíduos Sólidos.....	19
3.4 Transporte e Armazenamento dos Resíduos Sólidos.....	20
3.5 Destinação e Disposição Final dos Resíduos Sólidos.....	23
3.6 Gestão de Resíduos Sólidos.....	23
3.7 Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.....	26
3.8 Reciclagem.....	26
4. ÁREA DE ESTUDO.....	28
4.1 Panorama das Indústrias de Cerâmica.....	28
4.2 Arranjo Produtivo Local de Santa Gertrudes.....	31
4.3 Caracterização da Área de Estudo.....	34
4.4 Localização da Área de Estudo.....	35
4.5 Aproveitamento do Material Cerâmico.....	37
4.5.1 Extração e Pré Beneficiamento.....	37
4.5.2 Processo Industrial.....	38
5. METODOLOGIA.....	42
5.1 Visita a Instalação Industrial.....	41
5.2 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos.....	43
5.3 Treinamento do Quadro Funcional.....	47
5.4 Inventário dos Resíduos Sólidos.....	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
6.1 Análise dos Resíduos Sólidos.....	49
6.2 Segregação, Armazenamento, Coleta e Transporte Interno.....	51
6.3 Armazenamento e Transporte Externo, Descarte e Disposição Final.....	54
6.4 Análise da Geração de Resíduos Sólidos no Processo Cerâmico.....	60
6.5 Inventário dos Resíduos Sólidos.....	66

6.6 Treinamento.....	70
7. CONCLUSÃO.....	72
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa com os principais aglomerados das industriais de cerâmicas no país.....	31
Figura 2. Arranjo Produtivo Local de Santa Gertrudes.....	32
Figura 3. Área industrial e entorno da cerâmica em estudo.....	36
Figura 4. Estado de São Paulo, município de Cordeirópolis e a cerâmica em destaque.....	36
Figura 5. Processo de extração da matéria-prima.....	37
Figura 6. Terreiro de argila.....	38
Figura 7. Processo de moagem de argila.....	38
Figura 8. Processo de prensagem.....	39
Figura 9. Processo da esmaltação.....	40
Figura 10. Processo de escolha.....	41
Figura 11. Processo de expedição.....	41
Figura 12. Fluxograma das etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos desenvolvida na cerâmica.....	43
Figuras 13a e 13b. Resíduos sólidos encontrados nos coletores da cerâmica.....	44
Figura 14. Fluxograma da classificação de resíduos sólidos.....	45
Figura 15. Coletor com resíduos sólidos com características distintas e misturados.....	49
Figura 16. Coletores utilizados para descarte de resíduos, sem identificação e segregação.....	50
Figura 17. Caçamba utilizada para descarte de resíduos sólidos.....	51
Figura 18. Área externa da cerâmica antes da limpeza da área externa.....	52
Figura 19. Coletores implantados de acordo com a padronização da legislação em diferentes setores da cerâmica.....	52
Figura 20. Imagem dos coletores instalados na produção.....	52
Figura 21. Coletor denominado gaiolas implantadas para grandes quantidades de resíduos inertes.....	53
Figura 22. Suporte e <i>bag</i> para descarte das fitas de arquear.....	53
Figuras 23. Imagem dos recipientes no setor administrativo, instalado no escritório e corredores.....	54

Figura 24. Área externa da cerâmica, no estágio de limpeza dos entulhos e construção da cobertura.....	55
Figura 25. Placa instalada na entrada da área externa de armazenamento de resíduos com a identificação dos resíduos.....	55
Figura 26. Sala para armazenamento de resíduos com valor comercial alto.....	56
Figura 27a. Gaiola utilizada para armazenamento de resíduo orgânico com identificação.....	57
Figura 27b. Suporte <i>bag</i> com identificação de resíduo inerte.....	57
Figura 28. Caçamba utilizada para armazenamento dos resíduos classificados como classe I-perigosos.....	57
Figura 29. Caçamba de argila no setor de moagem de argila.....	58
Figura 30. Fluxograma do processo de descarte dos resíduos sólidos classe II-A na empresa receptora de resíduos.....	59
Figura 31. Fluxograma com as etapas do processo produtivo, com os resíduos gerados.....	61
Figura 32. Fluxograma dos processos e as emissões atmosféricas, geração de resíduos sólidos e geração de efluentes líquidos.....	62
Figura 33. Fluxograma do sistema de tratamento de efluente da cerâmica.....	63
Figura 34. Estação de tratamento de efluente da cerâmica.....	64
Figura 35. Processo e emissão de material particulado.....	65
Figura 36. Palestra oferecida aos funcionários da cerâmica.....	70
Figura 37. Treinamento com os funcionários responsáveis pela limpeza.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação dos resíduos gerados classe I, sua codificação, quantidade produzida, estado físico e método utilizado para caracterização.....	60
Tabela 2. Inventário dos resíduos gerados na cerâmica em estudo.....	67

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores exigências para uma empresa se estabelecer em um mercado cada vez mais competitivo e preocupado com as questões ambientais é a busca por alternativas e soluções adequadas. Uma vez que as empresas desejam crescer economicamente, tecnicamente e sustentavelmente é necessária a busca por soluções que atendam as problemáticas existentes de forma a minimizar os impactos causados ao meio ambiente. Desta forma, entre os temas que contribuem significativamente para o desequilíbrio ambiental da Terra, a geração de resíduos é de grande importância e preocupação, portanto, este estudo trata da realização de melhorias na qualidade ambiental das indústrias cerâmicas, propondo soluções que atendam as problemáticas existentes, cujo enfoque principal é a questão dos resíduos sólidos.

O diagnóstico sobre os resíduos sólidos é considerado um dos assuntos de grande mérito nas questões ambientais, sendo de grande importância em relação aos impactos decorrentes de sua disposição inadequada. Neste contexto, segundo Norma Técnica da ABNT NBR 10004:2004 os resíduos sólidos são considerados materiais nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades de origem industrial, inclusive os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e efluentes. A forma de diagnosticar esses materiais é através de seu gerenciamento pelos processos de segregação, classificação, acondicionamento, transporte, armazenamento, recuperação, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final. (SÃO PAULO, 2009).

A classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação da atividade que lhe deu origem, seus constituintes e suas características, respeitando os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. A classificação é uma das etapas mais relevantes, pois através desta, se verifica as melhores técnicas e estratégias de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Neste estudo foram identificados resíduos classe I e classe IIA e IIB, havendo a necessidade de propor técnicas e padrões para a destinação adequada desses materiais e a disposição ambientalmente correta, de modo a não comprometer a saúde, o bem estar da população e a responsabilidade de proteção ao meio físico, além dos compromissos éticos e profissionais envolvidos na área em estudo.

Esta pesquisa foi realizada na indústria cerâmica Carmelo Fior Ltda. produtora de pisos e revestimentos cerâmicos, pertencente ao Arranjo Produtivo Local (APL) de Santa Gertrudes, localizada no município de Cordeirópolis, São Paulo. Essa escolha pela cerâmica

foi baseada devido ao porte da empresa, sua representatividade perante o pólo e seu interesse em atender as exigências ambientais.

O estudo de certa forma contribuiu para o conhecimento na sistematização dos resíduos gerados e também oferecer subsídios para as políticas públicas específicas e para produção científica relacionada a este tema.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa é realizar um diagnóstico sobre os resíduos sólidos gerados em uma indústria de cerâmica, de forma a propor as melhores soluções para a redução da poluição ambiental causada por estes resíduos, utilizando os processos de gerenciamento de resíduos sólidos através das etapas de segregação, classificação, armazenamento, transporte, reutilização, reciclagem, descarte e disposição final ambientalmente adequada.

Foi contemplado como meta para esta pesquisa, realizar treinamento com os funcionários da empresa, através de atividades voltadas aos resíduos sólidos gerados na cerâmica, com enfoque nas questões relacionadas ao descarte incorreto de resíduos, soluções e conscientização ambiental, garantindo assim uma parcela dos resultados deste estudo.

Desta forma, também foi proposto através das informações levantadas sobre os resíduos, a elaboração do inventário de resíduos sólidos industriais, um documento necessário que irá proporcionar a empresa e os órgãos ambientais um conhecimento amplo dos resíduos produzidos e assim a relação desses materiais com os impactos ao meio ambiente.

3. CONTEXTO LEGAL

A elaboração do presente estudo foi baseada em normas e legislações vigentes relacionadas diretamente com os resíduos sólidos e as questões ambientais, sendo investigadas em âmbito nacional e estadual.

As definições apresentadas neste contexto também foram extraídas de normas e legislações, sendo essenciais para a compreensão do tema proposto nesta pesquisa e subsidiar os processos envolvidos no âmbito do diagnóstico de resíduos sólidos.

3.1 Resíduo Sólido

A definição de resíduos sólidos é apresentada com diferentes abordagens na legislação federal, legislação estadual e Normas ABNT NBR. Estas definições, não apresentam significativa diferença, portanto, nesta pesquisa foi adotada a Norma Técnica da ABNT NBR 10004:2004, que define resíduos sólidos como um resíduo nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível.

A classificação dos resíduos sólidos também é definida nas legislações e normas estaduais e federais, porém apresentam diferentes abordagens. Para esta pesquisa foi utilizada a classificação dos resíduos em razão do material que lhe deu origem, conforme estabelecido em Norma Técnica ABNT e legislação federal, que ainda estabelece as categorias para os diferentes resíduos sólidos, sendo elas:

- Resíduos industriais: os provenientes de atividades de pesquisa e de transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas ou inorgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração e extração, de montagem e manipulação de produtos acabados e aqueles gerados em áreas de utilidade, apoio, depósito e de administração das indústrias e similares, inclusive resíduos provenientes de Estações de Tratamento de Água e Estações de Tratamento de Esgoto;

- Resíduos urbanos: são os provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana;
- Resíduos de serviços de saúde: os provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; os provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados; os provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e os provenientes de barreiras sanitárias;
- Resíduos de atividades rurais: os provenientes da atividade agropecuária, inclusive os resíduos dos insumos utilizados;
- Resíduos provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários, e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares: os resíduos sólidos de qualquer natureza provenientes de embarcação, aeronave ou meios de transporte terrestre, incluindo os produzidos nas atividades de operação e manutenção, os associados às cargas e aqueles gerados nas instalações físicas ou áreas desses locais;
- Resíduos da construção civil: os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros e argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, comumente chamada de entulhos de obras, calça ou metralha.

3.2 Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

O termo gerenciamento de resíduos sólidos é definido em legislação estadual e federal, além de decretos e normas técnicas, para tanto, neste projeto o termo gerenciamento de resíduos será utilizado de acordo com o Decreto Estadual de São Paulo nº54645/2009 que regulamenta dispositivos da Política Estadual de Resíduos Sólidos e define gerenciamento como o conjunto de ações encadeadas e articuladas aplicadas aos processos de segregação, coleta, caracterização, classificação, manipulação, acondicionamento, transporte, armazenamento, recuperação, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. Ainda, nesta mesma legislação é definido o termo, gestão de resíduos sólidos

como o conjunto de decisões estratégicas e de ações voltadas à busca de soluções para os resíduos sólidos, envolvendo políticas, instrumentos e aspectos institucionais e financeiros.

O significado do termo diagnóstico se encontra em diferentes referências com as mais variadas conotações, desta forma, o termo diagnóstico mencionado neste estudo, se refere ao conhecimento e ou a determinação da situação dos resíduos sólidos, através de seus componentes, em todas as etapas do gerenciamento. Através do diagnóstico é possível interpretar a situação problemática da área em estudo e propor as condições adequadas para prevenir a poluição e ou reduzir a geração de resíduos na fonte geradora.

3.3 Classificação dos Resíduos Sólidos

A classificação dos resíduos sólidos é baseada nos riscos potenciais causados ao meio ambiente e à saúde pública, desta forma para a classificação dos resíduos neste estudo foi seguida a Norma Técnica da ABNT NBR 10004:2004.

A classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhe deu origem e de seus constituintes e características comparando-os com listagens de resíduos reconhecidamente e listagens de padrões de concentração de poluentes, e ainda substâncias que tragam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, indicando quais resíduos devem ter manuseio e destinação mais rigidamente controlados. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deverá ser criteriosa e estabelecida de acordo com a matéria-prima e insumo que lhe deram origem (ABNT-NBR 10004:2004; PETUCO, 2002). O laudo de classificação dos resíduos sólidos, segundo Normas Técnicas da ABNT, deve conter a indicação da origem do resíduo, descrição do processo de segregação e descrição do critério adotado na escolha de parâmetros analisados, quando for o caso, incluindo os laudos de análises laboratoriais.

Há vários tipos de classificação dos resíduos sólidos que se baseiam em determinadas características ou propriedades identificadas. A classificação é relevante para a escolha da estratégia de gerenciamento mais viável. Segundo Norma Técnica da ABNT NBR 10004:2004 os resíduos são classificados como:

- a) resíduos classe I - perigosos;
- b) resíduos classe II – não perigosos;
 - resíduos classe II A – não inertes.
 - resíduos classe II B – inertes.

Resíduos classe I - perigosos

São classificados como resíduos classe I- perigosos os resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à 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.

Resíduos classe II - não perigosos

Resíduos classe II A - não inertes - resíduos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na classe I - perigosos ou na classe II B - inertes. Estes resíduos podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe II B – inertes - resíduos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos ao teste de solubilização (ABNT-NBR 10006:2004) não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, conforme os padrões para ensaio de solubilização (ABNT-NBR 10004:2004). Como exemplo destes materiais, pode-se citar: rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos.

Segundo Norma Técnica da ABNT, para ensaio de análises químicas deverá ser usado os métodos USEPA - SW 846, última edição e, quando disponíveis, os métodos nacionais equivalentes elaborados pela ABNT.

3.4 Transporte e Armazenamento dos Resíduos Sólidos

As ações do gerenciamento de transporte e armazenamento de resíduos sólidos são definidas pelas Normas Técnicas ABNT-NBR 13221, 12235, 11174, as quais estabelecem condições para o transporte terrestre de resíduos e o armazenamento de resíduos classe I e classe II, respectivamente.

A Norma Técnica da ABNT NBR 13221:2010 especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública. Esta norma se aplica ao transporte terrestre de resíduos, conforme classificados em legislação federal, inclusive aqueles materiais que possam ser reaproveitados, reciclados e/ou reprocessados, e também se aplica aos resíduos perigosos segundo a definição da Convenção da Basiléia (1989).

O órgão ambiental do Estado de São Paulo, responsável pelo transporte de resíduos sólidos não exige o cumprimento das Normas ABNT, porém exige um documento somente

para as indústrias, denominado CADRI (Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental), sendo este um instrumento que aprova o encaminhamento de resíduos industriais a locais previamente licenciamentos por este órgão para armazenamento, tratamento ou disposição final. O órgão ambiental exige um laudo de caracterização destes resíduos, denominado de Memorial de Caracterização do Empreendimento (MCE), que deverá descrever todas as etapas do gerenciamento dos resíduos incluindo sua codificação respeitando a legislação federal e Normas Técnicas da ABNT.

Segundo a Norma Técnica da ABNT NBR 13221:2010, a verificação da classificação, no caso de manuseio e destinação adequada dos resíduos, deve utilizar a classificação discriminada em Norma Técnica da ABNT, e no caso de armazenamento de resíduos perigosos, deve ser seguida a Norma Técnica ABNT NBR 12235:1992.

Esta Norma Técnica ABNT fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente. Aplica-se a esta Norma o armazenamento de todos e quaisquer resíduos perigosos Classe I, conforme definido na Norma Técnica da ABNT NBR 10004:2004.

A Norma Técnica ABNT NBR 12235:1992 define os seguintes termos:

- Armazenamento de resíduos: Contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, atendendo às condições básicas de segurança;
- Acondicionamento de resíduos: Uma forma temporária de espera para reciclagem, recuperação, tratamento e/ou disposição final, pode ser realizado em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel;
- Tambor: Recipiente portátil, cilíndrico, feito de chapa metálica ou material plástico, com capacidade máxima de 250 litros;
- Contêiner de resíduos: Qualquer recipiente portátil no qual o resíduo possa ser transportado, armazenado, tratado ou, de outra forma, manuseado;
- Tanque: Construção destinada ao armazenamento de líquidos, com capacidade superior a 250 litros.

O armazenamento de resíduos em contêineres e/ou tambores deve ser preferencialmente, em áreas cobertas, bem ventiladas, onde os recipientes são colocados sobre uma base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. Os contêineres e/ou tambores devem ser devidamente

rotulados de modo a possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados (ABNT-NBR 12235:1992).

