



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciência

Faculdade de Engenharia

Lívia Salgado Cardoso dos Santos

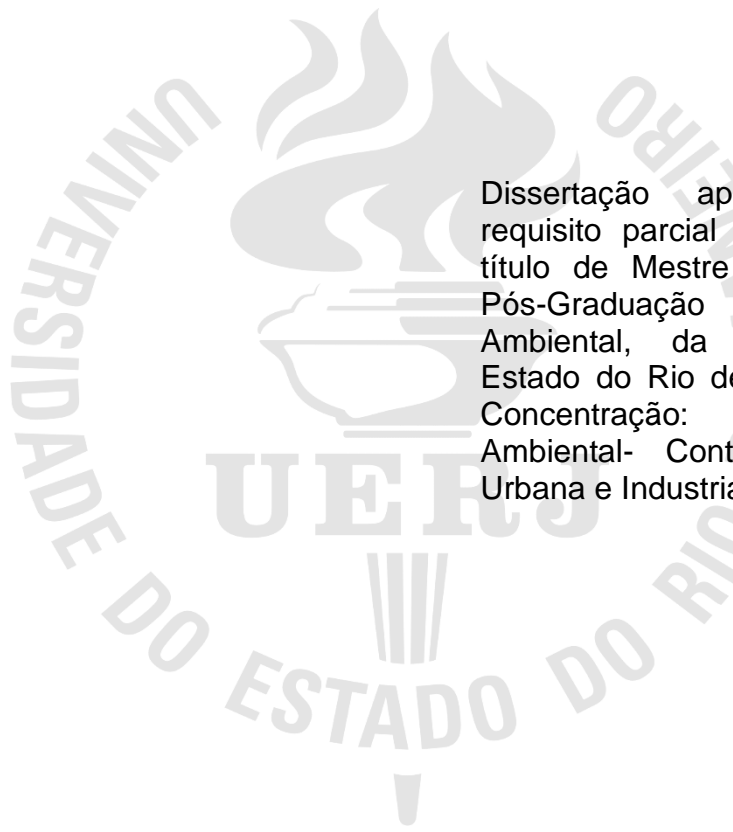
**Prejuízos ao meio ambiente e agravos na saúde das populações
vizinhas às unidades de blendagem no município de Magé, Rio de
Janeiro**

Rio de Janeiro

2020

Lívia Salgado Cardoso dos Santos

Prejuízos ao meio ambiente e agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem no município de Magé, Rio de Janeiro.



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Saneamento Ambiental- Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

S237 Santos, Livia Salgado Cardoso dos.
Prejuízos ao meio ambiente e agravos na saúde das
populações vizinhas às unidades de blendagem no município de
Magé, Rio de Janeiro / Livia Salgado Cardoso dos Santos. –
2020.
127f.

Orientadora: Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Ar - Poluição - Teses. 3.
Ar - Controle de qualidade - Teses. 4. Infecções respiratórias -
Teses. 5. Indústria de materiais de construção - Teses. I. Mattos,
Ubirajara Aluizio de Oliveira. II. Universidade do Estado do Rio
de Janeiro, Faculdade de Engenharia. III. Título.

CDU 614.71:616.2

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial
desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Lívia Salgado Cardoso dos Santos

Prejuízos ao meio ambiente e agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem no município de Magé, Rio de Janeiro.

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Saneamento Ambiental- Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovado em 06 de março de 2020.

Banca Examinadora:



Prof DSc. Ubirajara de Oliveira Mattos (Orientador) - UERJ



Prof DSc. Valéria Pereira Bastos - PUC/RJ



Prof DSc. Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves- UNIRIO



Prof DSc. Vera de Fátima Maciel Lopes - Universidade Estácio de Sá

Rio de Janeiro

2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à população do município de Magé, especialmente aos moradores de Jardim Esmeralda, Parque Boneville, Raiz da Serra e Vilar Santo Aleixo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos e experiências que me levaram até a pessoa que sou hoje.

A minha tia por toda cumplicidade, amparo, amor e suporte, além da ajuda na contagem dos questionários e das discussões e observações.

Ao meu pai por sempre me apoiar na vida científica e por me acompanhar durante a semana de aplicação dos questionários em Magé.

Aos meus irmãos que me ajudaram da maneira deles, seja me patrocinando para ir até Magé, ou me acompanhando na reunião.

Ao meu orientador Bira, por todo carinho e os ensinamentos preciosos.

Agradeço também, ao Fernando, pela amizade, parceria e acolhida em sua casa.

Ao Pedro Fernando, por sempre estar ao meu lado e em prontidão para me ajudar e esclarecer qualquer dúvida, além de resolver muitos dos problemas que surgiram nesse trajeto. Agradeço a companhia de vida também.

Ao Ginho, pelas explicações em Estatística.

Agradeço a Juliane e Anelise que escutaram minhas lamúrias e aguentaram minhas irritações durante esse período. Agradeço a Jú também, pela ajuda na aplicação dos questionários.

Agradeço a Ana e Tina, por serem as melhores amigas e me inspirarem sempre.

Ao David Barreto, por tantas informações compartilhadas.

Ao Igor por ensinar o “caminho das pedras” dessa jornada.

Ao Henrique Florêncio, por ser o agente facilitador da comunicação entre mim e as lideranças comunitárias. E aos líderes comunitários, pelo acolhimento, relatos e assistência. Importante ponte entre mim e a comunidade mageense.

Nenhum homem é uma ilha,
completo sozinho

John Donne – 365 dias Extraordinário

RESUMO

SANTOS, L. S. C. *Prejuízos ao meio ambiente e agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem no município de Magé, Rio de Janeiro*. 2020. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

A blendagem de resíduos é uma técnica de mistura de diversos resíduos, viabilizando-os para aplicação em fornos de cimenteiras, substituindo a matéria prima ou energética do processo de fabricação do cimento. Poucos são os estudos sobre essa prática, e, portanto, muitas incertezas a respeito das reais vantagens dessa atividade. Também, existe o receio da potencial poluição do ar oriunda da blendagem, e conseqüentemente dos agravos à saúde em decorrência desta poluição. A pesquisa teve como objetivo analisar os prejuízos ambientais e os agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem no município de Magé, região metropolitana do Rio de Janeiro. Juntamente com uma pesquisa bibliográfica foram levantados dados da qualidade do ar fornecidos pelo INEA, de internações por doenças respiratórias providos pelo site DATASUS e dos agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem, através da aplicação do questionário do 'British Medical Research Council'. Os resultados do estudo mostraram que a simples correlação entre qualidade do ar e número de internações por doenças respiratórias não respondem ao fato de que as unidades de blendagem são as responsáveis por impactos ao meio ambiente e problemas de saúde, visto que hábitos pessoais podem interferir nos dados de saúde. Então, foram escolhidos três grupos (bairros) para aplicação de questionário. As comunidades selecionadas foram Jardim Esmeralda e Parque Boneville como grupo exposto, por estarem próximas às unidades de blendagem A e B e a comunidade Raiz da Serra como grupo controle, por estar a quinze quilômetros de distância de ambas as unidades. Além de queixas sobre os cheiros desagradáveis para a maioria dos entrevistados das comunidades expostas (Jardim Esmeralda – 78,9 % e Parque Boneville – 56,2%) foram também relatados diversos incômodos sentidos pelos entrevistados do Jardim Esmeralda, que apontaram como os mais frequentes dores de cabeça (22,8%), irritação nos olhos (18,2%) e pigarro (18,2%). Em todas as faixas etárias os sintomas mais recorrentes são tosse ao acordar e tosse durante o dia e a noite, principalmente nas crianças entrevistadas (71,4%) e nos idosos (50%). Incômodos sentidos os entrevistados do Parque Boneville foram, principalmente dor de cabeça (24,0%), irritação nos olhos (24,0%) e enjoo (24,0%). Entre as crianças, 80% informaram ter tosse dia e noite. Na população adulta, 62,8% apresentam tosse dia e noite, e 50% dos idosos mencionam catarro ao acordar. Esses resultados permitiram uma conclusão através do estabelecimento de correlação entre sintomas respiratórios, qualidade do ar e o processo de formação do *blend* em Magé.

Palavras-chave: Blendagem; Coprocessamento; Poluição Atmosférica; Cimenteiras; Resíduos.