Existem critérios estabelecidos pela Norma Técnica ABNT NBR 12235:1992 a serem seguidos em relação à localização do armazenamento dos resíduos, elaboração de um plano de emergências e riscos, treinamento para capacitação de operadores e responsáveis por todo e qualquer manuseio de resíduos perigosos nas instalações de armazenamento, e a execução dotada de equipamento de proteção individual (EPI) adequado.

Em relação à segregação, alguns resíduos ao se misturarem, provocam efeitos indesejáveis, portanto deverá seguir recomendações para a segregação de resíduos de forma a prevenir reações violentas por ocasião de vazamentos ou, ainda, que substâncias corrosivas possam atingir recipientes íntegros (ABNT-NBR 12235:1992).

Os resíduos perigosos referentes a esta norma não poderão ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que sua caracterização e o seu armazenamento adequado dependam de análise.

A Norma Técnica ABNT NBR 11174:1990 fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II- não inertes e III- inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente. A Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 estabelece a mudança para a classificação e definição dos resíduos: resíduo classe II, II A- não inertes e II B- Inertes.

O local de armazenamento dos resíduos inertes e não inertes deve estar devidamente identificado, constando em local visível sua classificação e localizado de maneira que o risco de contaminação ambiental seja minimizado. Os resíduos devem ser armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação e não deverão ser armazenados juntamente com resíduo classe I, em face da possibilidade da mistura resultante ser caracterizada como resíduo perigoso. O armazenamento desses resíduos pode ser realizado em contêineres e/ou tambores, em tanques e a granel (ABNT-NBR 11174:1990).

Na execução e operação de um local de armazenamento de resíduos sólidos não inertes e inertes, devem ser considerados aspectos relativos ao isolamento, sinalização, acesso à área, operações de carga ou descarga, medidas de controle de poluição ambiental, treinamento de pessoal e segurança da instalação (ABNT-NBR 11174:1990).

3.5 Destinação e Disposição Final dos Resíduos Sólidos

As legislações federais e legislações estaduais definem a destinação final ambientalmente adequada e a disposição final dos resíduos sólidos. A destinação final de resíduos inclui os processos de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas por órgãos ambientais competentes observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, de forma admitida pelos órgãos ambientais competentes observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, de forma a minimizar os impactos ambientais adversos. A disposição final consiste na última etapa do processo de gerenciamento em que os resíduos sólidos são depositados no solo com a finalidade de reduzir sua nocividade à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL, 2010; SÃO PAULO, 2009).

A legislação estabelece também, a incumbência do poder da União para elaborar, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos a serem aplicado pelos Estados, Municípios e Distrito Federal.

No caso dos resíduos sólidos industriais a responsabilidade de sua disposição ambiental correta é da própria geradora e a fiscalização é realizada pelo órgão ambiental estadual competente. Desta forma, os geradores de resíduos serão responsáveis pela caracterização, classificação, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final dos seus resíduos, sendo que o gerador poderá encaminhar os seus resíduos às unidades receptoras, devidamente licenciadas por este órgão, ficando com a responsabilidade de manipular, reciclar, tratar e dispor os resíduos.

3.6 Gestão de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define gestão integrada de resíduos sólidos como um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

Conforme prescreve no Decreto Estadual de São Paulo nº54645/2009 são instrumentos da gestão de resíduos sólidos; os planos de resíduos sólidos, o sistema declaratório anual de resíduos sólidos, o inventário estadual de resíduos sólidos, e o monitoramento dos indicadores da qualidade ambiental.

A gestão de resíduos sólidos deverá atender os dispostos na Lei Estadual de São Paulo nº12300/2006 que estabelece as disposições preliminares para gestão dos resíduos sólidos:

- As unidades geradoras, receptoras e de transporte de resíduos deverão ser projetadas, licenciadas, implantadas e operadas em conformidade com a legislação pertinente, devendo ser monitoradas de acordo com projeto previamente aprovado pelo órgão ambiental competente;
- São proibidas as seguintes formas de destinação e utilização de resíduos sólidos: lançamento "in natura" a céu aberto, deposição inadequada no solo, queima a céu aberto; deposição em áreas sob regime de proteção especial e áreas sujeitas a inundação, lançamentos em sistemas de redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, de telecomunicações e assemelhados, infiltração no solo sem tratamento prévio e projeto aprovado pelo órgão de controle ambiental competente;
- Os responsáveis pela degradação ou contaminação de áreas em decorrência de suas atividades econômicas, de acidentes ambientais ou pela disposição de resíduos sólidos, deverão promover a sua recuperação ou remediação;
- As unidades geradoras, transportadoras e receptoras de resíduos deverão ser projetadas em conformidade com a legislação e com a regulamentação pertinente, devendo ser implantadas, operadas, monitoradas e ter suas atividades encerradas de acordo com projeto previamente aprovado pelo órgão ambiental estadual competente;

A Lei Estadual de São Paulo nº 12300/2006 e o Decreto Estadual de São Paulo nº 54645/2009 instituem a política estadual de resíduos sólidos e estabelecem diretrizes e procedimentos para atender a gestão dos resíduos sólidos e o plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Este plano é um documento obrigatoriamente integrado ao processo de licenciamento das atividades causadoras de impacto ambiental e deve complementar os aspectos desde a geração até a disposição final dos resíduos e ainda ser elaborado pelo gerenciador dos resíduos.

Os municípios deverão gerenciar seus resíduos através dos planos de gerenciamento de resíduos urbanos e terão o apoio do Estado para esta diretiva. Os gerenciadores de resíduos industriais deverão seguir, na elaboração dos seus respectivos planos de gerenciamento de resíduos industriais, as gradações de metas estabelecidas pelas suas associações representativas setoriais e pelo órgão ambiental, sendo estabelecidos os setores produtivos que são considerados, sendo a atividade de extração de mineral inclusa nesta diretiva.

Os responsáveis por empreendimentos e atividades geradoras de resíduos de baixo impacto, assim caracterizados em manifestação do órgão ambiental, deverão apresentar plano de resíduos sólidos simplificado.

Compete aos geradores de resíduos industriais a responsabilidade pelo seu gerenciamento, desde a sua geração, separação, coleta, acondicionamento, identificação, transporte, descarte e disposição final, além da manutenção de áreas para a sua operação, armazenagem, até a disposição final.

O gerador que não dispor seus resíduos em local próprio poderá encaminhá-los às unidades receptoras de resíduos, licenciadas pelo órgão ambiental competente, com a função de manipular, reciclar, tratar e dispor os resíduos de forma ambientalmente correta.

As partes, geradora e unidade receptora de resíduos, deverão estabelecer as características técnicas dos resíduos, bem como o processo que será utilizado pela unidade receptora para a adequada forma de destinação e disposição, sendo a responsabilidade de todo o processo de disposição dos resíduos, ambientalmente seguro, da empresa receptora.

No caso de ocorrências envolvendo resíduos que coloquem em risco o meio ambiente e a saúde pública, a responsabilidade pela execução de medidas corretivas será do gerador, nos acidentes ocorridos em suas instalações, do gerador e do transportador, nos acidentes ocorridos durante o transporte de resíduos sólidos e do gerenciador de unidades receptoras, nos acidentes ocorridos em suas instalações (CETESB, informação verbal).

Outro aspecto da gestão ambiental de resíduos sólidos são os chamados sistemas de produção mais limpa (P+L) que acompanham as normas de certificação ISO, as quais compreendem estratégias de preservação ambiental ligadas aos processos, produtos e serviços objetivando os ganhos produtivos de forma a reduzir os impactos causados ao meio ambiente (MORAIS, 2002). As empresas se interessam pelos mecanismos de P+L e resíduos sólidos quando de certa forma esse conjunto favorece atrativos econômicos e aumenta a eficiência e produção de seus insumos. Assim, através dos princípios básicos da P+L sendo, redução na geração de resíduos, busca por alternativas que transformem os resíduos em novas matérias primas reduzindo o consumo, redução na geração de energia e no consumo de água, entre outros, as empresas conquistam o mercado competidor e cumprem as exigências das legislações e dos órgãos ambientais.

Em uma indústria de cerâmica algumas medidas podem ser tomadas para aplicar os mecanismos de P+L, como alternativas e mudanças nas materiais-primas: redução da utilização de pigmentos com metais pesados e utilização de materiais reciclados criando um

mercado de novos produtos; boas práticas de organização: redução da perda de matéria-prima, evitar e diminuir vazamentos, conservar e realizar a manutenção dos equipamentos; reutilização interna: reciclar as águas residuais, assim como insumos e produtos; mudanças de produtos: aumentar a vida útil dos produtos, introduzirem a reciclagem e reutilização de materiais e ainda diminuir o consumo de embalagens desnecessárias (MORAIS, 2002).

3.7 Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais

A Resolução CONAMA nº313/2002 dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Este documento foi desenvolvido para a coleta de informações sobre os resíduos sólidos gerados em atividades industriais e consiste em um conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país. As informações prestadas deverão ser enviadas ao órgão Estadual de Meio Ambiente e são fundamentais para que o Estado tenha o conhecimento da real situação em que esses resíduos se encontram e também para que possa cumprir seu papel na elaboração de diretrizes para o controle e gerenciamento desses resíduos em escala nacional.

Nesta resolução está definido que as indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) deverão atender as exigências do inventário conforme estabelecido pelo órgão Estadual de Meio Ambiente e ou ainda as indústrias que gerem resíduos classificados como classe I - perigoso.

3.8 Reciclagem

A Resolução CONAMA nº275/2001 estabelece o incentivo a reciclagem de resíduos para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água. A legislação também prevê a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado aos processos de geração, transporte, tratamento, descarte e disposição de resíduos de formas inadequadas. Em função disto, esta resolução estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva:

AZUL: papel/papelão;

VERMELHO: plástico;

VERDE: vidro;

AMARELO: metal;

PRETO: madeira;

LARANJA: resíduos perigosos;

BRANCO: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;

ROXO: resíduos radioativos;

MARROM: resíduos orgânicos; e

CINZA: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

A coleta seletiva é definida na legislação federal que institui a política nacional dos resíduos sólidos e consiste na coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição de origem. Assim como, a reciclagem é definida pelo processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem as alterações de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos.

A reutilização é a prática, técnica ou processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, ou seja, os resíduos gerados podem ser usados na forma que se encontram sem necessidade de prévio tratamento (BRASIL, 2010; SÃO PAULO, 2006).

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1 Panorama das Indústrias de Cerâmica

A palavra cerâmica é derivada do grego “*Kerameikos*”, que significa feito de terra ou argila ou ainda produtos feitos com argila e cozidos, esta definição pode ser entendida de várias maneiras conforme sua utilização e modo de como a define (Pauletti, 2001 apud SAAD, 2009).

A indústria cerâmica também conhecida somente como “cerâmica” é uma das indústrias mais amplamente difundidas, sendo um dos poucos campos em que uma única matéria-prima, a “argila”, é moldada na forma final de utilização e queimada sem a adição de outro material ou minério (CHRISTOFOLETTI, 2003).

Segundo a definição da Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), materiais de revestimentos cerâmicos são produtos fabricados a partir de matéria-prima não metálica, obtidas geralmente após processamento e tratamento térmico em temperaturas elevadas, como os pisos, azulejos, pastilhas, porcelanato, lajotas entre outras. As indústrias de revestimentos são enquadradas dentro das cerâmicas tradicionais de base argilosa e são produtos de formato regular e que permitem o maior grau de automação da produção (POLELLI, 2008).

No mercado mundial, a indústria cerâmica apresentou nos últimos 30 anos um elevado desenvolvimento tecnológico devido ao aumento de técnicas nas linhas de automação da produção, o avanço na ciência dos materiais e os maiores incentivos na política de abertura de mercado entre os países produtores e consumidores, além do avanço na economia e no consumo dos produtos pela classe de poder aquisitivo mais baixo (MORAIS, 2002).

Observa-se, também, um aumento na inclusão de novos países, produtores e consumidores de placas cerâmicas, incorporando o grupo deste segmento, fazendo com que haja uma contínua busca em desenvolvimento de matéria e produto aumentando a disseminação do uso de cerâmica nas diferentes aplicações e ambientes (ANFACER, 2010).

Segundo a ANFACER, 2010, os maiores consumidores mundiais de peças cerâmicas são a China, Brasil, Índia, Indonésia e Irã; os maiores produtores mundiais são a China, Brasil, Índia, Itália e Espanha; e os maiores exportadores são a China, Itália, Espanha, Turquia e Brasil. Observa-se que o Brasil apresenta um índice baixo de exportação comparado com a Itália que segue em segundo na listagem, em relação aos valores de produção/exportação o Brasil exporta apenas 8% de sua produção e a Itália cerca de 78%, significando uma desvalorização internacional dos produtos brasileiros e o aumento no consumo interno de revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2010).

O mercado nacional de revestimentos cerâmicos é constituído por 93 empresas, instaladas em 18 estados, tendo sua maior concentração nas regiões Sudeste e Sul, além de novas empresas em expansão no Nordeste e Norte do país.

A indústria brasileira de pisos e revestimentos surgiu como atividade industrial entre o fim do século XIX e início do XX, tendo como marco inicial as olarias, que já se faziam presentes em quase todas as cidades, inclusive no estado de São Paulo. As olarias eram pequenos estabelecimentos familiares que produziam, por processos manuais, inúmeros artigos como tijolos, telhas, manilhas, vasos, potes e moringas, que mais tarde começaram a produzir azulejos e pastilhas cerâmicas (POLETTTO, 2008).

As indústrias cerâmicas passaram a especializar-se em determinados tipos de produtos, o que gerou a separação na classificação das empresas entre “olarias” e “cerâmicas”. Assim, as olarias são as unidades produtoras de tijolos e telhas, e as cerâmicas fabricam produtos mais sofisticados, como azulejos, pisos, revestimentos, entre outros. O setor cerâmico no país aprofundou-se nos últimos 15 anos através dos processos de reestruturação, modernização e adaptação das empresas, com investimentos em equipamentos modernos, novas tecnologias, novos métodos de gestão, e com incentivos na formação e aperfeiçoamento de pessoal (POLETTTO, 2008).

A indústria brasileira de pisos e revestimentos cerâmicos permanece sendo um dos setores de grande importância econômica no Brasil, contribuindo na ordem de 1,0 % no PIB (Produto Interno Bruto), sendo as regiões Sul e Sudeste as mais desenvolvidas industrialmente e as que apresentam o maior número de habitantes urbanos, fatores importantes na análise da distribuição geográfica das empresas do setor cerâmico (BUSTAMANTE, BRESSIANI, 2000; CETESB, FIESP, 2008; POLETTTO, 2008).

Hoje, o país possui em abundância praticamente todas as matérias-primas, recursos técnicos e gerenciais altamente qualificados, além de boa infra-estrutura de pesquisa, o que possibilitou um crescimento significativo e sustentado deste setor na última década, oferecendo produtos de alta qualidade.

As maiores concentrações de revestimentos cerâmicos estão situadas em 04 pólos industriais distribuídos pelo país, sendo um no município de Criciúma, Estado de Santa Catarina e o restante no Estado de São Paulo, na grande São Paulo, município de Mogi-Guaçu e o outro em Santa Gertrudes.

A produção para revestimentos cerâmicos pode ser realizada por dois tipos de processos, diferenciados pelas características e etapas da cadeia produtiva, sendo eles, via-seca e via-úmida.

As cerâmicas que utilizam o processo de via-úmida produzem revestimentos a partir das seguintes etapas: a) formulação da massa cerâmica com a mistura de várias matérias-primas (argilas, caulim, filito, rochas feldspáticas, talco, carbonatos e quartzo), que são moídas e homogeneizadas em moinhos de bola, em meio aquoso; b) secagem e granulação da massa cerâmica em atomizador; e c) conformação por prensagem a seco, decoração e queima. Esse tipo de processo é utilizado na região Sul, no pólo cerâmico de Criciúma-SC e, em São Paulo, nas indústrias localizadas em Mogi-Guaçu e na Região Metropolitana de São Paulo (GASPAR JR., 2003; MOTTA, TANNO, CABRAL JR., 1998).

A região de Criciúma, em Santa Catarina, tem reconhecimento como pólo internacional, concentra as maiores empresas brasileiras e a tecnologia de produção é pelo processo via-úmida.

No Estado de São Paulo, a produção de revestimentos cerâmicos está distribuída em dois pólos, o de Mogi-Guaçu e de Santa Gertrudes, porém a região metropolitana de São Paulo também conta com algumas empresas deste segmento. As empresas de Mogi-Guaçu assemelham-se às da região de Criciúma, pois são de grande porte e mantêm escassas relações de cooperação, produzindo um revestimento cerâmico de qualidade melhor direcionado às classes mais altas de consumo.

Em contrapartida, o processo produtivo pelo processo de moagem por via-seca utiliza apenas uma matéria-prima para a fabricação, sendo desenvolvida devido às condições de investimentos locais, localização privilegiada e ampla ocorrência de matéria-prima na região, neste caso o pólo de Santa Gertrudes.

O processo produtivo via-seca consiste basicamente no preparo da massa cerâmica através da moagem a seco em moinho de martelo e ou pendulares, ajuste da umidade da massa em umidificadores adequados e em seguida a massa cerâmica passa pelos processos de prensagem, secagem, esmaltação e queima (GASPAR JR, 2003).

Os pólos cerâmicos do país apresentam condições técnicas econômicas para o avanço significativo das produções, entretanto, o setor mostra algumas falhas de competitividade, sobretudo em relação ao abastecimento e preparação de matéria-prima, uma das partes mais

frágeis da cadeia produtiva e ainda os problemas ambientais enfrentados pela extração de matéria-prima e no processo de produção (POLETTTO, 2008).

Na figura 1 observa-se o mapa com os principais pólos cerâmicos do país, Santa Gertrudes, Mogi-Guaçu e Criciúma.



Figura 1 - Mapa com os principais aglomerados das industriais de cerâmicas de revestimento no país (Autor: Lucas Camargo).

4.2 Arranjo Produtivo Local de Santa Gertrudes

O conceito de arranjo produtivo local (APL) engloba um conjunto de empreendimentos específicos localizados em um mesmo território, desenvolvendo atividades econômicas produtivas predominantes, compartilhando vínculos de produção, interação, cooperação e aprendizagem (MENDES e POLETTTO, 2005). Os APLs podem ser vistos como um fluxo de desenvolvimento territorial, podendo ser encontrados em diferentes aglomerações de pequenas e médias empresas em todo território nacional.

As empresas localizadas dentro de um APL podem obter ganhos de competitividade pela sua especialização produtiva do território, que permite uma forte interação entre todos os atores locais (indústrias, instituições, comunidade, sociedade, entre outros), criando um ambiente sinérgico de aprendizado que propicia o surgimento e a difusão de diversas

inovações tecnológicas se transformando em território-base para a atividade produtiva (POLETTTO, 2008).

Os três principais Arranjos Produtivos Locais do país se encontram um na região Sul no município de Criciúma, Estado de Santa Catarina e outros dois no sudeste do Brasil, no município de Mogi-Guaçu e na região do município de Santa Gertrudes, ambos no Estado de São Paulo. Por volta da década de 1980 houve uma ampliação das empresas cerâmicas e uma descentralização industrial, ocorrendo o surgimento de novas empresas de caráter regional, surgindo o Arranjo Produtivo Local de Santa Gertrudes.

O APL de Santa Gertrudes é situado na porção centro-oeste do Estado de São Paulo constitui uma das maiores aglomerações de base mineral, sendo especializados na produção de revestimentos cerâmicos. A aglomeração compreende os municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Limeira, Rio Claro, Araras, Ipeúna e Piracicaba (CABRAL JR., 2008). Na figura 2 se observa a localização e delimitação do APL de Santa Gertrudes relacionado ao estado de São Paulo, Brasil.

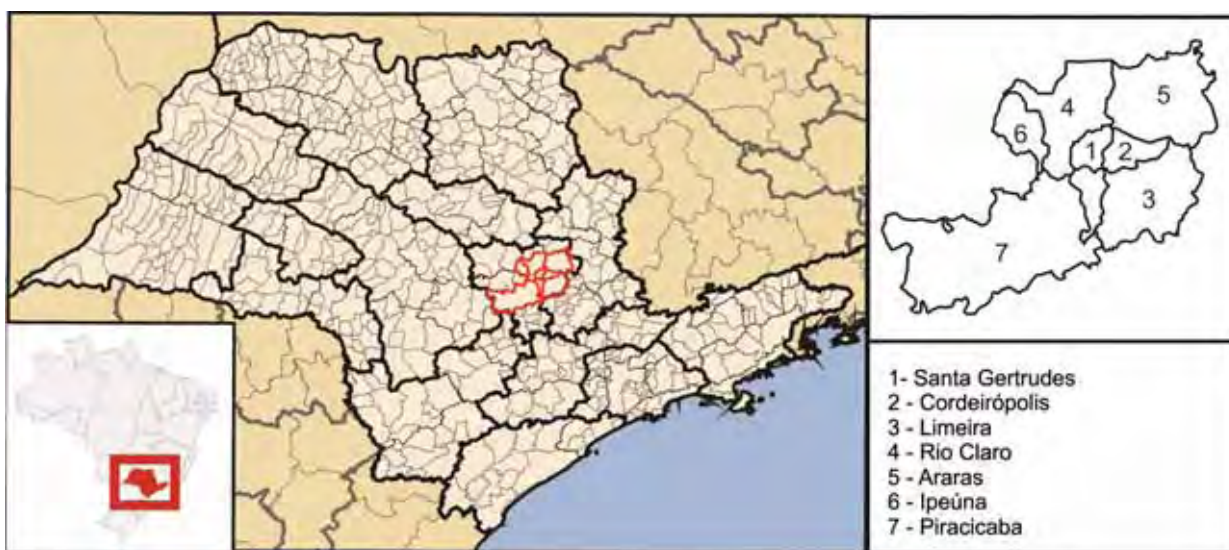


Figura 2 - Arranjo Produtivo Local de Santa Gertrudes (Autor: Lucas Camargo).

A produção cerâmica na região de Santa Gertrudes iniciou-se através da manufatura de tijolos e telhas por famílias italianas e a partir de 1918 surgiram as primeiras cerâmicas no município de Santa Gertrudes. Mais tarde, a situação permitiu investimentos em inovações tecnológicas substituindo os lajotões fabricados até então, por pisos esmaltados (POLETTTO, 2008).

A forma como evoluiu o desenvolvimento do processo produtivo das cerâmicas nesta região favoreceu a forma de fabricação via-seca, sendo um diferencial das indústrias cerâmicas do restante do país. De maneira geral, a produção por via-seca não difere muito em

seu conjunto da produção por via-úmida, assim o diferencial está no processo de preparação da massa cerâmica e nas etapas iniciais da cadeia produtiva (CETESB, FIESP 2008).

A fabricação via-seca é mais vantajosa economicamente, estima-se que seja aproximadamente 30% mais econômica do que a via-úmida (CHRISTOFOLETTI, 2003). Os fatores que proporcionam a economia na fabricação via-seca são o consumo de apenas uma matéria-prima que gera menores gastos na produção e no transporte das substâncias minerais, e ainda o uso de um processo mais simples e com menos desperdício no consumo de energia térmica e elétrica (CABRAL JR., 2008). Estes fatores trazem benefícios na estratégia competitiva de mercado, favorecendo o crescimento por meio das vendas.

Segundo Cabral Jr., 2008, o fator diferencial da APL de Santa Gertrudes está associado ao recurso mineral existente na região, pois a partir de uma única fonte geológica é extraída a matéria-prima que se adapta ao processo produtivo via-seca, conseguindo obter produtos de boa qualidade. A matéria-prima empregada apresenta características especiais em termos de granulometria, assembléia mineralógica, baixo conteúdo de matéria orgânica, fácil secagem natural e alta fusibilidade, o que lhes confere características diferenciadas das existentes pelo mundo e vantagens no processo produtivo.

As argilas utilizadas como matéria-prima são provenientes da Formação Corumbataí e as rochas de interesse cerâmico são os folhelhos, argilitos, siltitos e outras rochas de natureza pelítica (CABRAL JR., 2008). Esses materiais se caracterizam por teores elevados de óxidos fundentes, o que faz com que os produtos obtenham propriedades adequadas de resistência e porosidade. A temperatura de queima relativamente baixa e ciclo de queima inferior a 30 minutos, abaixo do ciclo médio da via-úmida que é cerca de 40 minutos favorece a economia de energia e produtos (CABRAL JR., 2008).

O APL de Santa Gertrudes soma 49 unidades fabris que, em sua maioria, contam com equipamentos modernos e técnicas avançadas adquiridas de tecnologia italiana e espanhola (CABRAL JR, 2008; CHRISTOFOLETTI, 2003). Segundo ASPACER, 2011, a capacidade produtiva do APL de Santa Gertrudes totalizou aproximadamente 562 milhões de m² de produtos no ano, representando mais da metade da capacidade instalada brasileira, sendo comercializados no mercado interno e externo, além disso, é considerado o segundo maior pólo cerâmico do mundo, perdendo para a China.

O consumo anual estimado de matéria-prima mineral (argilas) é da ordem de 5 milhões de toneladas, sendo suprido por cerca de 20 minas distribuídas pelos municípios,

sendo que muitas delas pertencem aos próprios ceramistas e funcionam de maneira cativa, podendo comercializar excedentes de produção (CABRAL JR., 2008).

Se por um lado, o processo industrial é bastante avançado com tecnologias desenvolvidas, o fornecimento mineral, no entanto, está abaixo do padrão produtivo das cerâmicas. A mineração desenvolve-se de maneira desordenada, sendo que em parcela considerável das minerações de material argiloso não há investimentos adequados em pesquisa mineral e em planejamento para extração da lavra. Esse transtorno técnico estende-se também no controle e recuperação ambiental das minerações e na própria regularização dos empreendimentos, porém, os ceramistas estão corrigindo essas deficiências através da obrigatoriedade exigida nas legislações ambientais e minerárias.

4.3 Caracterização da Área de Estudo

O APL de Santa Gertrudes segundo a classificação de (Veloso e Góes Filho, 1982 apud CHRISTOFOLETTI, 2003) é dominado por vegetação subdividida em duas, a região de savana (cerrado) e a floresta estacional semidecidual, onde se pode observar que ocorreu a substituição da vegetação original pela atividade agrícola representada pelo plantio de cana-de-açúcar, cereais, citricultura e pastagens. Na área de estudo encontram-se apenas algumas porções remanescentes da vegetação original, mas é importante ressaltar que muitas áreas foram degradadas pela atividade de mineração de argila e muitas ainda não foram recuperadas e se encontram em estado irregular e de abandono.

A área enquadra-se na Depressão Periférica Paulista, dentro da zona do médio Tietê, esta unidade é considerada de topografia plana, pouco acidentada com desníveis entre 200-300 metros, cujos litotipos dominantes são arenitos e basaltos (Penteado, 1969 apud CHRISTOFOLETTI, 2003). A área é drenada pela bacia do Rio Corumbataí, e seus afluentes principais, os rios Cabeça, Passa Cinco, Ribeirão Claro e suas águas afluem para o Rio Piracicaba (CHRISTOFOLETTI, 2003).

O clima da região é considerado tropical com duas estações bem definidas, sendo marcadas por um período seco, que se estende pelos meses de março a setembro e um período chuvoso, que se estende pelos meses de outubro a fevereiro. A temperatura do ar apresenta uma mínima média de 14,9°C e máxima média de 27,6°C (ZAINÉ, 1994).

O fator clima é um dos principais na atividade de mineração das argilas da Formação Corumbataí, sendo que o período seco é o principal para a extração e estoque de matéria-prima, podendo ser prejudicada pelo aumento das concentrações de chuvas. Além disso, o

clima seco auxilia a secagem das argilas nos pátios das minerações, minimizando os custos de secagem no processo de beneficiamento. Outra etapa que depende do clima é o sazonalamento, que ocorre por cerca de seis meses, onde a argila é condicionada em pilhas nos pátios sofrendo intensa exposição a fatores intempéricos (CHRISTOFOLETTI e MORENO, 2004).

Geologicamente, a área localiza-se no setor paulista do flanco nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, denominado de sub-bacia do Alto Paraná. Dentre as unidades litoestratigráficas presentes pode-se destacar a Formação Corumbataí, principal fonte de matéria-prima para as indústrias cerâmicas da APL de Santa Gertrudes (CHRISTOFOLETTI, 2004).

4.4 Localização da Área de Estudo

A cerâmica em estudo, Cerâmica Carmelo Fior Ltda. (CECAFI) está instalada na área rural do município de Cordeirópolis, localizado no centro-sudeste do estado de São Paulo circundando os municípios de Araras ao norte, Limeira a leste, Iracemápolis ao sul e Santa Gertrudes a oeste. O município de Cordeirópolis tem uma população estimada de 21.080 habitantes, em uma área territorial de 137 km², sendo que a maior parcela compreende a área rural com aproximadamente 113 km² (IBGE, 2010).

A empresa iniciou seus trabalhos em 1941 com a fabricação de telhas cerâmicas, depois em 1989 partiu para produção de pisos e revestimentos. Hoje, a CECAFI conta com três plantas industriais, sendo a estudada localizada em uma área construída de 48.000 m² e capacidade produtiva em torno de 2.600.000 m² de produtos por mês, responsável por cerca de 8% da produção na APL de Santa Gertrudes, tendo uma significativa representação no mercado nacional e internacional. Na figura 3 se observa as instalações da cerâmica em estudo, sendo a área de produção, administração, uma parcela da área do pátio de estocagem e o estacionamento de funcionários.



Figura 3 - Área industrial e entorno da cerâmica em estudo.

A localização da empresa está bem enquadrada, pois se destacam um sistema viário bem desenvolvido, servido pela Rodovia Washington Luís (SP-310), Rodovia Bandeirantes (SP-330), Rodovia Anhangüera (SP- 330), Rodovia Fausto Santomauro (SP-127) e a Rodovia Wilson Finardi (SP-191) (Prefeitura de Cordeirópolis, 2010), favorecendo a distribuição nos principais centros consumidores do país. Na figura 4 é apresentado o Estado de São Paulo, o município de Cordeirópolis e em destaque a área da cerâmica em estudo.



Figura 4 – Estado de São Paulo, município de Cordeirópolis e a cerâmica em destaque (Autor: Lucas Camargo).

4.5 Aproveitamento do Material Cerâmico

O aproveitamento do material cerâmico é realizado em duas etapas, a fase de extração e beneficiamento do material argiloso e posteriormente a fase do processamento industrial.

4.5.1 Extração e Pré Beneficiamento

A fase inicial do aproveitamento do material cerâmico é a exploração da matéria-prima. A exploração da matéria prima mineral para revestimentos cerâmicos começa com a limpeza do terreno, supressão da vegetação, retirada da camada estéril e extração do material argiloso. O método de lavra do material argiloso é simples, pois a lavra se processa a céu aberto e somente em alguns casos é necessário detonação com explosivos (CHRISTOFOLETTI, 2003). A extração é realizada de forma mecanizada, assim como o carregamento e transporte da matéria-prima até o pátio, conforme se observa na figura 5.



Figura 5 - Processo de extração da matéria-prima. 01-Limpeza; 02-Detonação; 03- Extração Mecanizada; 04-Carregamento; 05-Transporte (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).

No pátio ocorre o processo de sazonalização, no qual a argila fica exposta ao ar livre na forma de pilhas permanecendo em descanso por cerca de seis meses (CETESB e FIESP, 2008). Neste processo são modificadas as condições intempéricas, melhorando a plasticidade, deixando a matéria-prima mais homogênea e com um produto final beneficiado quase livre de defeitos generalizados, como trincas, bolhas e diferenças de tonalidades (CHRISTOFOLETTI, 2003; GASPAR JR., 2003).

Após a exposição, a matéria-prima é carregada por caminhões que os despejam em grandes áreas abertas ou fechadas onde é feito o trabalho de pátio. Essa etapa tem por objetivo fragmentar, espalhar, homogeneizar e secar a argila a fim de auxiliar o processo de moagem. A fragmentação se faz com a passagem sucessiva de rolos compressores com facas ou tratores de grades. Após esta etapa ela é estocada à 5% de umidade, seguindo-se para a moagem, conforme verifica na figura 6 (CHRISTOFOLETTI, 2003).



Figura 6 - Terreiro de argila. 06-Sazonamento; 07-Destorroamento; 08-Carregamento; 09-Transporte; 10-Secagem (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).

4.5.2 Processo Industrial

O processo industrial inicia-se na etapa de moagem, onde o material argiloso é carregado até o moinho de martelo e desfragmentado até adquirir uma consistência granulométrica pequena, e em seguida é encaminhado à peneira vibratória. O material que ficou retido na peneira é novamente moído através do moinho pendular e devolvido ao processo (CHRISTOFOLETTI, 2003). Em seguida o material argiloso é submetido à umidificação, nesta fase ocorre a granulação após o que o material estará pronto para entrar no processo cerâmico (figura 7).