ABSTRACT

SANTOS, L. S. C. *Environmental damage and health problems of populations neighboring the blending units in the municipality of Magé, Rio de Janeiro*. 2020. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Waste blending is a technique of mixing various wastes, enabling them for application in cement kilns, replacing the raw or energetic material of the cement manufacturing process. There are few studies on this practice, and therefore many uncertainties about the real advantages of this activity. Also, there is the fear of the potential air pollution from the blending, and consequently the health problems due to this pollution. The research aimed to analyze the environmental damage and health problems of populations neighboring the blending units in the municipality of Magé, metropolitan region of Rio de Janeiro. In conjunction with a literature search, data on air quality provided by INEA, hospitalizations for respiratory diseases provided by the DATASUS website, and health problems of populations surrounding the blending units were collected through the application of the 'British Medical Research Council' questionnaire. The results of the study showed that the simple correlation between air quality and number of hospitalizations for respiratory diseases does not respond to the fact that blending units are responsible for environmental impacts and health problems, since personal habits can interfere with health data. Then, three groups (neighborhoods) were chosen for questionnaire application. The selected communities were Jardim Esmeralda and Parque Boneville as an exposed group, as they are very close to the blending units A and B and the Raiz da Serra community as a control group, as they are fifteen kilometers away from both units. In addition to complaints about unpleasant smells for the majority of respondents from exposed communities (Jardim Esmeralda - 78.9% and Parque Boneville - 56.2%) were also reported several annoyances felt by respondents from Jardim Esmeralda, which pointed out as the most frequent. headache (22.8%), eye irritation (18.2%) and throat clearing (18.2%). In all age groups the most recurrent symptoms are cough upon waking and cough during the day and night, especially in the interviewed children (71.4%) and the elderly (50%). Uncomfortable senses respondents of the Boneville Park were mainly headache (24.0%), eye irritation (24.0%) and nausea (24.0%). Among children, 80% reported coughing day and night. In the adult population, 62.8% have coughing day and night, and 50% of the elderly mention phlegm on waking up. These results allowed a conclusion by establishing a correlation between respiratory symptoms, air quality and the process of blend formation in Magé.

Keywords: Blending; Co-processing; Atmospheric pollution; Cement factories; Waste.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Poder calorífico de combustíveis de substituição.....	33
Tabela 2: Uso de combustíveis alternativos na Alemanha.....	35
Tabela 3: Distribuição da população entrevistada por gênero e por bairro.....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Riscos da produção de cimento com processamento de resíduos.	37
Quadro 2: Quadro sinótico dos metais pesados.....	43
Quadro 3: Itens de controle da Unidade de Blendagem.....	65
Quadro 4: Vantagens e Desvantagens da formação de <i>blend</i>	68
Quadro 5: Monitoramento dos municípios e suas atividades industriais.	73
Quadro 6: Resumo dos resultados das concentrações de MP, SO ₂ , SO ₃ , Semi-COV's e COV's obtidos na entrada e saída do Biodigestor e eficiência de cada poluente calculada a partir dos valores apresentados nos resultados.	93
Quadro 7: Valor Médio de Concentração e Taxa de Emissão das fontes analisadas.	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da fabricação do cimento.	24
Figura 2: Etapas do Coprocessamento.	57
Figura 3: Fluxograma da Blendagem.	64
Figura 4: Localização das Unidades de Blendagem no Brasil	71
Figura 5: Localização dos municípios do Rio de Janeiro que possuem monitoramento.	72
Figura 6: Rosa dos ventos da Estação Meteorológica SBGL para o período 2003- 2013.	75
Figura 7: Área de Estudo	77
Figura 8: Localização da área onde as casas invadiram o terreno.	102

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Custos da Produção do Cimento.	25
Gráfico 2: Estimativa da porcentagem do uso de combustíveis alternativos para países desenvolvidos e em desenvolvimento a partir de 2006 até 2050.	31
Gráfico 3: Resíduos Predominantes na Blendeira A da região metropolitana do Rio de Janeiro no período de 2010-2015	55
Gráfico 4: Resíduos Predominantes na Blendeira B da região metropolitana do Rio de Janeiro no período de 2010-2015	56
Gráfico 5: Segmentos geradores de resíduos utilizados na blendeira A no período de 2010 – 2015.	56
Gráfico 6: Segmentos geradores de resíduos utilizados na blendeira B no período de 2010 – 2015.	57
Gráfico 7: Gráfico Climático para Magé, Rio de Janeiro.	81
Gráfico 8: Número de Internações por problemas respiratórios por mês no período de 2008 a 2018.	82
Gráfico 9: Internações por doenças respiratórias entre crianças de 0- 9 anos.	83
Gráfico 10: Internações por doenças respiratórias entre idosos.	84
Gráfico 11: Concentração média (ppm) de Ozônio no período de 2008-2018.	85
Gráfico 12: Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de Material Particulado no período de 2008-2018.	87
Gráfico 14: Percepção de cheiro no bairro Jardim Esmeralda.	95
Gráfico 15: Incômodos sentidos no bairro Jardim Esmeralda.	95
Gráfico 16: Percepção de cheiro no bairro Parque Boneville.	97
Gráfico 17: Incômodos sentidos no bairro Parque Boneville.	98
Gráfico 18: Percepção de cheiro no bairro Raiz da Serra.	99
Gráfico 19: Impactos dos processos internos das unidades de blendagem A e B. .	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes
CDR	Combustível Derivado de resíduos
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV	Composto orgânico volátil
CTRs	Central de Tratamento de Resíduos
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva crônica
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GEAR	Gerência de Qualidade do Ar
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
MP	Material Particulado
PCDD	Dibenzo-para-dioxinas policloradas
PCDF	Dibenzofuranos policlorados
PCI	Poder Calorífico Inferior
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PVC	Policloreto de vinila
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SBGL	Estação Meteorológica de Superfície dos Aeroportos do Galeão
SIH	Sistema Hospitalar Integrado
SNIC	Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
SUS	Sistema Único de Saúde
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
Motivação e Relevância do estudo.....	17
Objetivos	18
Organização da dissertação.....	19
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
1.1. A produção do cimento.....	20
1.2. O coprocessamento	25
1.2.1. As vantagens e desvantagens do coprocessamento	39
1.3 A blendagem	53
2. METODOLOGIA	66
2.3 Instrumentos de coleta de dados	74
2.3.1 Coleta dos dados de Qualidade do Ar e Meteorologia	75
2.3.2 Coleta de Dados de Saúde	76
2.3.3 Coleta de dados Questionário	77
2.4 Forma de Análise dos resultados	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
3.1 O município de Magé	80
3.1.1 Dados climáticos	81
3.1.2 Dados das condições de saúde da população estudada	82
3.1.3 Dados da qualidade do ar	84
3.1.4 Dados sobre o controle de emissões das empresas A e B	88
3.2 Dados da população entrevistada	92
3.2.1 Cheiros e incômodos percebidos pela população do Jardim Esmeralda	94
3.2.2 Cheiros e incômodos percebidos pela população do Parque Boneville	96
3.2.3 Cheiros e incômodos percebidos pela população de Raiz da Serra	99
3.2.4 Doenças diagnosticadas	100
3.3 Informações adicionais.....	101
3.3.1. Prejuízos ambientais	106
4. RECOMENDAÇÕES	110
CONSIDERAÇÕES FINAIS	111

REFERÊNCIAS.....	113
ANEXOS.....	127

INTRODUÇÃO

O aumento da população e seus hábitos de consumo promoveram o crescimento da produção industrial e, como resultado, a elevação da geração de resíduos. Esta grande quantidade de resíduos, muitas vezes perigosos, são descartados sem nenhum tratamento, afetando o meio ambiente - o solo, a água e/ou o ar - e a saúde humana, resultando assim, em um grave problema econômico e socioambiental. De acordo com estudo encomendado pela Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes - ABETRE (2015), apenas 25% de todo material gerado no setor produtivo é tratado corretamente no País, ou seja, das 33 milhões de toneladas de resíduos industriais produzidas anualmente, 25 milhões de toneladas são descartadas de forma irregular sem tratamento adequado, tornando-se uma grave ameaça ao meio ambiente devido seu alto grau de poluição.

A partir da década de 80, são elaboradas legislações específicas que visavam controlar a instalação de novas indústrias e estabelecer padrões para as emissões das indústrias existentes. Como exemplo, em 1981 o Congresso Nacional sancionou a Lei nº 6.938, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual atribuiu aos Estados e Municípios a função de executores de medidas para a proteção ambiental (NASCIMENTO, 2012). Também no mesmo período, os resíduos perigosos, tratados neste estudo, passam a ser abordados mais frequentemente nas discussões sobre a contaminação ambiental.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 2010), resíduos perigosos são aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.