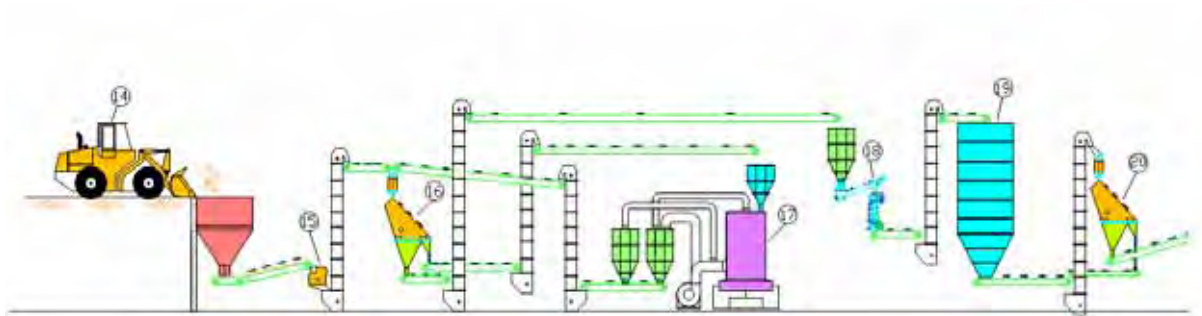


Figura 7 - Processo de moagem de argila. 14-Carregamento das Moegas; 15-Moinho Martelo; 16-Peneira; 17-Moinho Pendular; 18-Granulação; 19- Silo de Estoque (Granulado); 20-Peneira de Grumos (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).

A etapa inicial do processo industrial é a prensagem, que consiste na conformação da massa cerâmica com baixo teor de umidade através de prensas pneumáticas sob pressões em moldes de aço. A prensa transforma o material argiloso em piso cerâmico cru. Quando as placas cerâmicas saem da prensagem ainda estão úmidas e quebradiças, portanto são encaminhadas ao secador, conforme observa na figura 8 (CHRISTOFOLETTI, 2003; CETESB e FIESP, 2008).

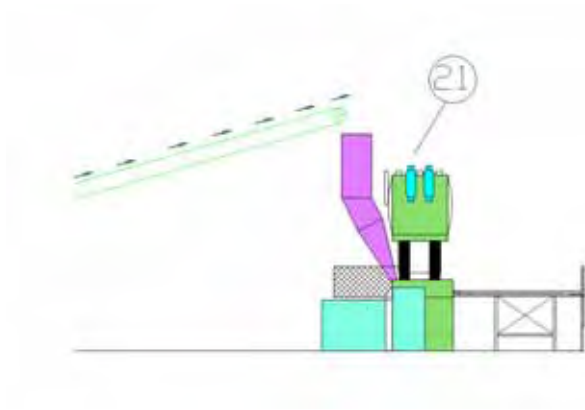


Figura 8 - Processo de prensagem. 21- Prensa (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).

A operação no secador consiste basicamente por dois mecanismos, primeiramente a eliminação das moléculas de água dos poros da peça crua por capilaridade perante o arraste das moléculas de água da superfície pelo ar até a evaporação total da água contida na peça. Em seguida ocorre o segundo mecanismo que consiste na retirada da água absorvida. As etapas precisam ser bem controladas para que não ocorram tensões e trincas nas peças (MORAIS, 2002).

Neste processo as peças são levemente queimadas para que não se partam ao receberem a esmaltação e a decoração. As indústrias cerâmicas do APL de Santa Gertrudes utilizam secadores do tipo túnel ou verticais, onde o material prensado é colocado em vagonetas que percorrem o túnel sobre trilhos. A temperatura dentro dos secadores é variável e pode, em alguns pontos, ultrapassar 150°C (CHRISTOFOLETTI, 2003; CETESB e FIESP, 2008; CECAFI, informação verbal).

Após a secagem, embaixo e na parte superior da peça cerâmica é passado o engobe refratário para que ela não grude no forno e para formar a base do esmalte. O “esmalte” é um vidrado especial composto de uma combinação de vidro, caulins e pigmentos, que se funde na superfície de um corpo cerâmico, aderindo a essa superfície durante o resfriamento. A principal finalidade do vidrado é melhorar algumas propriedades físicas, impermeabilizar a superfície dos corpos cerâmicos porosos, e com isso, impedir a absorção de água ou de outras substâncias, além de contribuir para as boas propriedades elétricas de isoladores de alta tensão (CHRISTOFOLETTI, 2003; CETESB e FIESP, 2008).

Após a esmaltação, há o processo de decoração, onde a estampa é elaborada pelos *designers* e feita através de silk-screen (CHRISTOFOLETTI, 2003), conforme mostra a figura 9.

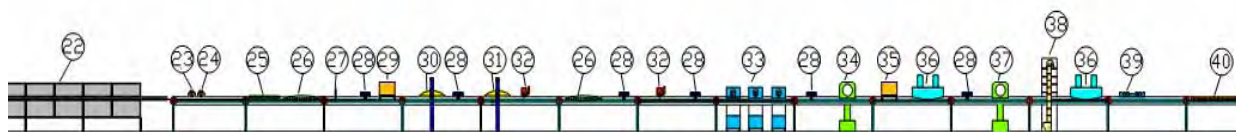


Figura 9 - Processo da Esmaltação. 23-Escovas; 24-Lixadeira; 25-Formador de Fluxo; 26-Virador; 27-Barreira; 28-Soprador; 29-Cabine Spray Água; 30-Campana de Engobe; 31-Campana Monoporosa Base-Mate; 32-Rebarbador; 33-Roto Color; 34-Roll Print-Serigráfica; 37-Roll Print Serigráfica; 38-Cabina Aplicação Granilha; 39-Aplicador de Engobe; 40-Formador de Filas (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).

Após a passagem pelo processo de esmaltação, as peças cerâmicas passam pela queima. A queima consiste em submeter às peças moldadas e secas a alta temperatura para que elas adquiram as propriedades desejadas. A queima é a etapa mais importante no processo de fabricação de pisos e revestimentos, pois durante esta etapa se desenvolvem as propriedades finais e desejadas dos produtos cerâmicos.

A queima é o processo em que as peças cerâmicas adquirem suas propriedades finais, pode ser realizada pelo processo de monoqueima, pois a queima do suporte e vidrado (massa argilosa, base e esmalte) ocorrem simultaneamente em fornos com temperaturas entre 1000 a 1150°C (MORAIS, 2002; CHRISTOFOLETTI, 2003; CETESB e FIESP, 2008). Esta etapa garante o desenvolvimento das propriedades finais da peça, obtendo-se maior ligação do esmalte e a base cerâmica, conferindo melhor resistência à abrasão, resistência mecânica e química, além de absorção de água relativamente baixa (CHRISTOFOLETTI, 2003; CETESB e FIESP, 2008).

No processo final de produção as peças cerâmicas são inspecionadas e classificadas através de procedimento mecânico e visual. Após a inspeção e classificação, as placas cerâmicas são embaladas automaticamente e depositadas em paletes de madeira. Por fim, as caixas de pisos e revestimentos são estocadas no setor de armazenamento esperando pelo carregamento e transporte até seu destino final, conforme mostra as figuras 10 e 11. O controle de qualidade das peças cerâmicas verifica as características mecânicas e químicas, como a regularidade dimensional e aspecto superficial (cor, trinca e empeno das peças) (CHRISTOFOLETTI, 2003; CETESB e FIESP, 2008).



Figura 10 - Processo de escolha. 43-Quebrador; 44-Classificador; 45-Cálibre; 46-Empilhadores; 47-Embaladeira; 48-Robot; 49-Paletes Produto Acabado; 50-Plastificadora; 51-Carregamento; 52-Transporte Interno (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).



Figura 11 - Processo de expedição. 53- Descarga; 54- Armazenamento; 55- Carga (Autor: Cerâmica Carmelo Fior Ltda).

A preparação de pastas de esmalte é realizada no setor denominado moagem de esmalte e está instalada na planta da cerâmica próximo à moagem de argila. O vidrado é uma cobertura que se aplica nos corpos cerâmicos com o objetivo de formar uma camada vítrea de proteção.

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa consistiu de um estudo de caso sobre uma proposta de gerenciamento de resíduos sólidos gerados em uma indústria de cerâmica, tomando-se como base as normas ABNT, Legislações Federais e Estaduais. Foi estudada uma indústria de revestimentos cerâmicos, localizada no Arranjo Produtivo Local de Santa Gertrudes, dentro do município de Cordeirópolis, São Paulo.

O estudo de caso, sendo a modalidade de pesquisa mais frequentemente utilizada na análise de experiências diversas, transmite de uma forma detalhada o diagnóstico do ambiente em estudo (DESLANDES e GOMES, 2004). Desta forma, esta metodologia cria a ligação entre o pesquisador e o fenômeno a ser estudado, instituindo melhor compreensão e conhecimento em relação a real situação dos objetos envolvidos relacionados ao tema estudado.

Para desenvolver uma pesquisa eficiente foi necessário o conhecimento das etapas estabelecidas para o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na cerâmica, assim como, as características dos resíduos produzidos e a sistematização do manejo desses materiais.

Para tanto, foi realizado um planejamento para diagnosticar os resíduos sólidos existentes através do gerenciamento, que consiste de um trabalho baseado em critérios definidos por normas e legislações ambientais, contendo os processos de segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, descarte e disposição final.

5.1 Visita a Instalação Industrial

A cerâmica em estudo foi escolhida para esta pesquisa pela sua localização favorável dentro da APL de Santa Gertrudes e a significativa produtividade e qualidade na produção de revestimentos cerâmicos, além disso, a empresa tem interesse em atender as exigências das normas e legislações ambientais específicas.

A primeira etapa desta pesquisa foi às visitas realizadas na cerâmica com acompanhamento dos técnicos responsáveis pela empresa. Essas visitas foram realizadas em turnos diferentes (manhã, tarde e noite) e em dias alternados, totalizando 30 dias de visitas, com o propósito de levantar a maior quantificação de dados possíveis.

Nestas visitas foram realizadas o reconhecimento dos setores da empresa e do fluxo de atividades na rotina da produção, considerando relevante a análise sobre a geração dos resíduos, como os procedimentos de separação, coleta, transporte, descarte e disposição final. Houve a necessidade de conhecer os aspectos básicos do funcionamento da indústria de

cerâmica, além dos aspectos relacionados ao comportamento dos funcionários, produção industrial e questões ambientais. Essas informações foram levantadas através de observações e entrevistas com os profissionais responsáveis pelos seus respectivos setores da cerâmica. Essas informações foram registradas em fotografias, vídeos e manualmente por escrito.

5.2 Diagnóstico dos Resíduos Sólidos

As etapas que foram utilizadas neste estudo estão representadas na figura 12, onde se iniciam com o levantamento dos dados através da geração de resíduos, em seguida a definição dos métodos para caracterização, segregação, armazenamento, transporte e estudos para a definição da melhor escolha no descarte e disposição desses materiais.

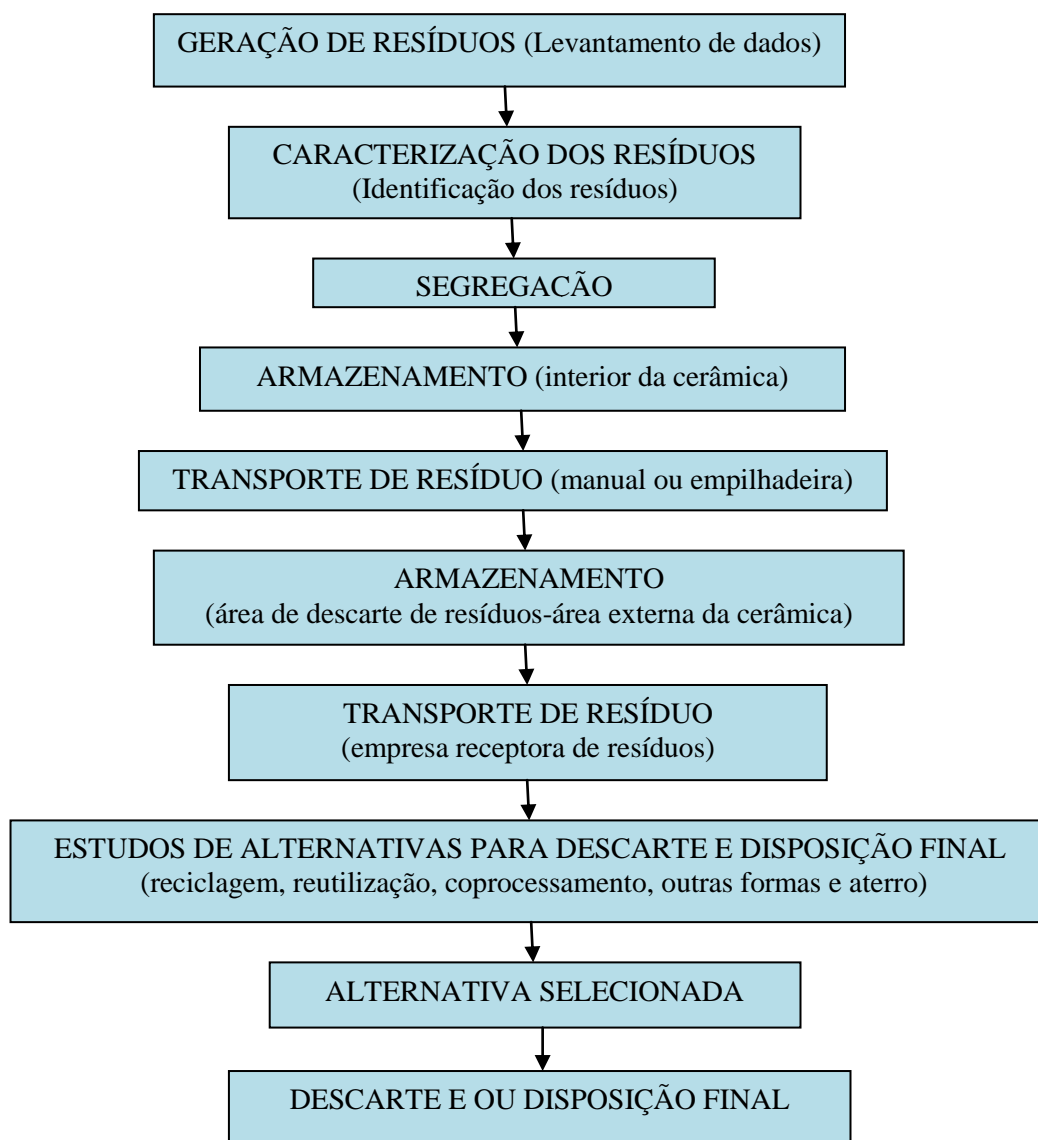


Figura 12 - Fluxograma das etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos desenvolvida na cerâmica.

Através do levantamento de dados realizados nas observações e entrevistas na cerâmica, foi possível diagnosticar os resíduos sólidos encontrados. A finalidade das entrevistas é analisar os resíduos sólidos gerados pela cerâmica e que não foram encontrados nos coletores observados inicialmente, visto que o profissional responsável pelo seu setor tem uma vivência diária e contínua maior em relação aos materiais utilizados e no manejo e descarte dos resíduos sólidos. Na figura 13a e 13b são apresentadas imagens dos coletores com os resíduos sólidos gerados, os quais foram identificados nesta etapa do estudo.



Figuras 13a



Figuras 13b

Figuras 13a e 13b - Resíduos sólidos encontrados nos coletores da cerâmica.

A caracterização dos resíduos gerados na cerâmica foi realizada respeitando as periculosidades distintas de cada material encontrado no levantamento. A caracterização foi realizada somente na forma de observações, referências bibliográficas e a identificação do material pelos técnicos da empresa.

Após a caracterização, através de consultas a Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 e Resolução CONAMA nº313/2002, as quais estabelecem uma listagem de resíduos previamente classificados e identificados através de sua origem e seus constituintes, os resíduos sólidos gerados na cerâmica tiveram sua classificação emitida através destas referências, sendo classificados somente pelo reconhecimento da atividade que lhes deu origem e a identificação de suas características estabelecidas.

A classificação dos materiais que não estão definidos na Norma Técnica foi realizada por uma empresa terceirizada do setor de gerenciamento de resíduos, responsável pela disposição final dos resíduos gerados pela cerâmica e contratada pela própria, para este fim.

Os resíduos sólidos são classificados em dois grupos, sendo classe I - perigosos e classe II não perigosos, sendo ainda este último grupo subdividido em classe IIA - não inerte e

classe IIB - inerte. As substâncias ou resíduos previamente classificados foram encontradas nas listagens da Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 nos anexos A, B, D, E, F e H.

Para cada resíduo ou substância existe uma letra para codificação, seguida de três dígitos, porém para a codificação dos resíduos gerados neste estudo foi utilizado a simbologia prevista na Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 e Resolução CONAMA nº313/2002. A figura 14 apresenta o fluxograma utilizado neste estudo, para classificação dos resíduos sólidos.

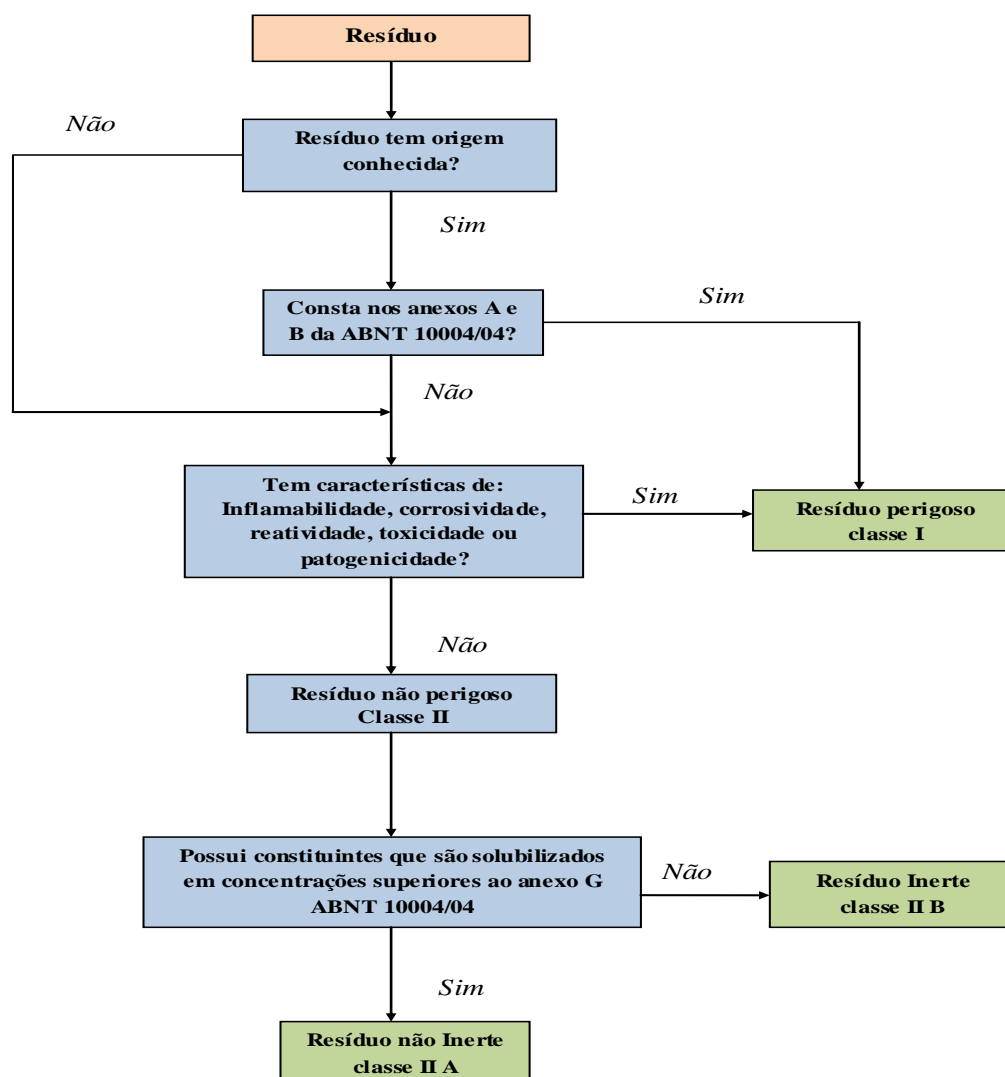


Figura 14 - Fluxograma da classificação de resíduos sólidos.

Esta etapa é essencial para diagnosticar os resíduos, garantindo a minimização de riscos e a segurança dos funcionários na manipulação desses resíduos. Através desta classificação podem-se definir os processos de segregação, transporte, armazenamento e descarte dos resíduos sólidos.

A próxima etapa após a classificação é definir os meios para a separação dos resíduos nos respectivos coletores. A separação ou segregação dos resíduos sólidos gerados na cerâmica foi planejada após a classificação através da implantação de novos coletores que

foram instalados obedecendo às informações obtidas com os profissionais responsáveis pelos setores, o técnico de segurança do trabalho e os profissionais responsáveis pela limpeza.

Para a implantação dos novos coletores foi necessário elaborar uma logística respeitando a passagem de funcionários e maquinários de transporte, além dos requisitos: organização e limpeza da empresa.

A fase de segregação é prioritária no gerenciamento dos resíduos, pois proporciona a reutilização e a reciclagem de certos materiais e também a redução na disposição final de resíduos, minimizando os gastos gerados.

Outro fator de relevância é a preocupação em evitar a mistura dos resíduos de classes distintas de periculosidade ou incompatíveis na sua caracterização, pois um resíduo perigoso pode contaminar e tornar-se perigoso caso haja contato, dificultando seu gerenciamento, aumentando os custos a eles associados e os riscos de contaminação ao meio ambiente e aos trabalhadores (SEBRAE, 2006).

Após a separação dos resíduos a próxima etapa é a definição dos coletores para o armazenamento dos materiais gerados. Foram analisadas as melhores opções para a implementação dos novos coletores, sendo estabelecidos conforme a logística previamente elaborada e os requisitos de volume e classificação dos resíduos.

Os coletores antigos foram trocados por novos coletores, sendo eles: gaiolas, suportes *bags*, caçambas, tambores e lixeiras novas.

A área externa de armazenamento de resíduos foi estabelecida conforme a Norma Técnica ABNT-NBR 13235:1992, sendo exigido um ambiente exclusivo e com acesso facilitado para veículos coletores. Além disso, foram seguidas as normas de segurança da empresa e as exigências do órgão ambiental responsável de forma a garantir a preservação do meio ambiente.

O transporte de resíduos sólidos seguiu o mesmo método já existente na empresa, sendo realizado manualmente pelos funcionários ou mecanizados por empilhadeiras.

O transporte é a etapa de transferência dos resíduos sólidos da fonte de geração até o armazenamento. Também consiste na etapa de transporte, a destinação dos resíduos sólidos da área de armazenamento até o ambiente externo à espera do descarte e ou da disposição final (ABNT-NBR 13221:2010).

A última etapa é à disposição dos resíduos sólidos, a qual foi estudada da melhor forma possível prevendo a não contaminação do meio físico e os custos que seriam gerados à cerâmica. Desta forma a solução mais viável foi à contratação de uma empresa especializada em gerenciamento de resíduos sólidos. Os critérios estabelecidos para esta contratação foram: o transporte externo dos resíduos classe I com licença para operação emitida pelo órgão

ambiental competente (CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), o descarte e ou disposição ambientalmente corretos ambos licenciados pelo órgão ambiental (CETESB), e a reutilização e reciclagem dos materiais passíveis. Outro critério analisado foi à distância da cerâmica e a empresa receptora, localizada o mais próximo possível, a fim de minimizar os custos de transporte.

5.3 Treinamento do Quadro Funcional

Para que haja continuidade e melhorias na implantação do projeto foi necessário realizar um treinamento com os funcionários da cerâmica. Este treinamento se iniciou com a elaboração de cartazes e panfletos informativos, os quais foram fixados pela empresa explicando e conscientizando os funcionários do estudo a ser realizado.

Na sequência foram realizadas palestras informativas apresentadas aos funcionários comunicando a execução deste estudo. A palestra foi o meio encontrado para melhor transmitir as informações sobre o estudo desenvolvido na cerâmica, sendo realizadas em dois turnos distintos, pela manhã e outro pela tarde, de forma a abranger todos os funcionários. As palestras foram ministradas aos gerentes e responsáveis pelas áreas industriais, transmitindo as informações sobre as mudanças na logística para a implantação dos coletores, a importância da segregação adequada e das restantes etapas de gerenciamento aplicadas na cerâmica. Posteriormente, foram realizadas palestras para o restante dos colaboradores e funcionários com o mesmo foco da palestra anteriormente apresentada, acrescentando somente algumas informações sobre a situação do município de Cordeirópolis quanto aos impactos ambientais causados pelo despejo irregular de resíduos.

As palestras foram desenvolvidas com o intuito de incentivar e ensinar os funcionários a realizar a separação adequada dos resíduos e esclarecer a implantação deste estudo na cerâmica.

Com os funcionários responsáveis pela limpeza foi realizado um treinamento especial, incluindo as informações sobre a separação, coleta, transporte e armazenamento, além de demonstrar a importância do uso dos equipamentos de segurança e a responsabilidade desses funcionários em executar as tarefas adequadas e em conhecer a origem e as características dos resíduos.

5.4 Inventário dos Resíduos Sólidos

Desta forma, também foram levantados as informações necessárias para a elaboração do inventário de resíduos sólidos, um documento necessário que irá proporcionar a empresa e aos órgãos ambientais um conhecimento amplo dos resíduos produzidos na indústria e assim a relação desses materiais com os impactos ao meio ambiente.

Conforme prevê na Resolução CONAMA nº313/2002 foi elaborado o Inventário de Resíduos Sólidos Industriais da cerâmica, contendo as informações exigidas pelo órgão ambiental estadual competente (CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Este documento consta com informações sobre a origem e descrição do produto, quantidade, forma de segregação e armazenamento, reutilização, reciclagem e ou recuperação e destinação final com seus respectivos códigos de identificação definidos na Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 e Resolução CONAMA nº313/2002.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram discutidos e as etapas a serem cumpridas nesta pesquisa foram organizadas e apresentadas seguindo os objetivos e a metodologia proposta. Além do desenvolvimento das fases do gerenciamento de resíduos sólidos, foram realizadas atividades complementares associadas à conscientização dos funcionários da cerâmica tendo a finalidade de proceder à continuidade desta pesquisa.

Através do levantamento dos resíduos gerados foi possível identificar quais os aspectos relevantes na análise do diagnóstico, definindo quais os melhores mecanismos para o descarte adequado desses materiais.

6.1 Análise dos Resíduos Sólidos

O primeiro item analisado foi o descarte dos resíduos sólidos nos seus respectivos coletores. Nas observações realizadas foram localizados descartes inadequados na maioria dos setores visitados. O descarte era realizado de forma incorreta havendo mistura dos resíduos de diferentes classes dificultando na análise do levantamento dos resíduos e ainda contribuindo com a contaminação e dificultando o reaproveitamento e a reciclagem desses materiais.

Na figura 15 se observa um coletor com a mistura dos resíduos, sendo eles de características distintas, impossibilitando o processo de segregação pela contaminação existente.



Figura 15 - Coletor com resíduos sólidos com características distintas e misturados.

Os coletores para o descarte dos resíduos estavam irregulares, os quais eram distribuídos em tambores antigos, lixeiras de papelão e caçambas abertas, conforme fotos registradas na empresa (figuras 16, 17a e 17b). Na figura 16 se observa a falta de identificação nos coletores, impossibilitando a separação e aumentando os riscos de contaminação dos resíduos gerados. Nas figuras 17a e 17b pode se observar que o armazenamento externo dos resíduos era inadequado, as caçambas estavam descobertas e instaladas inadequadamente em solo desprotegido.



Figura 16 - Coletores utilizados para descarte de resíduos, sem identificação e segregação.



Figuras 17a



Figuras 17b

Figuras 17a e 17b - Caçamba utilizada para descarte de resíduos sólidos.

A área externa para armazenamento dos resíduos apresentava grande quantidade de entulhos, havendo necessidade de realizar uma limpeza para que fosse transformada no pátio de armazenamento de resíduos. Na figura 18 é apresentada uma imagem da cerâmica antes da limpeza da área externa.



Figura 18 - Área externa da cerâmica antes da limpeza da área externa.

6.2 Segregação, Armazenamento, Coleta e Transporte Interno

Em continuidade, foi possível realizar um diagnóstico preliminar dos aspectos ambientais na cerâmica, considerando os resíduos sólidos gerados, sendo interpretados de forma a analisar as falhas encontradas nos procedimentos envolvendo o gerenciamento e analisar de forma a propor melhorias para o manejo adequado dos resíduos na empresa. Para facilitar o levantamento dos resíduos gerados, a indústria cerâmica foi analisada em setores, justificados pelas atividades desenvolvidas em cada um deles e as etapas de produção, sendo estas: moagem de esmalte, moagem de argila, prensagem, secagem, esmaltação, queima, escolha e expedição, além das salas administrativas, restaurantes e sanitários.

Dessa forma, foi verificada a melhor forma de proceder à separação, armazenamento e disposição final dos resíduos gerados na cerâmica. Através do levantamento dos resíduos e sua classificação foi realizada uma logística para definir os locais adequados para implantação dos novos coletores que foram utilizados na segregação dos resíduos.

Os locais para a implantação dos coletores foram selecionados através de informações retiradas das entrevistas com os responsáveis pela empresa e também através do sistema de logística. A logística foi realizada obedecendo aos espaços para transporte de empilhadeiras e passagem de funcionários, respeitando as normas de segurança do trabalho e questões relacionadas à agilidade de limpeza e a quantidade de resíduos gerados em cada setor.

Para a implantação dos novos coletores foi estabelecido um padrão. Esta padronização foi realizada através da adequação do tamanho dos coletores em relação ao volume de resíduo gerado e uma prévia identificação aplicando a simbologia de cores segundo a padronização da Resolução CONAMA nº 275, através da colocação de etiquetas e placas indicativas. Os novos coletores foram classificados em: plástico, papelão e papel, metal, não reciclados, contaminados, orgânicos, fita de arquear e borracha. Os coletores foram distribuídos pela empresa e são apresentados nas fotos retiradas da cerâmica representadas nas figuras 19a, 19b e 20.



Figuras 19a



Figuras 19b

Figura 19a e 19b - Coletores implantados de acordo com a padronização da legislação em diferentes setores da cerâmica.



Figura 20 - Imagem dos coletores instalados na produção.

Também foram implantados outros novos coletores para o descarte de materiais com volumes maiores e menores, respeitando o espaçamento para transporte e passagem de

funcionários, normas de segurança do trabalho e a higienização do local. Os coletores utilizados foram as gaiolas, suportes e *bags* e caçambas para grandes quantidades de resíduos inertes (figura 21 e 22). Para pequenas quantidades de resíduos foram implantados coletores menores (5 e 10 litros) na área administrativa, onde se estabeleceu somente o descarte de papel e plástico nas salas administrativas e corredores, e metal, orgânico, papel e plástico somente na cozinha da área administrativa (figura 23).

Nas figuras 21, 22 e 23 são apresentadas imagens retiradas da cerâmica, dos coletores para grandes quantidades de resíduos armazenadas na área interna da empresa e dos coletores de pequeno volume encontrados no setor administrativo.



Figura 21 - Coletor denominado gaiolas implantadas para grandes quantidades de resíduos inertes.



Figura 22 - Suporte e *bag* para descarte das fitas de arquear.



Figura 23 - Imagem dos recipientes no setor administrativo, instalado no escritório e corredores.

As etapas de coleta e transporte interno foram estudadas após a implantação dos novos coletores. A coleta consiste na etapa de remoção dos resíduos sólidos dos coletores internos e o transporte interno consiste no encaminhamento dos resíduos coletados na área interna e levados para o armazenamento na área externa da empresa. Estas etapas são realizadas de forma manual, pelos funcionários da empresa ou através de empilhadeira, dependendo da quantidade de material gerado e seu respectivo coletor.

6.3 Armazenamento e Transporte Externo, Descarte e Disposição Final

Para o armazenamento externo dos resíduos sólidos foi realizada uma limpeza na área externa da cerâmica, pois haviam inúmeros materiais estocados sem utilidade. Esta área foi denominada de pátio de descarte de resíduos e foi projetada com o auxílio dos técnicos da cerâmica de forma a contribuir com a facilidade do transporte, proporcionar um local com higienização adequado aos funcionários que atuam diariamente no local e garantir a minimização dos riscos de contaminação ao meio ambiente. A figura 24 demonstra a área externa da cerâmica na fase de limpeza.

Na elaboração do local de armazenamento de resíduos foram considerados os aspectos relativos ao isolamento do chão, a identificação dos resíduos conforme suas características e o acesso à área para carga e descarga com uso de empilhadeiras e caminhões. Ainda, nesta área foram implantadas placas de identificação, contendo informações necessárias para o descarte adequado dos resíduos. Na figura 25 se observa a identificação com placa na entrada na área externa de armazenamento de resíduos.



Figura 24- Área externa da cerâmica, no estágio de limpeza dos entulhos e construção da cobertura.



Figura 25 - Placa instalada na entrada da área externa de armazenamento de resíduos com a identificação dos resíduos.

O pátio de descarte de resíduos foi construído seguindo a Norma Técnica ABNT NBR 12253:1992 e ABNT NBR 11174:1990, que exigem medidas para o local de armazenamento de resíduos classe IIA e B e classe I.