Assim, consciente da importância de manter o equilíbrio ambiental e entendendo que o efeito nocivo do resíduo ultrapassa os limites da área em que foi gerado ou é disposto, novas tecnologias em substituição as poluentes passaram a ser praticadas e estudadas, a fim de tornar-se uma possibilidade eficaz de reduzir os problemas ambientais advindos do descarte inadequado dos imensos volumes de resíduos gerados.

Inicialmente, foram construídos aterros para resíduos industriais, onde em suas valas passaram a ser depositados os rejeitos indesejáveis. Contudo, foi verificado com o passar do tempo, que tal prática não era tão segura para armazenar por tempo ilimitado estes materiais – podendo ocorrer decomposição química, reações indesejáveis, com geração de substâncias de elevada periculosidade, percolação de produtos no solo e contaminação de aquíferos subterrâneos e a emissão de gases para a atmosfera.

Desse modo, novas formas de destinação de resíduos foram buscadas: a atenção voltou-se para a incineração, que, "eliminava", por meio da combustão, grandes volumes do material indesejado. Entretanto, os investimentos necessários à instalação das plantas de incineração de resíduos perigosos, o montante cobrado pelos proprietários de incineradores para o processamento dos resíduos, a capacidade instalada de processamento dos incineradores ou mesmo a necessidade de destinar as cinzas produzidas tornaram esta forma de destinação desinteressante para os industriais (SANTI *et al.*, 2004).

Assim, os fornos de clínquer – forno rotativo que produz o cimento-revelaram-se como uma alternativa atrativa para os geradores de resíduos industriais, uma vez que operam em temperaturas muito elevadas, podem processar quantidades significativamente maiores de materiais que os incineradores, permitem a mistura das cinzas geradas na queima dos combustíveis e resíduos com as matérias-primas que estão sendo processadas, além dos preços muito mais competitivos pela prestação deste serviço pelas cimenteiras (ROCHA *et al.*, 2011).

Entretanto, para que haja o coprocessamento – destinação final de resíduos em fornos de cimento com aproveitamento de energia e substituição das matérias-primas - a atividade de blendagem deve existir; isso porque, são as blendeiras que formam o produto utilizado nas cimenteiras. Produto este, resultado de uma soma de alguns tipos de resíduos industriais que apresentam características que podem contribuir como fontes substitutas de matéria-prima ou combustível em fornos de produção cimento.

Em suma, a blendagem é um processo que consiste em adequar as características físico-químicas dos resíduos, de forma a atender às especificações estipuladas pelas cimenteiras. Estas especificações objetivam garantir a formação do *blend* que será utilizado na alimentação dos fornos de clínquer para destruição

térmica, de forma que este não afete a qualidade do cimento e nem as emissões atmosféricas (FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

A realidade é que poucos são os estudos sobre a atividade das blendeiras, e, portanto, existem muitas incertezas sobre as reais vantagens dessa atividade. Também, há certo receio por conta do potencial de poluição do ar que a blendagem produz, e conseqüentemente dos agravos à saúde em decorrência desta poluição.

Dessa forma, este trabalho busca analisar os prejuízos ambientais e os agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem do município de Magé; visto que é onde concentra-se as blendeiras da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Motivação e Relevância do estudo

De acordo com o levantado na bibliografia, a atividade de preparação de resíduos e *blends* agregam novos riscos à cadeia de produção do cimento; bem como aos funcionários, populações vizinhas a essas unidades e ao meio ambiente.

Pontualmente, acredita-se que o manuseio de *blends* sólidos gera particulados atmosféricos (poeiras) cuja composição é aproximadamente a mesma do *blend*. Também, alguns resíduos liberam gases ou vapores potencialmente tóxicos ou nocivos. Por isso, todas as operações envolvendo a manipulação de resíduos – coleta de amostras, limpeza de derramamentos, misturas de resíduos, etc. – criam uma situação de inalação desses gases. Assim, esses resíduos ao serem manipulados têm o potencial de penetrar na pele ou atingir os olhos, causando sérios desconfortos aos funcionários e os moradores próximos das unidades de blendagem.

Relatos colhidos destas populações evidenciam odores incômodos, irritação nos olhos, dores no corpo: cabeça, costas e garganta, manchas cutâneas, sangramentos intermitentes de nariz, desmaios, febre e dificuldades respiratórias.

Este estudo pretende fornecer informações que possam contribuir para um maior entendimento sobre os prejuízos ambientais e agravos na saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem no município de Magé, decorrentes da atividade de produção do *blend*. Conseqüentemente, torna-se possível evidenciar

a situação e auxiliar na tomada de decisões técnicas que visem melhorar a qualidade do ar na referida região e de vida da população mageense.

Justificativa

Esse estudo surge de uma demanda do Ministério Público do Rio de Janeiro para investigar inquéritos civis das cimenteiras localizadas no município de Cantagalo, Rio de Janeiro; com relação ao uso de materiais perigosos no processo produtivo do cimento.

Desse princípio, foi identificado que as blendeiras são um elo fundamental da cadeia produtiva do cimento, visto que fornecem combustível para a indústria do cimento.

Após esses estudos preliminares, surgiu também, interesse social e de saúde pública nas comunidades de Magé, onde estão inseridas as blendeiras do Estado do Rio de Janeiro, abastecedoras das cimenteiras de Cantagalo.

Objetivos

Analisar os prejuízos ambientais e os agravos na saúde das populações vizinhas nas unidades de blendagem no município de Magé, Rio de Janeiro.

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar as atividades de coprocessamento e mais especificamente a blendagem de resíduos;
- Caracterizar as unidades de blendagem e a população vizinha das áreas estudadas no município de Magé, Rio de Janeiro;
- Identificar os prejuízos ambientais gerados pela atividade das unidades de blendagem na região estudada;
- Identificar os agravos na saúde da população circunvizinha às blendeiras na região estudada;
- Recomendar medidas para reduzir ou eliminar os prejuízos ambientais e agravos à saúde.

Organização da dissertação

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a revisão bibliográfica, onde são descritos a atividade de coprocessamento no processo de produção do cimento, as suas vantagens e desvantagens; as unidades de blendagem: o que são, como funcionam e outros aspectos desta atividade, como os riscos gerados na produção do *blend* para a saúde do trabalhador e da população e os impactos ao meio ambiente.

No segundo capítulo são abordadas as metodologias de levantamento para obter os dados de qualidade do ar do município de Magé e de internações por doenças respiratórias da população estudada, bem como o instrumento aplicado na pesquisa de campo sobre dados socioeconômicos e de saúde, junto a essa população.

O terceiro capítulo apresenta os resultados da pesquisa e a discussão. Ele está estruturado apresentando inicialmente o perfil socioeconômico e de saúde da população estudada; os dados de internações por doenças respiratórias referentes a essa população e da qualidade do ar da região estudada. Finalizando são discutidos os impactos da atividade para a saúde da população e do meio ambiente.

Com base na discussão feita no capítulo anterior, o capítulo 4 apresenta recomendações sobre o observado e, a dissertação finaliza com as considerações finais no capítulo 5.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. A produção do cimento

A produção de cimento Portland é baseada nas reações de calcinação e de fusão de uma mistura de matérias-primas, essencialmente cálcio carbonato e silicato de alumínio. Esses componentes podem ocorrer em formas diferentes na natureza, sendo comumente presente em calcário e argila (TAYLOR, 1998) (LEA, 1970). Depois de extraído e moído, esse calcário é misturado a outros minerais como óxido de ferro e óxido de alumínio formando uma mistura denominada de farinha crua. Essa é encaminhada para os fornos com temperaturas entre 1.200 e 1500°C, para o processo de calcinação. Nesse momento, ocorre a fusão parcial do material e a formação dos grânulos de clínquer, que posteriormente são resfriados, misturados a outros aditivos e moídos, dando origem ao cimento (MILANEZ e PORTO, 2008).

A produção de cimento é realizada em duas grandes etapas: a mineração de calcário (frentes de lavra) e fabricação de cimento (indústria de transformação), que estão interligadas fisicamente por correias ou teleféricos que transportam o minério explotado e britado até a área industrial. Vale salientar que as plantas de fabricação de cimento Portland estão instaladas muito próximas ou são unidas às áreas de mineração (SANTI, 2003).

Assim, nota-se que a produção de cimento Portland exige elevados investimentos em equipamentos pesados e maquinaria, o que torna uma atividade econômica intensiva em capital (SANTI, 2003).

Mais detalhadamente é possível elencar as seguintes etapas do processo de fabricação do cimento mencionado anteriormente (CARPIO, 2005):

- Extração e britagem das matérias-primas (minas);
- Preparação das matérias-primas;
- Preparação dos combustíveis;
- Queima do clínquer;
- Moagem do cimento;
- Expedição.