Ainda na área externa foi realizada a reformada de uma sala com cobertura e trava para o armazenamento de resíduos de alto valor comercial, evitando a exposição e o roubo dos mesmos, conforme se observa na figura 26.



Figura 26 - Sala para armazenamento de resíduos com valor comercial alto.

O armazenamento externo dos resíduos classificados como IIA e IIB são depositados nos suportes *bags*, caçambas abertas e fechadas, tambores, lixeiras e gaiolas, com prévia identificação nos coletores. Foi utilizada como referência para o armazenamento desses resíduos a Norma Técnica ABNT NBR 11174:1990, sendo realizada a separação adequada dos resíduos com características distintas, dificultando a misturas dos mesmos. Também foram instaladas placas com a identificação do descarte dos resíduos, conforme verifica nas figuras 27a e 27b.

O armazenamento dos resíduos sólidos classificados como classe I foi elaborado através da Norma Técnica ABNT NBR 12253:1992. Os recipientes para armazenamento foram sobrepostos em terreno com base de concreto, bem ventilada e coberto. O coletor utilizado é uma caçamba coberta, devidamente identificada e com as orientações para descarte dos resíduos, conforme se verifica na figura 28.



Figura 27 a



Figura 27 b

Figura 27a - Gaiola utilizada para armazenamento de resíduo orgânico com identificação. Figura 27b - Suporte *bag* com identificação de resíduo inerte.



Figura 28 - Caçamba utilizada para armazenamento dos resíduos classificados como classe I-perigosos.

Após analisar as opções existentes para o transporte externo, descarte e disposição final dos resíduos sólidos, foram definidos por razões técnicas e financeiras, que a cerâmica contrataria uma empresa terceirizada especializada em gerenciamento de resíduos sólidos para operar essas etapas.

A empresa gerenciadora dessas etapas é a Ecoprimos. A empresa é considerada uma unidade receptora de resíduos, sendo responsável pelo transporte externo, descarte e disposição final dos resíduos da cerâmica. Esta empresa trabalha dentro das exigências ambientais dos órgãos responsáveis e com técnicas apropriadas e inovadas para gerenciar os resíduos sólidos.

A destinação de resíduos sólidos consiste na etapa de reciclagem, reutilização ou reaproveitamento ou ainda na etapa de armazenamento a espera de um método eficaz para sua disposição (BRASIL, 2010). A disposição consiste no arranjo dos resíduos no solo, ou seja, em locais previamente preparados para recebê-los, obedecendo a critérios técnicos, normas e legislações de construção e operação (SÃO PAULO, 2009).

Os resíduos classe II-B, sendo eles, cacos crus, cacos esmaltados, cacos queimados e o particulado em suspensão retirado da moagem de argila, são reutilizados no processo industrial, sendo somente uma parcela dos cacos queimados destinada a pavimentação das estradas localizadas na área rural próxima a empresa. O restante desta parcela e a argila são armazenados em caçambas abertas implantadas ao lado da geração e posteriormente carregadas até o descarte no processo industrial. A figura 29 apresenta uma imagem da caçamba de argila depositada ao lado do setor de moagem de argila.



Figura 29 - Caçamba de argila no setor de moagem de argila.

O descarte de cacos cerâmicos para pavimentação de estradas pode trazer riscos ambientais, como a liberação de metais-pesados para a atmosfera e no caso de assoreamento em cursos d'água, complicando os casos em relação aos elementos químicos existentes.

Os resíduos sólidos classificados como classe II-A gerados pela cerâmica são encaminhados para unidade receptora de resíduos, onde são segregados conforme suas características, e enviados para destinação final. A maioria dos resíduos gerados é passível de reciclagem e acompanha um processo até seu destino final, conforme é detalhado na figura 30.

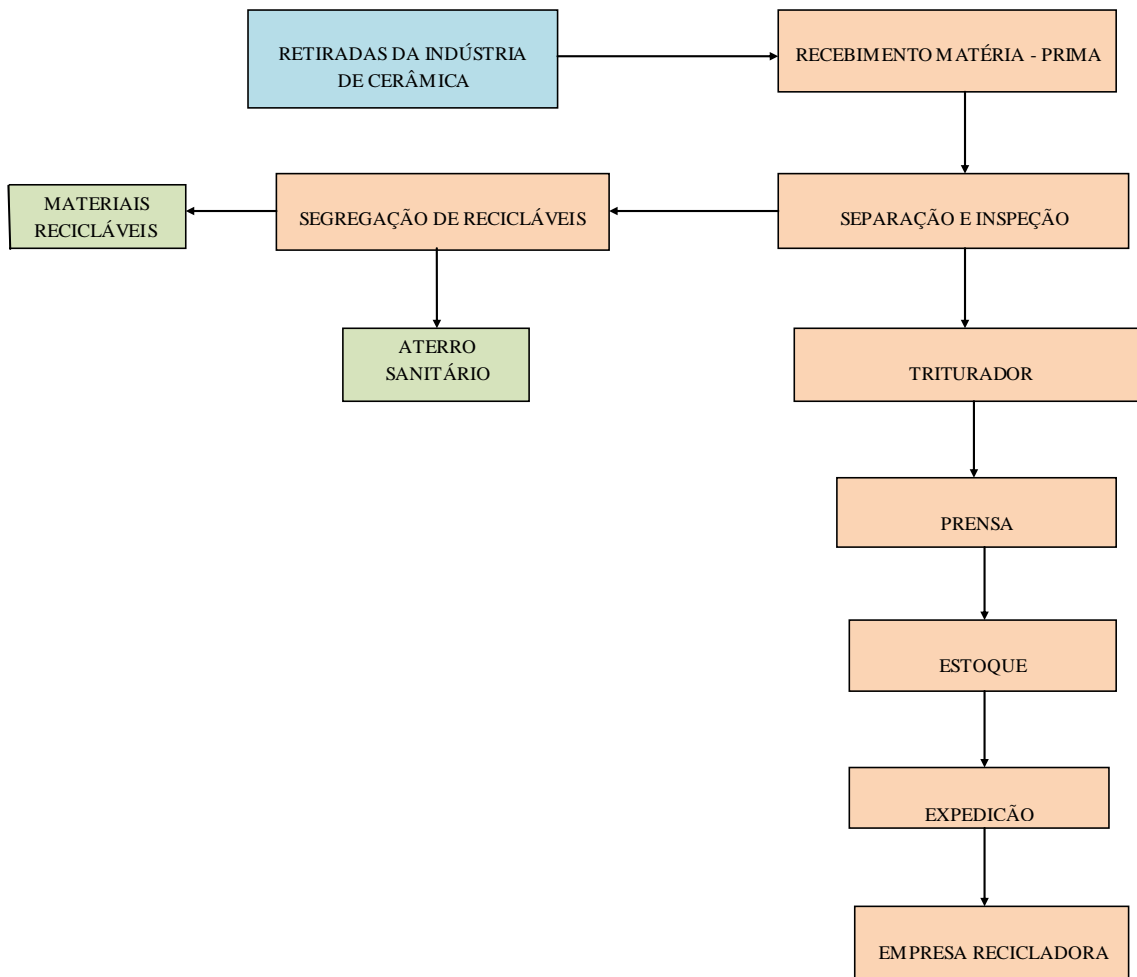


Figura 30 - Fluxograma do processo de descarte dos resíduos sólidos classe II-A na empresa receptora de resíduos.

Os resíduos classificados como classe I são destinados ao coprocessamento para reaproveitamento de energia, onde o resíduo é utilizado como substituto de combustível, ou seja, sua composição necessita ter um poder calorífico significativo ou o reaproveitamento

como matéria-prima, sendo que os resíduos devem apresentar características similares às dos componentes normalmente empregados em uma determinada produção. Especificamente, os resíduos classe I gerados na cerâmica são misturados com demais resíduos tratados pela empresa receptora e os mesmos são coprocessados e utilizados em indústria de cimento. Os resíduos classificados como classe I e sua respectiva quantidade gerada na cerâmica é visualizado na tabela 1. Para a elaboração desta tabela foram seguidas a Resolução CONAMA nº313/2002, a Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 e exigências definidas pela CETESB.

Tabela 1 - Relação dos resíduos gerados classe I, sua codificação, quantidade produzida, estado físico e método utilizado para classificação.

Descrição do Resíduo	Código do Resíduo	Quantidade (kg/ano)	Estado Sólido	Orgânico/ Inorgânico	Método Utilizado
Refratários	D099	24 toneladas	Sólido	O/I	Bibliografia e Visual
Pilhas e baterias	IO13	0,48 toneladas	Sólido	I	Bibliografia e Visual
Filtros do sistema de exaustão de ar	D099	2,40 toneladas	Sólido	O/I	Bibliografia e Visual
Lâmpadas fluorescentes	F044	1200 unidades	Sólido	I	Bibliografia e Visual
Produtos químicos vencidos	D099	1,20 toneladas	Líquido	O/I	Bibliografia e Visual
Resíduos de esmaltes cerâmicos	D099	2,40 toneladas	Sólido	O/I	Bibliografia e Visual
Resíduos oleosos (óleos, graxas e borras oleosas)	D099	6,00 toneladas	Líquido	O/I	Bibliografia e Visual
Resíduos de lã de vidro	D099	4,80 toneladas	Sólido	O/I	Bibliografia e Visual

6.4 Análise da Geração de Resíduos Sólidos no Processo Cerâmico

Baseando-se nas etapas do processo produtivo cerâmico e nos setores da empresa, foi elaborado um fluxograma com a entrada do produto (matéria-prima ou produtos), etapa do processo ou setor e o resíduo sólido gerado, conforme apresenta na figura 31.

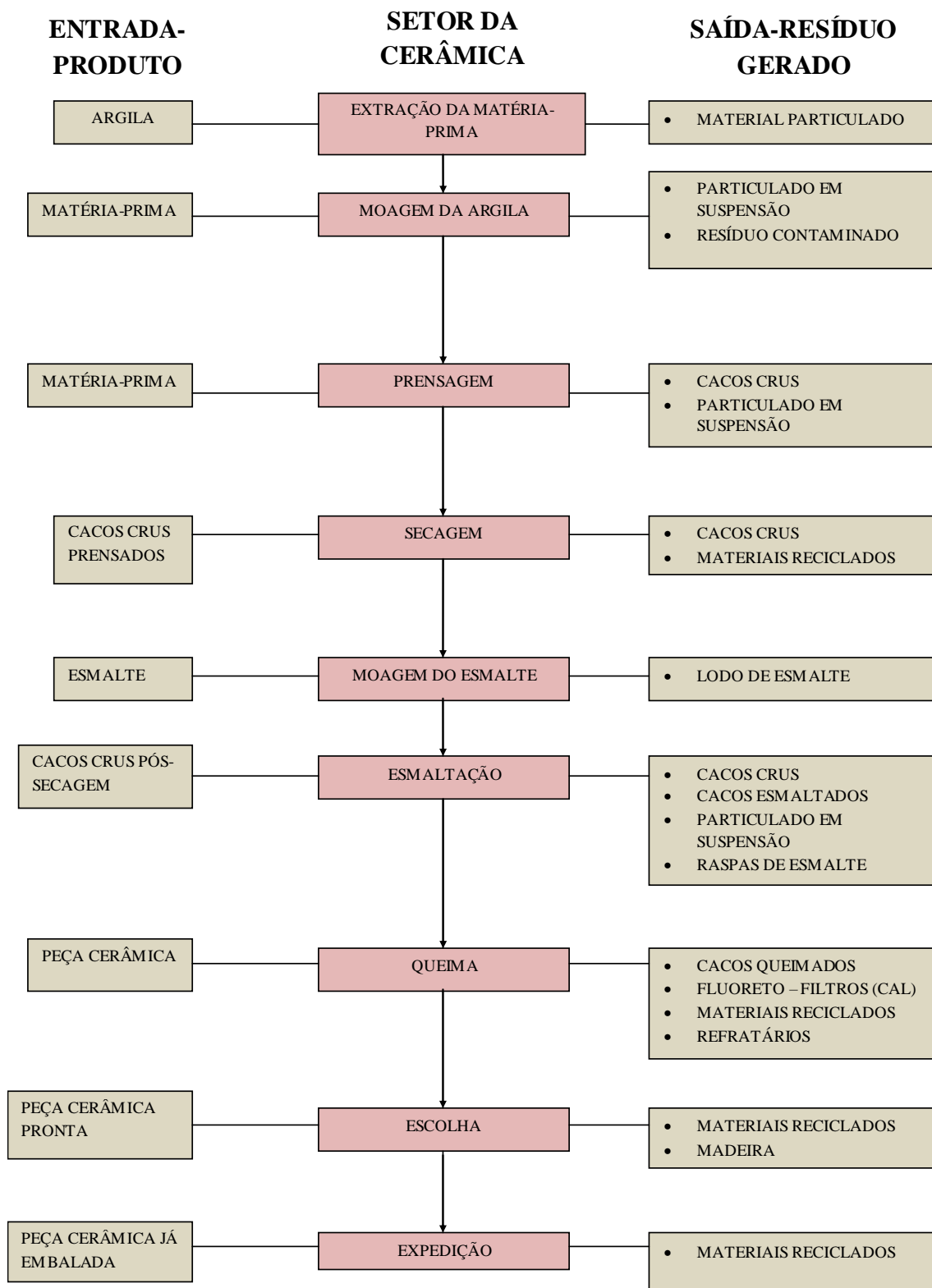


Figura 31 - Fluxograma com as etapas do processo produtivo, com os resíduos gerados.

Na figura 31 não foram citados os resíduos sólidos gerados na área de extração da matéria prima, porém foram encontrados materiais recicláveis e materiais de utilidades em maquinários na área.

Na figura 32 é apresentado um fluxograma dos processos produtivos da cerâmica e as respectivas gerações de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissão de material particulado (MP) para a atmosfera.

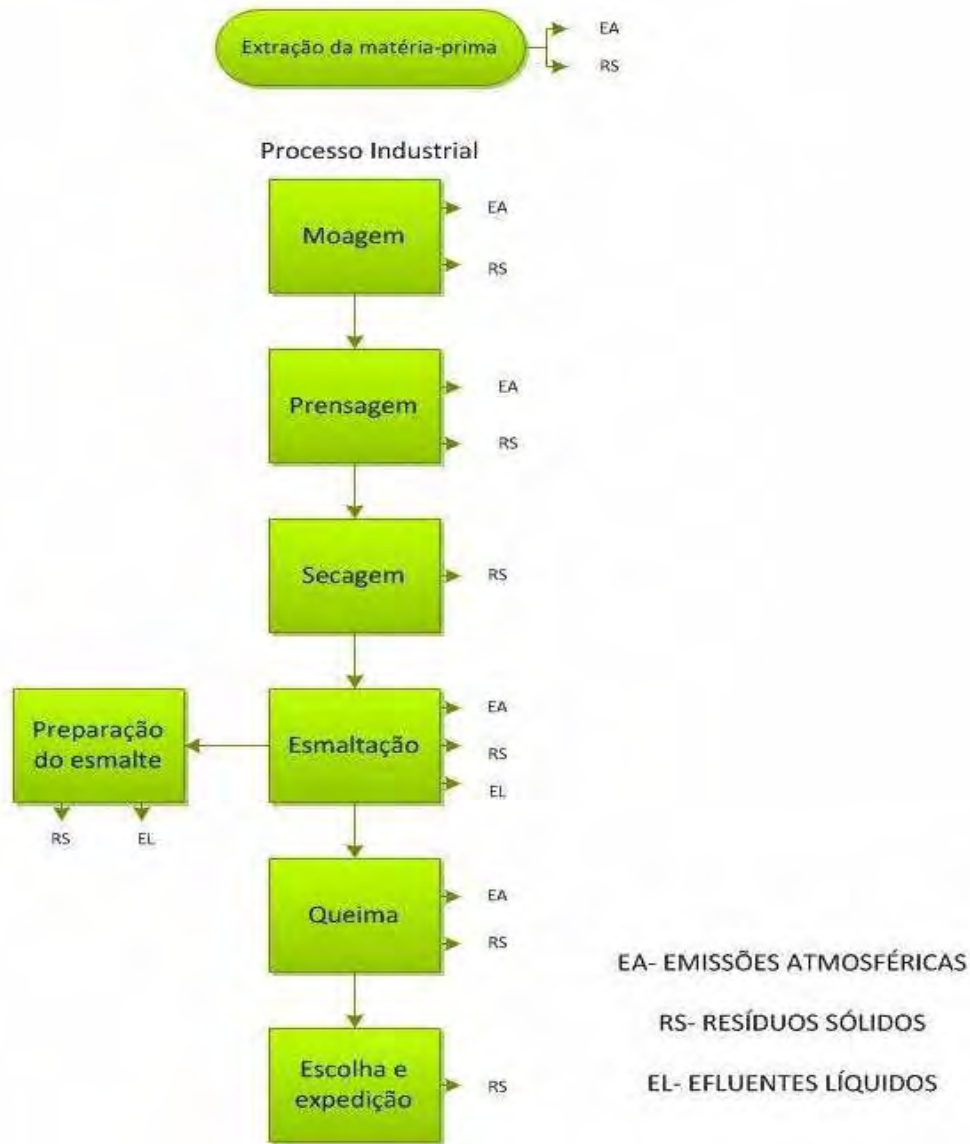


Figura 32 - Fluxograma dos processos e as emissões atmosféricas, geração de resíduos sólidos e geração de efluentes líquidos. (Adaptado de: Adilson José Rossini).