Extração e Britagem das Matérias-Primas

As matérias-primas naturais (primárias), tais como calcário/cal e argila, são extraídas de minas, sendo a atividade minerária realizada a céu aberto. As rochas são desmontadas com explosivos e levadas por caminhões à unidade de britagem, onde o minério é estocado, homogeneizado e posteriormente é preparado, sendo fragmentado até atingir a granulometria adequada à sua alimentação nos moinhos de matérias-primas da planta de fabricação de cimento (SANTI, 2003).

Segundo necessidades do processo e/ ou com as especificações do produto, pode ser necessária a adição de materiais “corretivos”, como bauxita, minério de ferro ou sílica, para ajustar a composição química da mistura. Todavia, a quantidade de materiais corretivos deve ser pequena se comparada com a massa das matérias-primas principais.

Já as matérias-primas secundárias (ou alternativas) originadas de fontes industriais são usadas como substitutos das matérias-primas principais e corretivas, em uma quantidade limitada, sendo comumente adicionadas diretamente no sistema de preparo das matérias-primas, na fábrica de cimento (CEMBUREAU, 1999).

Preparação das Matérias-Primas

Depois de passar pelo processo de homogeneização, as matérias-primas são secas e depositadas juntas em proporções definidas e bem controladas em um moinho para produzir a farinha ou “cru” para o processo. Esse processo pode ser por via úmida ou seca.

No processo de via úmida, a matéria-prima sofre moagem em adição com água, sendo introduzida no forno na forma de lama ou pasta. Este processo é o mais antigo na fabricação do cimento, tendo sido utilizado no início do processo industrial por ser mais simples e não necessitar de sistemas avançados de filtragem de material particulado.

A umidade do material na forma de pasta deve ser evaporada, o que leva este processo a consumir grande quantidade de energia térmica e, conseqüentemente mais combustível (SILVA, 1994). A vantagem, contudo, está no fato de que as perdas de pó são pequenas nesse processo.

Já o processo de via seca, a mistura é moída e adicionada seca ao forno, em forma de pó. Este processo é mais moderno e proporciona uma melhor economia no consumo de combustível se comparado com o processo de via úmida, diminuindo assim, os custos da empresa. Neste processo, os gases de exaustão do forno têm uma temperatura em torno de 1000°C, e são utilizados na secagem e preaquecimento do cru ou farinha, recuperando-se assim parte do calor residual contido neles (DUARTE, 1999). Esse método exige equipamentos de filtragem de material particulado e instalações de moagem e do forno mais complexas em relação ao processo de via úmida.

Devido à sua ineficiência energética, os sistemas por via úmida estão sendo abandonados, e atualmente no Brasil, mais de 99% da produção nas cimenteiras é realizado em fornos por via seca (SNIC, 2012).

O produto resultante, a farinha ou a pasta, é estocado e posteriormente homogeneizado em silos, para alcançar e manter a composição química necessária antes de entrar no forno de produção de clínquer.

Preparação dos Combustíveis

O carvão, o coque de petróleo, e os óleos pesados são os principais combustíveis convencionais (fósseis) usados no processo de fabricação do clínquer (CEMBUREAU, 1999). Todavia, devido ao coprocessamento, técnica que permite a destruição térmica de resíduos industriais à alta temperatura em fornos de fabricação de clínquer, abriu-se um leque para opções de substitutos para os combustíveis tradicionais e matérias-primas. O importante requisito é que o resíduo utilizado como combustível alternativo apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer (RESOTEC, 2003).

O preparo dos combustíveis passa por um processo de moagem, secagem, homogeneização e estocagem, para depois alimentar o forno de cimento (CEMBUREAU, 1999).

Queima do Clínquer

A matéria-prima preparada (farinha ou pasta) é introduzida no forno de cimento e passa por um processo térmico composto pela sequência de etapas: secagem/preaquecimento; calcinação, onde o CO₂ do calcário é liberado; clínquerização, formação dos minerais do clínquer a temperaturas por volta de 1.400 a 1.500°C. Devido, principalmente, às altas temperaturas no forno rotativo de clínquer, o complexo cimenteiro demanda o consumo de grandes volumes de combustíveis fósseis. Assim, as cimenteiras são confrontadas com os dilemas da sustentabilidade, que vão desde a garantia de suprimentos de matéria-prima e de insumos energéticos até o cumprimento de normas e padrões (ROCHA *et al.*, 2011).

Em seguida, o clínquer é resfriado com ar para 100°C a 200°C, e é transportado para uma estocagem intermediária antes do seu transporte para a moagem (CEMBUREAU, 1999). Cabe mencionar que esta é uma parte importante do processo referente às emissões, qualidade do produto e custo. É nela que ocorre o coprocessamento.

Moagem do Cimento

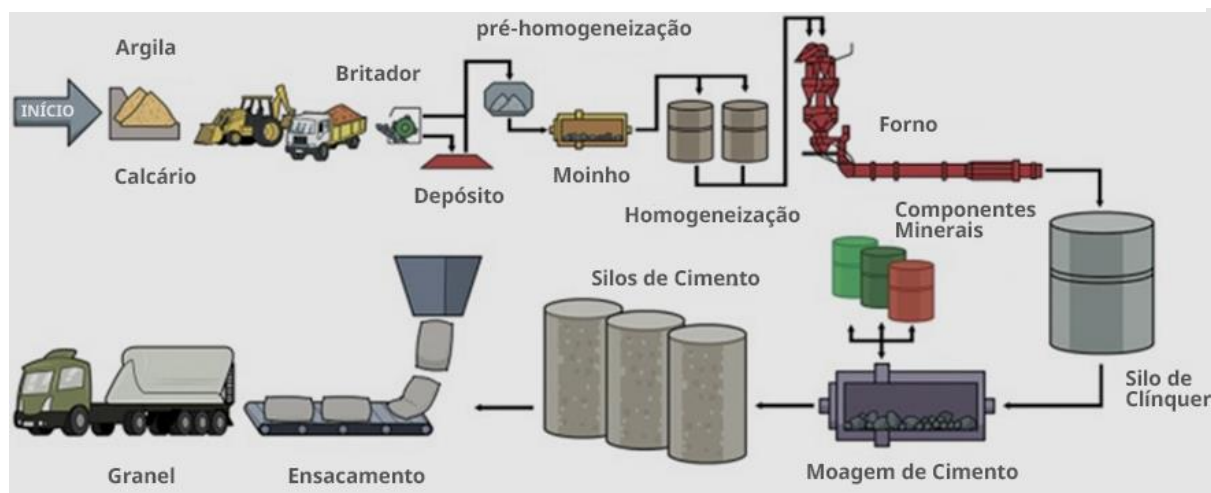
O Cimento Portland é produzido pela moagem do clínquer com as adições, em porcentagem, de gesso no moinho de cimento. O produto moído deve estar dentro de determinados limites de granulometria, de modo a criar melhores condições para o processo de endurecimento (DUDA, 1977).

Para produzir uma tonelada de cimento são consumidas na moagem aproximadamente 30% da energia requerida, sendo uma porcentagem significativa do custo total do cimento (CARPIO, 2005). Isto porque, quanto maior a granulometria do cimento, maior será a superfície específica e, conseqüentemente, haverá um consumo maior de energia.

Expedição

Depois de moído, o cimento é transportado para armazém de estocagem, de onde é ensacado de forma automática em sacos de 50 ou 25 kg. Para o seu transporte, o método depende das necessidades e condições locais; sendo no Brasil, o transporte rodoviário majoritariamente empregado (CEMBUREAU, 1999).

Figura 1: Etapas da fabricação do cimento.



Fonte: GOOGLE IMAGENS, s/d.