O resíduo gerado na estação de tratamento de efluentes é proveniente do tratamento das águas residuárias geradas no setor de moagem de esmalte, esmaltação, preparo de esmalte e na lavagem de pisos e equipamentos. O sistema de tratamento é considerado simples e consistem de um processo físico de sedimentação e homogeneização seguida de etapas químicas de neutralização (acerto de pH), floculação e decantação. O lodo, gerado pelo sistema, também conhecido como “raspas de esmalte” é totalmente reutilizado no processo industrial. O lodo é prensado através de filtro prensa e descartado nas *bags*, posteriormente

usado direto no preparo da massa cerâmica, retornando da estação de tratamento para o beneficiamento da argila.

Segundo a CETESB, órgão ambiental, do Estado de São Paulo responsável, os sistemas de tratamento utilizados não garantem a remoção de metais aos limites fixados pela legislação vigente (Decreto Estadual de São Paulo nº8468/1976 e Resolução CONAMA nº357/2005), porém o resíduo é totalmente reutilizado no processo e como segurança, o órgão recomenda a utilização de um tanque de armazenamento do efluente tratado (Pulmão) antes da reutilização. Nas taxas de elementos encontradas no lodo não há indícios de problemas operacionais ou de qualidade da massa. O fluxograma do processo de tratamento é apresentado na figura 33 e uma imagem da estação de tratamento na figura 34.

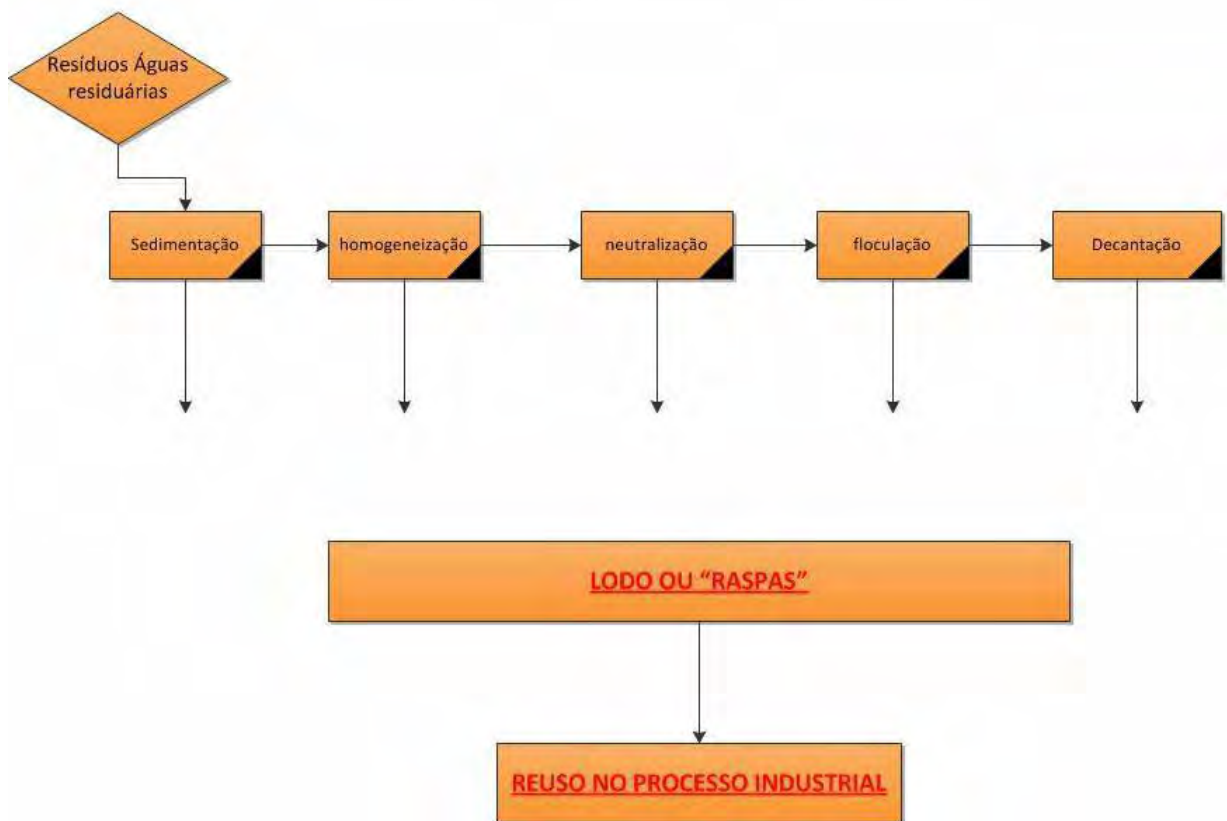


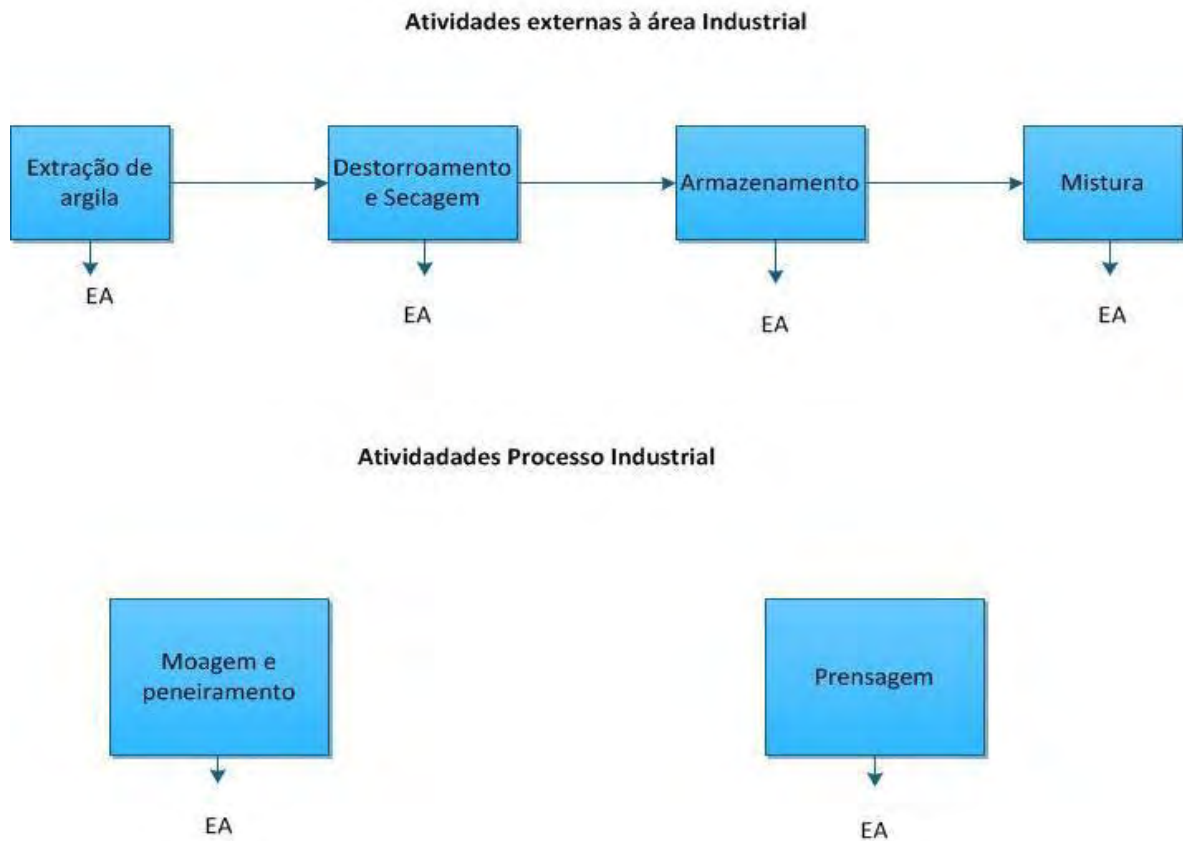
Figura 33 - Fluxograma do sistema de tratamento de efluente da cerâmica (Adaptado de: Adilson José Rossini).



Figura 34 - Estação de tratamento de efluente da cerâmica.

Um dos problemas ambientais envolvendo as cerâmicas são as emissões de MP. A emissão de MP se origina desde a extração do minério até o processo cerâmico, sendo emitido na moagem, peneiramento, granulação, silagem, mecanismo de transporte da argila e prensagem. O sistema de controle para os MP é constituído de conjuntos de filtro manga instalado na área de produção. Os resíduos, sendo somente o pó de argila, depois de retidos no sistema são reincorporados no processo de beneficiamento da massa de argila. O MP emitido pelo transporte da matéria-prima está sendo estudado pelas Prefeituras Municipais da APL e pelo órgão ambiental estadual, sendo obrigatório que os caminhões circulem cobertos, passíveis de autuação. Outra medida que pode ser tomada é a definição de rotas alternativas para os caminhões e distantes dos centros urbanos, como forma de minimizar o impacto ambiental causado pela emissão do material particulado.

Na figura 35 é apresentado o processo de emissão de resíduos (MP) desde a extração da matéria-prima até os processos de produção da indústria cerâmica.



EA- Emissão atmosféricas de material particulado

Figura 35 - Processo e emissão de material particulado (Adaptado de: Adilson José Rossini).

O sistema de controle de poluição do ar para o tratamento das emissões de fluoreto (HF) é composto de um conjunto de filtro de mangas com pré-adição de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), o produto resultante da reação química entre a cal e o flúor, neutraliza o elemento, e o resíduo sólido (CaF_2) restante desse processo é incorporado na massa de argila, no setor de moagem de argila. O fluoreto é emitido nos fornos monoqueima devido à queima da argila, junto com demais elementos que são emitidos no sistema de exaustão do forno monoqueima, sendo eles o HCl (Ácido Clorídrico) e o SO_2 (Dióxido de Enxofre).

A taxa média de emissão na cerâmica em estudo nos meses de agosto de 2005 foi de $1,16 \text{ mgF/Nm}^3$, sendo que a média analisada pelo órgão ambiental no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes foi de $1,92 \text{ mgF/Nm}^3$. Desta forma, as cerâmicas seguem um limite máximo de emissão fixado pelo órgão ambiental estadual de 5 mgF/Nm^3 , a 18% O_2 . (Portaria nº11 da CETESB de 2003). O órgão ambiental exige que seja realizada pelo menos uma vez ao ano a medição do gás, com responsabilidade da própria empresa de realizá-lo e com acompanhamento do órgão ambiental fiscalizador.

Na cerâmica em estudo, a porcentagem de resíduo sólido proveniente do sistema de tratamento de controle de poluição do fluoreto corresponde a cerca 0,06% em relação ao volume de argila explorada que é da ordem de 3 milhões de toneladas ao mês. O valor deste resíduo adicionado à massa cerâmica é mínimo, não demonstrando problemas operacionais ou de qualidade da massa.

Segundo Morais, 2002, todos os resíduos cerâmicos originados na produção (cacos cerâmicos, efluentes da estação de tratamento e resíduo proveniente do tratamento atmosférico) podem ser incorporados à massa cerâmica, desde que adotados os procedimentos adequados tornando a solução de reutilização interna eficaz e prática. Esta solução proporciona melhorias nas questões relacionadas à P+L, trazendo melhorias na diminuição da geração de resíduos, reutilização de produtos e redução na exploração de recursos naturais.

6.5 Inventário dos Resíduos Sólidos

O órgão ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) não exige a elaboração do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, conforme prevê a Resolução CONAMA nº313/2002, pois a mesma não se encontra na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE (CETESB, informação verbal). A tabela 2 apresenta o inventário dos resíduos sólidos gerados na indústria cerâmica em estudo. Como o importante é a disposição final ambientalmente correta, considerou-se nesse inventário a classificação realizada pela empresa receptora de resíduos. Esta tabela foi elaborada baseando-se na Resolução CONAMA nº313/2002 e Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004 e ainda nas exigências da CETESB, nesta tabela está descrita a origem do material gerado, a quantidade gerada, o armazenamento, descarte final e seus respectivos códigos.

Para a elaboração do inventário de resíduos sólidos foi realizado a classificação dos resíduos segundo a Norma Técnica ABNT NBR 10004:2004. Os resíduos classe I que não foram classificados somente com a referência da norma foram classificados através da empresa receptora de resíduos.

Os resíduos sólidos contaminados descritos são constituídos de panos, estopas, papéis, papelão, plásticos, EPI's, embalagens de pasta cerâmica, rafia, pó de serra, correias, pó de argila e filtros contaminados com óleos, graxas, tintas e produtos químicos.

Os resíduos sólidos classificados como classe I- perigosos são encaminhados através de transporte por caminhões especiais para uma área de armazenamento temporário, localizada dentro da empresa receptora de resíduos.

Tabela 2: Inventário dos resíduos sólidos gerados na cerâmica em estudo.

Descrição do Resíduo	Origem do Resíduo	Código do Resíduo	Quantidade (ton/ano)	Classe	Armazenamento na Área Industrial	Código de Armazenamento	Reciclável	Reutilização	Disposição Final	Destinação Final
Cacos crus	Prensagem e esmaltação	A011	2,83 ton/ano	II-B	Caçamba sem cobertura	S13		x		Retorna para a moagem de argila
Cacos esmaltados	Esmaltação	A017	1,64 ton/ano	II-B	Caçamba sem cobertura	S13		x		Retorna para a moagem de argila
Cacos queimados	Queima	A017	3,05 ton/ano	II-B	Caçamba sem cobertura	S13		x		Retorna para a moagem de argila
Particulado em suspensão	Moagem de argila, prensagem	A011	37,58 ton/ano	II-B	Peneiras da moagem, caçamba sem cobertura	S13		x		Retorna para a moagem de argila
Plástico	Salas industriais, escritório, filmes e outras embalagens (setor de escolha)	A207	0,015 ton/ano ou 15,96 kg/ano	II-A	Caçamba sem cobertura, bombonas e tambor (recipientes, lixeiras, coletores),	S01 S05 S03	x			Reciclagem
Papel e papelão	Salas industriais, escritório, embalagem e outros (setor de escolha)	A006	0,11 ton/ano ou 115,08 Kg/ano	II-A	Caçamba sem cobertura, bombonas e tambor (recipientes, lixeiras, coletores),	S01 S05 S03	x			Reciclagem

Tabela 2: Inventário dos resíduos sólidos gerados na cerâmica em estudo (continuação).

Sucata de metais ferrosos	Manutenção e troca de maquinários	A004	0,81 ton/ano ou 819,36 kg	II-A	Caçamba sem cobertura, bombonas e tambor (recipientes, lixeiras, coletores),	S01 S05 S03	x		Reciclagem
Madeira	Manutenção, concerto de paletes e outros (setor de escolha)	A009	ND	II-A	Caçamba sem cobertura, bombonas e tambor (recipientes, lixeiras, coletores),	S01 S05 S03	x		Reutilização por terceiros
Borracha	Manutenção de peças, equipamentos e outros	A008	ND	II-A	Caçamba sem cobertura, bombonas e tambor (recipientes, lixeiras, coletores),	S01 S05 S03	x		Reutilização por terceiros
Orgânico	Vestiários, banheiro e cozinha do escritório	A001	ND	II-A	Tambor (lixeiras) e Caçamba com cobertura	S01 S13		x	Aterro Municipal
Lodo da ETE	ETE	A021	648 ton/ano	II-A	Bags	ND	x		Retorna para o beneficiamento de argila
Resíduo dos filtros especiais (depuradores)	Entrada do forno	ND	276,696 ton/ano de cal	II-A	ND	ND	x		O cal retirado do filtro volta para moagem de argila
Refratários	Forno	D099	24 ton/ano	I	Tambor com cobertura	S03			Empresa terceirizada
Pilhas e baterias	Fabrica e maquinários	IO13	0,48 ton/ano ou 480 kg/ano	I	Estocada a granel em área coberta	S02			Empresa terceirizada

ND: Não Definido.