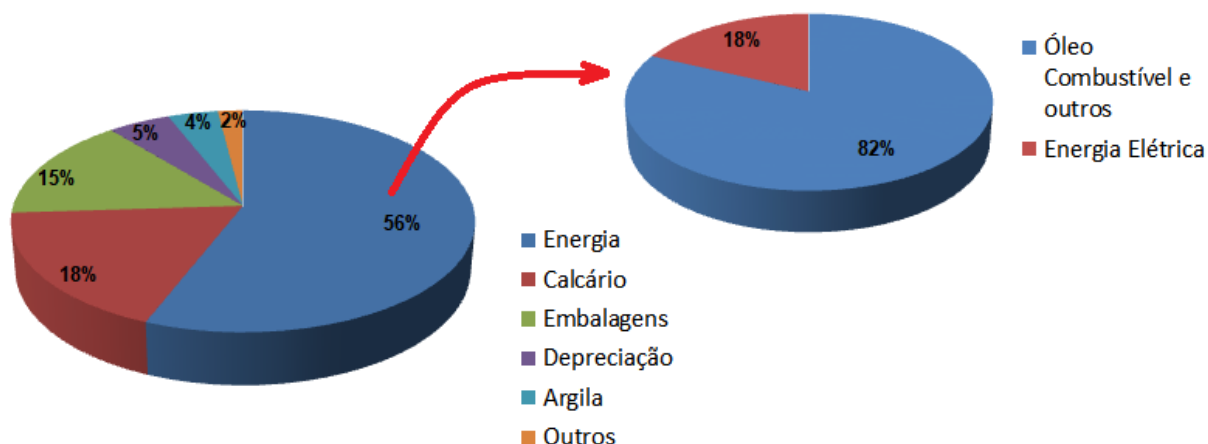
É importante destacar que a indústria cimenteira é responsável por grandes impactos ambientais no meio antrópico, biótico e físico durante todo processo de produção do cimento (MARINGOLO, 2001). Esses impactos ocorrem desde a exploração de minerais nas jazidas, o que supõe uma alteração dos ecossistemas naturais, especialmente da flora e da fauna, tanto pela ocupação do solo quanto pelas operações; a intensidade energética da atividade, que impõe o consumo elevado de recursos naturais, na maioria das vezes, não renováveis; e a emissão para a atmosfera dos gases de combustão (SANTI, 2003). Um exemplo é a emissão de CO₂, um dos principais gases de efeito estufa, que a indústria do cimento responde por cerca de 5% de fonte antrópica desse gás liberado anualmente na atmosfera (WBCSD, 2009).

Também, a indústria de cimento apresenta elevado potencial poluidor associado às emissões de material particulado, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio, além dos poluentes atmosféricos perigosos como as dioxinas e os furanos, os metais tóxicos como mercúrio, chumbo, cádmio, arsênio e cromo, os produtos de combustão incompleta e os ácidos halogenados emitidos pelos fornos de clínquer (USEPA, 1996).

Outra característica da produção de cimento é a sua dependência de energia. A energia térmica gerada pelo combustível, utilizada para secagem, aquecimento e calcinação das matérias-primas, constitui 82% do total de energia consumida no processo de manufatura do cimento. O consumo de energia elétrica responde pelos

outros 18% do total (DEPEC-BRADESCO, 2017) sendo a maior parte da eletricidade usada no processo de moagem do clínquer (40%), na moagem de matérias-primas (25%), na operação do forno e resfriador (20%), e nas esteiras transportadoras, das máquinas ensacadeiras, etc (MARINGOLO, 2001).

Gráfico 1: Custos da Produção do Cimento.



Fonte: DEPEC-BRADESCO, 2017.

Normalmente, as cimenteiras utilizam combustíveis fósseis no seu processo fabril; todavia, devido os crescentes preços dessas fontes de energia, as empresas têm buscado alternativas, como alguns resíduos industriais (MILANEZ e PORTO, 2008).

Assim, o coprocessamento de resíduos industriais e urbanos, demonstrou-se uma estratégia interessante para obter a economia de recursos energéticos e, concomitantemente, veio a ser uma possibilidade para o tratamento e disposição desses resíduos; uma vez que, essa técnica pode ser usada para destruir ou reduzir o volume de resíduos, que, de outra forma, levaria meses ou mesmo anos para se degradar em um aterro sanitário (GARCIA, 2013).

1.2. O coprocessamento

Como descrito anteriormente, o complexo cimenteiro compreende, além das frentes de lavra, uma indústria de transformação que é baseada no consumo de um enorme volume de combustíveis. No processo de fabricação do cimento utiliza-se expressiva quantidade de combustíveis fósseis, como principal fonte de energia

térmica em processos no forno, na secagem da matéria-prima, da farinha crua (VDZ, 2012). Também, emprega-se a energia térmica, de forma secundária, para os diversos equipamentos auxiliares, como máquinas escavadoras e veículos de transporte, por exemplo; além do uso da eletricidade para os sistemas de moagem e esteiras transportadoras.

Segundo Nielsen (2012), a indústria do cimento é responsável por 2% do consumo de energia primária mundial. E, para a produção do cimento, o grande consumo de energia requerido, dependendo da variação dos preços e disponibilidade, pode chegar até 50% do custo total de produção (CARVALHO *et al.*, 1996).

Assim, o coprocessamento surgiu como uma estratégia para melhorar o desempenho econômico das indústrias cimenteiras. Isso porque, como reflexo da crise mundial do petróleo na década de 1970, o Governo Federal buscou soluções para conter a importação de petróleo e derivados, dos quais o Brasil era altamente dependente; solicitando os segmentos produtivos do país, a iniciar pelo setor cimenteiro, intensiva em energia, a responsabilizar em reduzir o consumo de óleo combustível, uma vez que esses estavam sofrendo fortes aumentos de preço.

Os esforços do Governo Brasileiro para criar condições que propiciassem reduzir ao máximo e no mais curto prazo possível o consumo de óleo combustível no setor de cimento brasileiro e promovesse a substituição do óleo cru importado, culminou na lavratura do Protocolo do Cimento, em setembro de 1979, com vigência de cinco anos, que se baseou (BARRETO e MARCIANO, 1985):

(I) no incentivo a não utilização e a menor utilização dos derivados do petróleo, por meio do aumento significativo dos preços, em especial do óleo combustível, e do estabelecimento de cotas para o fornecimento de óleo às indústrias, nos níveis praticados em 1979;

(II) nos incentivos e subsídios aos outros combustíveis similares aos óleos pesados, por exemplo, por meio da assinatura de protocolos com o setor produtivo para a utilização de carvão mineral nacional nas indústrias de aço, papel e celulose e cimento;

(III) na concessão de subsídios para o emprego da energia elétrica nos sistemas de geração de calor (fornos, secadores, *boilers*) e de vapor (caldeiras elétricas).

Em 1979, a indústria brasileira de cimento utilizava óleo combustível (*fuel oil*) para suprir 93% de suas necessidades de energia para fins térmicos (BEN, 1995).

Com o emprego crescente do carvão mineral nacional, do carvão vegetal, do coque de petróleo e pneu usado, o nível de substituição de óleo combustível atingiu 94,6% em 1985. (MARINGOLO, 2001).

Com a regularização do mercado interno de óleo combustível, a matriz energética da indústria brasileira de cimento passou a se constituída por cerca de 40% de óleo combustível, e 20% distribuídos entre o carvão mineral e o carvão vegetal e mais o equivalente a 34% de eletricidade (BEN, 1995).

Desse modo, a indústria do cimento foi influenciada diretamente pelas políticas de governo para combustíveis, empenhada na redução do consumo de energia térmica e elétrica, e da racionalização do uso de recursos naturais não renováveis; o que impulsionou mudanças tecnológicas da produção e/ou a substituição de combustíveis fósseis e matérias-primas naturais por materiais alternativos na indústria do cimento. Tais mudanças, foram ocasionadas inevitavelmente pelo fator econômico, quer pelo aumento da vida útil das jazidas, ou com a finalidade de conter o custo de energia, uma vez que o combustível responde por 1/3 do custo da produção do cimento (DUDA, 1985).

O uso de resíduos como combustíveis na produção de cimento não é algo novo. Na Europa e nos Estados Unidos este processo é amplamente difundido e a cada dia ele vem sendo mais utilizado no Brasil. Os primeiros testes de queima com resíduos em fornos de cimenteiras foram realizados, em 1970, nos Estados Unidos (BENOIT e HAMEL, 1993). No Brasil, o coprocessamento de resíduos iniciou-se no início da década de 1990 nas cimenteiras do município de Cantagalo no Estado do Rio de Janeiro, sob a legislação de agências de controle ambiental e autoridades da saúde (ROCHA, 2011).

O coprocessamento é uma técnica de substituição parcial do combustível primário e matérias-primas por resíduos que se comportam como alternativa para os combustíveis e matérias-primas para fins de energia e recuperação de recursos. A fim de diminuir o consumo de combustíveis fósseis utilizados nesse processo, a indústria do cimento adotou a atividade de destruir termicamente o resíduo, como sendo uma matéria-prima e/ou combustível de substituição em processos de fabricação de cimento nos fornos de produção de clínquer (JANZEN, 2013).

Mais detalhadamente, o coprocessamento por definição, permite a destruição térmica de resíduos industriais à alta temperatura em fornos de fabricação de clínquer, com o aproveitamento do conteúdo energético, sem produzir qualquer

efluente líquido ou sólido e contribuindo para a economia de combustíveis e matérias-primas minerais não renováveis. Os diferentes tipos de resíduos industriais utilizados na fabricação do cimento, sejam como substitutos das matérias-primas ou dos combustíveis tradicionais deve apresentar características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, sem alterar a qualidade desses (GARCIA, 2013).

Logo, empregar combustíveis de substituição se torna bastante interessante para a competitividade comercial/econômica da indústria cimenteira, uma vez que, diminuir os custos é algo importante para atingir metas de lucratividade e se manter no mercado competitivo (JANZEN, 2013).

Apesar da prática do coprocessamento variar de acordo com a região na qual a planta cimenteira se encontra, as principais características da fabricação do cimento que garantem a viabilidade do processo são (EIPPCB, 2009):

- Temperatura máxima de aproximadamente 2000°C (temperatura da chama) nos fornos rotativos;
- Retenção dos gases de aproximadamente 8 segundos em temperaturas acima de 1200°C nos fornos rotativos;
- Temperatura do material de aproximadamente 1450°C na zona de sinterização dos fornos rotativos;
- Oxidação dos gases da atmosfera nos fornos rotativos;
- Tempo de retenção do gás no sistema de queima secundário (pré-calcinador) de mais de 2 segundos em temperaturas acima de 850°C. No pré-calcinador, o tempo de retenção é mais longo às temperaturas mais altas;
- temperaturas dos sólidos de 850°C no sistema de queima secundário e/ou no pré-calcinador;
- condições de queima uniforme para flutuações de carga devido às altas temperaturas e tempos de retenção suficientemente longos;
- destruição de poluentes orgânicos devido às altas temperaturas em tempos de retenção suficientemente longos;
- absorção de componentes gasosos como o HF, HCl, e SO₂ pelos reagentes alcalinos;
- alta capacidade de retenção de partículas de metais pesados;

- tempo de retenção curto dos gases de exaustão na faixa de temperatura conhecida por levar à formação de dibenzo-para-dioxinas policloradas (PCDD) e dos dibenzofuranos policlorados (PCDF);
- completa utilização das cinzas do combustível como componente do clínquer e, portanto, uma reciclagem de material e uma recuperação de energia simultaneamente;
- não geração de produtos da queima dos resíduos devido a completa utilização do material na matriz do clínquer;
- incorporação química-mineralógica de metais pesados não-voláteis na matriz do clínquer.

Ou seja, a concepção tecnológica do coprocessamento baseia-se na queima de resíduos misturados de forma a adquirir algumas propriedades semelhantes ao combustível normalmente usado. Estes resíduos industriais e passivos ambientais são utilizados como combustíveis, devido ao seu alto poder calorífico e, portanto, chamados de combustíveis alternativos ou secundários.

Dentro dos fornos rotativos de clínquer, em condições especiais, como alta temperatura, ambiente alcalino, atmosfera oxidante, ótima mistura de gases e produtos, e tempo de residência geralmente suficiente para a destruição de resíduos perigosos, esses resíduos são tratados, a fim de que sejam destruídos, assim como também uma parte dos materiais poluentes (MILANEZ et al., 2009).

Devido também, a alta temperatura de chama, o forno queima a parte orgânica, deixando os compostos metálicos. Estes reagem quimicamente com outras matérias-primas, formando uma estrutura cristalina resistente, onde os metais ficam permanentemente confinados, tornando-se parte do clínquer. Se as concentrações de metais pesados aumentam além de certos níveis, podem influenciar no processo de produção de clínquer e nas propriedades do cimento. Todavia, vale mencionar que nem todos os metais pesados têm efeitos prejudiciais para o clínquer ou a saúde (CARPIO, 2005).

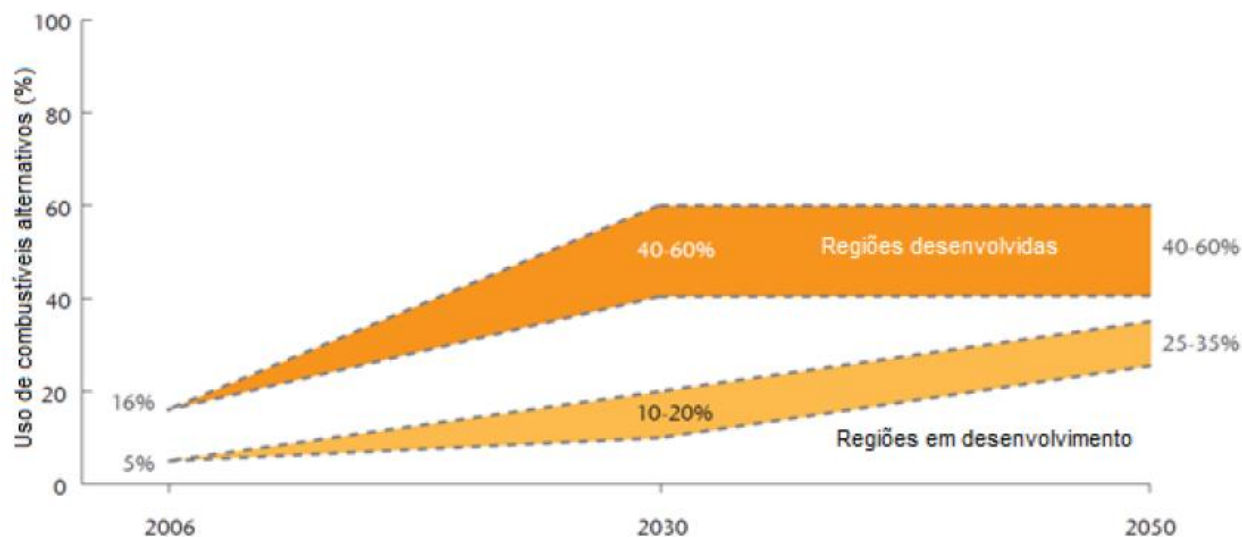
O ambiente naturalmente alcalino do forno garante a absorção dos ácidos e óxidos e os produtos da queima dos combustíveis convencionais e alternativos são reciclados. Com essas características, a indústria cimenteira é ideal para se realizar a reciclagem energética dos resíduos industriais e passivos ambientais (BELATO, 2013).

Assim, as indústrias cimenteiras, procurando utilização de combustíveis de baixo custo sem que haja a perda de qualidade de seus cimentos produzidos, de modo a reduzir os custos de produção, encontrar vantagens ambientais proporcionadas por tal prática, aproveitar todo potencial energético do resíduo, reduzir as cinzas no processo, recorrem ao coprocessamento de resíduos (SANTI, 2003).

A substituição dos combustíveis convencionais por alternativos, em países da Europa, apresenta uma taxa de 20%, enquanto na América do Norte, no Japão, na Austrália e a Nova Zelândia substituem em 11%. Já a Ásia atingiu apenas 6% de uso de combustíveis alternativos em 2006 e os países da América Latina tem uma taxa de 10% (WBCSD, 2009).

O gráfico 2 apresenta a estimativa do uso de combustíveis alternativos na indústria do cimento para os próximos 30 anos. Observa-se que os países em desenvolvimento apresentam um prognóstico de crescimento constante no uso de combustíveis alternativos. Já os países desenvolvidos apresentam uma previsão de crescimento até sua estabilização em 2030, após atingir o nível máximo de porcentagem do uso de combustíveis alternativos. Essa utilização máxima irá depender, em cada região, da disponibilidade dos combustíveis alternativos e a competição por eles com outras indústrias. Estima-se que até 2030, o uso de combustíveis alternativos será economicamente viável para a indústria, pois o preço dos combustíveis alternativos será 30% mais barato que os dos combustíveis convencionais. Já em 2050, é esperada uma diferença de 70% (WBCSD, 2009).

Gráfico 2: Estimativa da porcentagem do uso de combustíveis alternativos para países desenvolvidos e em desenvolvimento a partir de 2006 até 2050.



Fonte: WBCSD, 2009; BELATO, 2013.

De acordo com a SNIC (2011), 36 das 48 fábricas integradas (com fornos) instaladas no Brasil estão licenciadas para coprocessar resíduos. Isso significa que 80% da produção nacional de clínquer é produzida utilizando-se a técnica do coprocessamento. Contudo, se comparado com outros países, nota-se que o Brasil utiliza pouco o coprocessamento, visto que apenas cerca de 950 mil toneladas de resíduos industriais diversos são coprocessados anualmente, contra as 2,7 milhões de toneladas geradas.