Tabela 2: Inventário dos resíduos sólidos gerados na cerâmica em estudo (continuação).

Filtros do sistema de exaustão de ar	Moagem de argila	D099	2,40 ton/ano	I	Caçamba sem cobertura	S03			Empresa terceirizada
Lâmpadas fluorescentes	Fábrica	F044	1200 unidades	I	Estocada a granel em área coberta	S02			Empresa terceirizada
Produtos químicos vencidos	Reagente do laboratório	D099	1,20 ton/ano	I	A granel em área coberta	S02			Coprocessamento
Resíduos de esmaltes cerâmicos	Produção	D099	2,40 ton/ano	I	Caçamba com cobertura	S03			Coprocessamento
Resíduos oleosos (óleos, graxas e borras oleosas)	Manutenção maquinários	D099	6,00 ton/ano	I	Tambor em área coberta	S01			Coprocessamento
Resíduos de lã de vidro	Forno (isolante térmico)	D099	4,80 ton/ano	I	Caçamba com cobertura	S03			Coprocessamento
Resíduos sólidos contaminados	Produção	D099	120 ton/ano	I	Caçamba com cobertura	S03			Coprocessamento
Equipamentos eletrônicos	Peças eletrônicas (computadores, pilhas e baterias)	ND	ND	ND	Sala de armazenamento	ND			Empresa terceirizada

ND: Não Definido.

Segundo Morais, 2002, o resíduo provenientes da estação de tratamento de efluente apresenta toxicidade e é classificado como classe I- perigoso, o teste realizado foi o ensaio bioteste e é considerado pelo autor mais tolerante em relação a toxidade em comparação com o teste de lixiviação, o qual foi utilizado pela empresa que realizou as análises dos resíduos. Portanto, como a cerâmica em estudo definiu utilizar a classificação proposta pela empresa receptora, para esta pesquisa também se adotou esta classificação.

6.6 Treinamento

O treinamento realizado com os funcionários da cerâmica estabeleceu maior eficiência no resultado do estudo. Os funcionários são os principais responsáveis pela implantação do gerenciamento, visto que, na prática a aplicação deste estudo será executada por eles, além disso, a transmissão de informação sobre as problemáticas existentes com o descarte incorreto de resíduos beneficiou a mudança de comportamento em relação às atitudes dos funcionários na empresa. Os funcionários da limpeza têm a responsabilidade de descartar adequadamente os resíduos na área externa da empresa, assim como manter a organização e a limpeza do local. Nas figuras 36 e 37 são apresentados as palestras realizadas e o treinamento com os funcionários da limpeza.



Figura 36 - Palestra oferecida aos funcionários da cerâmica.



Figura 37 - Treinamento com os funcionários responsáveis pela limpeza.

7. CONCLUSÃO

Através da realização do presente estudo, utilizando-se os processos de gerenciamento de resíduos sólidos para estabelecimento de um diagnóstico sobre a geração desses resíduos, pode-se chegar às seguintes conclusões:

Os dados levantados por esta pesquisa permitem, a partir da realidade estudada, traçar um perfil do gerenciamento de resíduos em uma indústria de cerâmica, considerando-se a geração, classificação, transporte, armazenamento e disposição final, além dos recicláveis e da reutilização dos materiais gerados.

No início dessa pesquisa não existia um controle na geração dos resíduos, sendo descartados de forma irregular, podendo causar a contaminação das águas e do solo por meio da percolação dos metais pesados através da chuva, o descarte incorreto também impossibilitava a separação dos resíduos, aumentando os custos para a cerâmica para a correta destinação. No decorrer dos trabalhos, os resíduos foram segregados na própria cerâmica com a instalação de novos coletores, e destinados à empresa receptora de resíduos que é a responsável pelo descarte ambientalmente correto.

A quantidade de resíduos gerados na cerâmica somente foi estabelecida após o início desta pesquisa, sendo que a quantificação foi realizada na entrada da empresa receptora de resíduos. Através do levantamento quantitativo pode-se verificar qual coletor se ajustava melhor ao armazenamento dos materiais nos diferentes setores, respeitando os critérios descritos neste estudo.

O inventário de resíduos sólidos, elaborado durante o desenvolvimento deste trabalho, permitiu ter uma visão antecipada dos resíduos gerados, quantidade e destinação final desses resíduos.

A reciclagem dos resíduos passíveis de tal ato é fundamental no processo de gerenciamento, pois eliminam os problemas com a disposição final e aumenta a economia de matéria prima, melhorias no processo produtivo e na imagem transmitida pela empresa por estar proporcionando melhorias ao meio ambiente.

Por ano é gerado cerca de 45,10 toneladas de resíduo sólido classe IIB, sendo o destino a reintrodução do resíduo no processo de moagem de argila; 0,935 toneladas de resíduo classe IIA destinado para reciclagem, somente os resíduos madeira, borracha e orgânico não foram somados, visto que não foi possível quantificá-los, este último é coletado e disposto pela Prefeitura Municipal de Cordeirópolis; 924,69 toneladas de resíduos classe IIA destinado para reaproveitamento no processo cerâmico; e 161,28 toneladas de resíduos classe I, somados a

1200 unidades de lâmpadas.

No total, a cerâmica gera aproximadamente 1.132 toneladas de resíduos por ano, sendo que 85% do total de resíduos gerados retornam ao processo de beneficiamento da argila, 1% é destinado para reciclagem e 14% são encaminhados para a unidade receptora de resíduos e são destinados ao coprocessamento.

Os resíduos sólidos que foram descritos como contaminados e classificados como classe I são provenientes, muitas vezes, da contaminação de outros resíduos pelo fato de obter a mistura dos mesmos ou ainda pela irregularidade do uso de certos materiais. Desta forma, manter os funcionários e colaboradores informados sobre as formas e os processos de geração e descarte de resíduos na cerâmica é de relevante interesse para a gestão dos resíduos sólidos.

A disposição final dos resíduos, que antes era realizada em uma área de descarte conhecida como “bota fora”, localizada no município de Cordeirópolis, a qual se encontra em estado irregular perante o órgão ambiental, passou a ser na empresa receptora de resíduos, que apresenta todas as licenças para transporte, armazenamento e disposição final de resíduos sólidos classe I e classe IIA e B.

Dentro do município de Cordeirópolis, a cerâmica em estudo foi pioneira na implantação de gerenciamento de resíduos sólidos, servindo de base e referência para as demais indústrias de cerâmica do município e da APL de Santa Gertrudes.

O gerenciamento dos resíduos sólidos nas indústrias, através das etapas de segregação, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte, reutilização, reciclagem, descarte e disposição final ambientalmente adequada é de relevante interesse para a redução dos passivos ambientais gerados pelas mesmas, minimização da poluição e atendendo normas e legislações vigentes, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável e econômico das cerâmicas.

Existem outras atitudes que poderão ser introduzidos no processo industrial de revestimentos, assim como aplicados na administração da empresa. Estes mecanismos podem ser desenvolvidos aplicando requisitos da Produção mais Limpa, como criar e estabelecer novas metas em longo prazo para eliminação, substituição, minimização, reciclagem e reutilização de resíduos que venham a causar poluição ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA). 2010. Apresenta informações gerais sobre os materiais cerâmicos. Disponível em: http://www.abceram.org.br/asp/abc_21.asp Acessível em: Novembro de 2010.

ANFACER (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS). Apresenta informações gerais sobre a fabricação mundial de pisos cerâmicos - ano base 2010. Disponível em: <http://www.anfacer.com.br/> Acessível em: Janeiro de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: Solubilização de resíduos: procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos: procedimentos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174**: Armazenamento de resíduos classe II-não inertes e III-inertes. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2010.

ASPACER (ASSOCIAÇÃO PAULISTA DAS CERÂMICAS DE REVESTIMENTO). 2009. Apresenta informações sobre os dados estatísticos das cerâmicas da APL de Santa Gertrudes. Disponível em: <http://www.aspacer.com.br/estatisticas.html> Acessível em: Dezembro de 2010.

ASPACER (ASSOCIAÇÃO PAULISTA DAS CERÂMICAS DE REVESTIMENTO). 2011. Apresenta informações sobre os dados estatísticos das cerâmicas da APL de Santa Gertrudes. Disponível em: <http://www.aspacer.com.br> Acessível em: Janeiro de 2012.

BRASIL. Convenção de Basiléia (ADOTADA em 22 de março de 1989).

BRASIL. Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999. **Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil] Brasília, DF, 22 jul. 1999. Seção 1, p. 28-29.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF, 22 nov. 2002. Seção 1, p. 85-91.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 330, de 25 de abril de 2003. **Institui a Câmara Técnica de Saúde, Saneamento Ambiental e Gestão de Resíduos.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF, 30 abr. 2003. Seção 1, p. 197.

BUSTAMANTE, G. M.; BRESSIANI, J. C. A indústria Cerâmica Brasileira. **Cerâmica Industrial**. Maio/Junho, 2000. p. 31-36. Disponível em: www.uces.br/ccet/denq/prof/jezorzi/textos/indceramica.pdf Acesso em: Maio de 2009.

CABRAL JUNIOR, M. **Caracterização dos Arranjos Produtivos Locais (APL) de base Mineral no Estado de São Paulo: Subsídios ao Desenvolvimento Sustentável de Mineração Paulista**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2008.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. Universidade Estadual de Campinas. Apresenta informações gerais sobre meteorologia. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/index.html> Acessível em: Dezembro de 2010.

CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares**, 2001. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/> Acessível em: Fevereiro de 2010.

CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares**, 2008. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/> Acessível em: Fevereiro de 2010.

CETESB, FIESP (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Cerâmica Branca e de Revestimento**, 2008. São Paulo.

CUNHA, V.; CAIXETA, Filho, J. V. **Gerenciamento da Coleta de Resíduos Urbanos: Resíduos Sólidos Urbanos: estruturação e Aplicação de Modelo Não-Linear de Programação por Metas**. Gestão e Educação. V.9, n.2, p. 143-161. 2002.

CHRISTOFOLETTI, S. R. **Um Modelo de Classificação Geológico-Tecnológica das Argilas da Formação Corumbataí Utilizadas nas Indústrias do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes**. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2003.

CHRISTOFOLETTI, S. R., MORENO, M. M. T. Características das Rochas da Formação Corumbataí Utilizadas na Indústria de Revestimento Cerâmico. São Paulo, UNESP, **Revista de Geociências**, v. 23, n. 1/2, p. 79-88, 2004.

DARIVA, J. J. Gerenciamento Ambiental de Resíduos Sólidos Industriais: Caso de Estudo-113 Indústrias Calçadistas de Três Corações-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** 20. 1999. p.1987-1992.

FERREIRA, J. A. Resíduos sólidos e lixo hospitalar: uma discussão ética. **Caderno Saúde Pública**. 1995, vol.11, n.2, p. 314-320. ISSN 0102-311X. Disponível em: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S010211X1995000200015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt Acessível em: Agosto de 2009.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Caderno Saúde Pública**. 2001, vol.17, n.3, p. 689-696. ISSN 0102-311X. Disponível em: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0102311X2001000300023&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt Acessível em: Agosto de 2009.

FIGUEIREDO, P. M. F.; FERRARI, K. R.; BOSCHI, A. O. O Método dos Cinco Passos: Uma Forma Racional de se buscar a Adequação Ambiental na Indústria Cerâmica. Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP; Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. **Cerâmica Industrial**, Março/Abril, 2003. p. 17-25. Disponível em: www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v08n02/v8n2_2.pdf Acessível em: Maio de 2009.

GASPAR JUNIOR, L. A. **Adição Experimental de Novos Materiais às Argilas da Região do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes (SP)**. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2003.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acessível em: Agosto de 2010.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 2000. Informações gerais sobre o município de Cordeirópolis. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acessível em: Agosto de 2010.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). 2010. Informações gerais sobre o município de Cordeirópolis. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat> Acessível em: Janeiro de 2012.

JARDIM, F. W. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratório de Ensino e Pesquisa. Instituto de Química –UNICAMP- laboratório de Química Ambiental. In: QUÍMICA NOVA, 21 (5). **Anais...** 1998. p 671-673.

JOST, H.; BROD, J. A. Como Redigir e Ilustrar Textos em Geociências. Sociedade Brasileira de Geologia, Série Textos nº 1, 93 p. 2005.

KRAEMER, M. E. P. A Questão Ambiental e os Resíduos Industriais. In: XXV ENEGEP, 2005, Porto Alegre. Disponível em: www.amda.org.br/assets/files/residuos-industriaiss.doc Acessível em: Abril de 2009.

LEITE, B. Z.; PAWLOWSKY, U. Alternativas de Minimização de Resíduos em uma Indústria de Alimentação da Região Metropolitana de Curitiba. In: ENGENHARIA SANITARIA AMBIENTAL. Curitiba. **Anais...** Vol. 10, nº2. 1996 p. 96-105.

MENDES, A. A.; POLETTO, E. R. Análise das Relações de Produção no Arranjo Produtivo de Pisos e Revestimentos Cerâmicos de Santa Gertrudes (SP)-Brasil. In: Encontro de Geógrafos da América Latina. São Paulo. **Anais...** Universidade de São Paulo. 2005.

MORAIS, R. M. **Reciclagem de Resíduos de Indústria de Placas Cerâmicas: um Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Departamento de

Ciências e Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2002.

MOTTA, J., F., M.; TANNO, L. C.; CABRAL JR., M. Panorama das Matérias-Primas Utilizadas na Indústria de Revestimentos Cerâmicos: Desafios ao Setor Produtivo. **Cerâmica Industrial**, 3, Julho/Dezembro, 30-38, 1998.

OLIVEIRA, M.R.C.; MARTINS, J. Caracterização e Classificação do resíduo “pó do balão”, gerado na Indústria Siderúrgica Não Integrada a Carvão Vegetal: - Estudo de Caso na Região de Sete Lagoas/MG. In: QUIMICA NOVA. **Anais...** Vol. 26, nº 1, 1993 p.5-9.

PETUCO, A. F. Disciplina “Impactos Ambientais no Meio Sólido”, Pós Graduação Executiva em Meio Ambiente, MBE-COPEE/UFRJ Agosto de 2002.

POLETTI, E. R. **Relações de Produção e Apoio Institucional no Arranjo Produtivo Local de Pisos e Revestimentos Cerâmicos de Santa Gertrudes (SP)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2008.

PHILIPPI, A. Jr.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. Curso de Gestão Ambiental. Coleção Ambiental 1. Barueri, SP. 2004 p. 155-211.

PREFEITURA DE CORDEIRÓPOLIS. 2010. Informações sobre o município de Cordeirópolis. Disponível em: <http://www.cordeirópolis.sp.gov.br/> Acessível em: Agosto de 2010.

REIS, J. P.; FOLGUERAS, M. V.; WEHLE, M.; CORREIA, S. L. Caracterização de Resíduos Industriais para Uso em Cerâmica Vermelha. In: 17º CBECIMat Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

SAAD, S. D. **Aplicação de Técnicas Estatísticas Multivariadas em Dados de Cerâmica Vermelha Produzida na Região Central do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Portaria nº11 da CETESB de 2003. **Dispõe sobre a aprovação do limite de emissão para fluoretos provenientes da operação de fornos tipo monoqueima das indústrias cerâmicas**. Diário Oficial [do Estado de São Paulo]. São Paulo, SP, 22 jul. 2003.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 54645, de 5 de agosto de 2009. **Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006 e institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial [do Estado de São Paulo]. São Paulo, SP. Disponível em: <http://www.observatorioeco.com.br/index.php/leia-odecreto-paulista-que-regula-a-lei-de-residuos-solidos/> Acessível em: Agosto de 2009.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12300, de 16 de março de 2006. **Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes**. Diário Oficial [do Estado de São Paulo]. São Paulo, SP, 17 mar. 2006. Disponível em:

www.cetesb.sp.gov.br/.../legislacao/.../leis/2006_Lei_Est_12300.pdf Acessível em: Agosto de 2009.

SERVIÇO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Manual de Gerenciamento de Resíduos. 2º ed. Rio de Janeiro. 2006.

SILVA, C. M. **Gerenciamento de resíduos sólidos gerados em laboratório de análises clínicas na cidade de Ribeirão Preto – SP: 2007: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública) Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2008.

TAKAYANAGUI, A. M. M. Consciência ecológica e os resíduos de serviços de saúde. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 1993, vol. 1, no. 2, p. 93-96. ISSN 0104-1169. Disponível em: http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S010411691993000200008&script=sci_pdf&tlng=pt Acessível em: Agosto de 2009.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro a Folha Rio Claro (SP).** Dissertação (Mestrado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1994.