De acordo com Belato (2013), espera-se que com o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a indústria cimenteira nacional apresente um aumento na taxa de coprocessamento; devido à determinação desta política de que os resíduos não podem ser considerados rejeitos até que se esgotem todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, apresentando o coprocessamento como uma das alternativas para a destinação final dos resíduos sólidos através da sua recuperação energética.

A legislação brasileira (Resolução 264 Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, 1999) define os procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos do processo de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer, sendo, portanto, a legislação que regulamenta a atividade de coprocessamento no país. Além do mais, esta lei estabelece duas classes de

resíduos que podem ser coprocessados em processos industriais: resíduos que possam ser utilizados como substituto da matéria-prima desde que apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, e resíduos que possam ser utilizados como substituto de combustível, para fins de reaproveitamento de energia, desde que o ganho de energia seja comprovado.

Resíduos que possuem um alto poder calorífico interno (PCI) e ainda contêm em suas composições componentes como o cálcio, sílica e alumínio, podem ser utilizados como matéria-prima, e, assim, podem substituir as matérias-primas convencionais e também serem queimados como combustíveis secundários.

Já os resíduos com baixo PCI, por não possuírem nenhuma dessas características, não podem ser coprocessados como combustível secundário devido à legislação vigente; sendo a queima em fornos rotativos de cimento considerados como destruição de resíduo, não havendo nenhuma substituição térmica (BELATO, 2013). Todavia, caso sua composição química seja semelhante a das matérias-primas, esses resíduos podem ser queimados a fim de substituí-las, sendo consideradas matérias-primas secundárias. Nos Estados Unidos, resíduos industriais como escória de alto-forno e cinzas provenientes da combustão de carvão são utilizados como matérias-primas secundárias com o propósito de diminuir o uso de matérias-primas convencionais, uma vez que são necessárias até 1,7 toneladas de matérias-primas para cada tonelada de clínquer produzido. (KAPUR *et. al*, 2009).

A tabela 1 apresenta alguns exemplos de resíduos utilizados como combustíveis de substituição.

Tabela 1: Poder calorífico de combustíveis de substituição.

Combustíveis de substituição	Poder Calorífico médio (kJ/Kg)
Coque	35.000
Pneus	25.830
Óleo usado	34.350
Resíduos da indústria do papel	20.000
Plástico	22.180
Embalagens	22.180
Resíduos da indústria têxtil	20.090
Combustível derivado do resíduo – (CDR)	22.880
Farinha animal e gorduras	22.700
Resíduo sólido urbano	15.860
Madeira	13.350
Solventes	24.500
Resíduos de tapete	20.000
Lodos de ETE – 23% de umidade	11.000

Fonte: UBA, 2006.

A resolução acabou por disciplinar os tipos resíduos passíveis de coprocessamento, destacando como resíduos e substitutos de combustíveis tradicionais os seguintes (BELATO, 2013) (ABCP, 2012) (SNIC, 2011): solos contaminados com óleo, resíduos petroquímicos, polipropileno, polietileno, PVC, poliéster e acrílico, corantes, tintas e vernizes, catalisadores usados, produtos fotográficos, materiais de refino, látex, colas, madeira contaminadas, embalagens de produtos químicos, lodo de esgoto, solventes, resíduos oleosos e resíduos têxteis, óleos usados (de carro e fábricas), graxas, lamas de processos químicos e de destilação, resíduos de empacotamento e de borracha, pneus, ossos de animais e grão vencidos, entre outros. Já os principais tipos de resíduos substitutos de matérias primas são (ABCP, 2016): lama com alumina (alumínio), lamas siderúrgicas (ferro), areia de fundição (sílica), terras de filtragem (sílica), resíduos da fabricação de vidros (flúor), gesso, cinzas e escórias.

Esta Resolução excetua resíduos domiciliares brutos, resíduos de serviços de saúde, os radioativos, explosivos, organoclorados, agrotóxicos e afins. E, em geral, a indústria de cimento Portland nacional “trata” de resíduos gerados nas plantas das indústrias siderúrgicas – alcatrão, moinha de coque e finos de carvão vegetal – e na agroindústria – casca e palha de arroz (SNIC, diversos anos).

De acordo com os estudos de Santi e Sevá Filho (1999), muitos dos principais tipos de resíduos empregados no coprocessamento têm relação direta com os

disponíveis nas regiões onde as fábricas estão instaladas, reduzindo, dessa forma, os gastos com frete.

Em síntese, mesmo os fornos de clínquer serem tecnicamente capazes de coprocessar até 100% de combustíveis alternativos, existem limitações práticas. Estas limitações podem ser em relação ao processo produtivo; como propriedades químicas significativamente diferentes entre os combustíveis alternativos e os combustíveis convencionais como baixo poder calorífico, teor de umidade elevado e alta concentração de cloro e outras substâncias-traço. Como também, limitações políticas e jurídicas. Isso se deve ao fato de que a taxa de substituição de combustíveis convencionais por alternativos será maior, se a legislação local de gestão de resíduos restringirem a disposição em aterros e permitir a coleta de resíduos controlados, possuir um sistema adequado de coleta de resíduos e o tratamento dos combustíveis alternativos (BELATO, 2013).

Podemos concluir que os choques do petróleo levaram à diversificação dos combustíveis utilizados na indústria de cimento, tornando sistemático, embora em escala reduzida, o emprego de resíduos industriais para gerar energia (SANTI, 2003).

A tabela 2 mostra os resíduos mais utilizados na Alemanha para o coprocessamento. Verifica-se que o maior volume são os resíduos industriais (53,7%), sendo outros resíduos listados também gerados em indústrias, como solventes (3,4%), óleos usados (2,2%), e alguns lodos de ETE (9,9%). Estas informações revelam como esta tecnologia é importante para destinação de resíduos industriais. Nota-se também, que os resíduos domiciliares possuem uma boa representatividade (11%), revelando o potencial deste resíduo como combustível de substituição (JANZEN, 2013).

Tabela 2: Uso de combustíveis alternativos na Alemanha.

Resíduo	1000 t/ano	%
Pneus	286	9,3%
Óleo usado	66	2,2%
Resíduos industriais:		
• Indústria de Papel	63	2,1%
• Plástico	474	15,5%
• Indústria têxtil	10	0,3%
• Outros	1096	35,8%
Gorduras e farinha de animais	187	6,1%
Resíduo domiciliar preparado	336	11,0%
Madeira	8	0,3%
Solventes	104	3,4%
Lodos de ETE	304	9,9%
Outros	125	4,1%
TOTAL	3.059	

Fonte: JANZEN, 2013.

No Brasil, a Deliberação Normativa nº 154 de 25 de agosto de 2010, regulamenta o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer e introduz a possibilidade de se coprocessar resíduos domiciliares após pré-tratamento ou tratamento, desde que seu poder calorífico inferior seja de, no mínimo, 1500 kcal/kg

No município de Cantagalo, no estado do Rio de Janeiro, o coprocessamento de resíduo sólido urbano (RSU) foi licenciado em 1999 e desde então vem sendo utilizado na fábrica de cimento da empresa Lafarge, situada no mesmo município, sobre os procedimentos de beneficiamento em uma usina de triagem e compostagem, com posterior peneiramento; e, a fração mais fina do composto é encaminhada para as lavouras do município como fertilizante, enquanto a fração mais grossa é encaminhada à cimenteira para o coprocessamento (FEAM, 2010).

Em países da Europa, a parcela orgânica do resíduo doméstico é homogeneizada com restos de tecidos, serragem, carcaças de animais e plásticos isentos de cloro, sendo esse *blend* coprocessado nos fornos de clínquer. De acordo com dados da USEPA de 2003, os testes de queima têm revelado eficiência de destruição e remoção dos constituintes dos resíduos coprocessados, em um percentual de 99,99% para os resíduos orgânicos estáveis (FEAM, 2010).

Isso foi possível, pois em alguns países europeus, houve a proibição de disposição de resíduos sólidos em aterros, o que acabou por contribuir com o fortalecimento da técnica de coprocessamento. No caso brasileiro, embora não

exista a proibição expressa como na Europa, a PNRS estabelece que os resíduos somente podem ser dispostos em aterros após terem sido esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento, o que leva para o aumento da utilização da prática também no país. Contudo, no Brasil, os RSU ainda não são amplamente utilizados no coprocessamento em fornos de clínquer, devido a fatores como; a heterogeneidade, granulometrias variadas e alto teor de cinzas, somados aos valores de PCI, que acabam sendo abaixo de valores encontrados para outros substitutos de combustíveis.

A Resolução CONAMA 264 define também, valores máximos para a emissão de certos poluentes e, a fim de evitar riscos caso tais limites ultrapassem, obriga a instalação de intertravamento que interrompe a alimentação do resíduo quando, por exemplo: há queda da temperatura normal de operação; falta energia elétrica; a temperatura interna no precipitador eletrostático atinge valores acima de 200°C, o que poderia comprometer sua eficiência de retenção de partículas; e os monitores de CO, O₂ e dos equipamentos de controle de poluição não funcionam perfeitamente (BELATO, 2013).

Vale mencionar, que o resíduo utilizado no coprocessamento, não deve alterar a qualidade técnica, ambiental e de segurança ocupacional do cimento, não podendo agregar substâncias ou elementos em quantidades que afetem os padrões. De acordo com Carvalho *et al.* (1996), para que estes resíduos possam ser utilizados, alguns fatores são determinantes:

- Quantidade disponível: este é um fator de suma importância, visto que os fornos funcionam e demandam uma alimentação de resíduos continuamente para que a temperatura e as características de chama sejam constantes. Qualquer variação no tipo de combustível utilizado pode trazer instabilidade ao forno podendo impactar no produto final.
- Uniformidade: relacionada ao item anterior, pois se o resíduo for muito heterogêneo a qualidade da chama, bem como a temperatura podem alterar o comportamento do forno. Os resíduos podem possuir grandes variações e por isso é fundamental ser homogêneos na sua preparação e/ou estocagem.
- Composição e presença de materiais traço: concentrações de produtos danosos à qualidade do produto ou que alterem o nível de emissões atmosféricas devem ser controlados, pois podem afetar a composição do clínquer ou interferir nas emissões. Como exemplo, a presença de metais

pesados pouco interfere na qualidade do produto, porém são quase inteiramente misturados no clínquer estando presentes no produto final. Também, o ferro e o manganês interferem na coloração do clínquer interferindo na qualidade do produto. E, o cloro pode gerar crostas e arcos dentro do forno interferindo no escoamento do material (JANZEN, 2013).

Conforme Hansen (2003), quando se faz uso de resíduos como combustíveis nos fornos de cimento, é bastante importante conhecer cada um destes resíduos, bem como as alterações que estes podem ocasionar na qualidade, na operação do forno e nas emissões de poluentes.

Quando se iniciou a tecnologia de coprocessamento em fornos de clínquer nas cimenteiras de Cantagalo, por volta da década de 1990, foram publicados muitos trabalhos em resposta às denúncias sobre o desconhecimento de causa-efeito do coprocessamento na saúde dos operários dessas fábricas. A preocupação veio do fato de que parte dos materiais poluentes podem ser incorporados ao clínquer e ainda outra fração, dispersa juntamente com as emissões atmosféricas, impactando negativamente a saúde e o meio ambiente (ROCHA *et al.*, 2011). (MILANEZ *et al.*, 2009).

Fato é que ainda hoje, não são conhecidos todos os riscos provenientes do coprocessamento; o que evidencia a necessidade de se considerar o processo para além dos limites das fábricas, pois o risco de exposição de pessoas às substâncias tóxicas aumenta com o emprego de resíduos.

Quadro 1: Riscos da produção de cimento com processamento de resíduos.

RISCO POTENCIAL	CENÁRIO PROVÁVEL
Transporte de resíduo: acidente com vazamento ou derramamento de substâncias tóxicas.	Contaminação do solo, de corpos d'água e poluição do ar, intoxicação da população vizinha; danos à fauna e flora.
Manuseio de resíduo: derramamento ou contato acidental.	Exposição dos trabalhadores, com intoxicação aguda; desenvolvimento de doença ocupacional.
Estocagem de resíduo: vazamento ou derramamento	Intoxicação de pessoas; incêndio (no caso de resíduo inflamável); contaminação do solo e lençol freático.

Identificação incorreta dos resíduos: acidentes em decorrência de operação com material desconhecido.	Explosão devido à incompatibilidade de materiais; intoxicação de pessoas; poluição atmosférica.
Moagem de resíduos	Emissão de compostos orgânicos voláteis perigosos; explosão; corrosão de equipamentos.
Alimentação de resíduos: derramamento ou contato acidental; explosão.	Exposição de trabalhadores a substâncias tóxicas; incêndio.
Poluição atmosférica: emissão de substâncias poluentes tóxicas pelas chaminés da planta.	Comprometimento da saúde pública; danos à flora e fauna; poluição de águas superficiais.
Alteração na qualidade do cimento pela incorporação da fração inorgânica dos resíduos.	Exposição dos trabalhadores da construção civil aos componentes tóxicos; desenvolvimento de doenças ocupacionais.
Acúmulo de resíduos em pontos da planta industrial.	Exposição dos trabalhadores a substâncias tóxicas em operações de manutenção; desenvolvimento de doenças ocupacionais.

Fonte: SANTI e SEVA, 1999.

Logo, a fim de atender as demandas mundiais de crescimento, todas as indústrias, inclusive a indústria de cimento está alterando seus processos produtivos, na busca de ser cada vez mais eficiente quanto o uso e reuso e à reciclagem de matérias-primas, de energia e de resíduos. Em virtude disso, as cimenteiras, conhecidas como grandes consumidoras de energia e de recursos naturais, têm procurado estratégias mais sustentáveis de fontes de energia e recursos naturais, como o coprocessamento. Esta prática vem se expandido devido à necessidade crescente de uma destinação ambiental e socialmente mais adequada de resíduos provenientes de diversos processos industriais.

Contudo, a grande preocupação atual é com a garantia da eficiência de destruição de resíduos perigosos no processo de queima de combustíveis alternativos, para que os níveis de emissões de poluentes sejam, pelo menos, considerados aceitáveis e seguros do ponto de vista ambiental.

1.2.1. As vantagens e desvantagens do coprocessamento

A importância do coprocessamento está no fato de que, para o setor produtivo do cimento, a atividade relacionada ao tratamento de resíduos em fornos de clínquer “constitui uma das formas mais eficientes e econômicas de destruir e reciclar resíduos em grande volume” (KIHARA, 1999). Isso porque, condições como as altas temperaturas e longo tempo de residência, alta turbulência dos gases, ambiente alcalino e oxidante, estabilidade térmica, levam à destruição total dos resíduos sem geração de novos resíduos, com eventuais cinzas sendo incorporadas ao clínquer.

Além disso, a utilização de resíduos em fornos de cimento diminui a demanda por locais para aterros e incineradores, aumenta a vida útil dessas instalações e reduz os impactos ambientais, incluindo a poluição potencial do lençol freático, a geração de metano e de cinzas perigosas.

Os fornos de cimento têm um papel fundamental no gerenciamento e na disposição de resíduos perigosos, uma vez que o coprocessamento permite que a indústria do cimento desempenhe papel preponderante referente aos resíduos sólidos de outros setores industriais como uma alternativa ambientalmente sustentável e economicamente viável, em condições estritamente controladas, dentro do marco regulador existente. O coprocessamento de resíduos nas cimenteiras pode assim, contribuir para a preservação do planeta e dos seus recursos naturais, uma vez que aumenta a vida útil das jazidas de argila e calcário ao substituir matérias-primas requeridas para a fabricação do cimento; além dos combustíveis tradicionais, sendo considerado, portanto, um impacto ambiental positivo (ROCHA *et al.*, 2011).

Acredita-se que as cimenteiras que fazem uso da técnica de coprocessamento obtém vantagem estratégica ao melhorar sua imagem institucional, passando-se por empresa cidadã, além valorizar suas relações com órgãos governamentais e grupos ambientalistas, uma vez que tratam os resíduos (FIALHO *et al.*, s/d).

Os fornos de cimento podem ser utilizados também para recuperação de energia de diversos resíduos não perigosos tais como pneus, biomassas, assim como de resíduos perigosos. Ao fazer uso dos resíduos, reduzem-se a quantidade de combustíveis fósseis tradicionais, os impactos ambientais associados à

exploração, à produção, ao transporte e à queima desses combustíveis, assim como se minimiza a exploração mineral. Vale salientar que a matriz energética fóssil é responsável por cerca de 50% dos custos de produção (SNIC, diversos anos). Assim, com a utilização de resíduos industriais como combustível complementar aos convencionais e aos resíduos de origem vegetal a partir de 1990, a indústria cimenteira passou a assumir um status singular, visto que em vez de pagar pelos combustíveis, ela passou a faturar com a recepção de resíduos para coprocessamento. Desse modo, as cimenteiras diminuíram o custo da produção, apresentando vantagens ambientais e econômicas.

A incineração, dentre as tecnologias de tratamento, tem a maior capacidade de destruição e controle da maior variedade de resíduos. Todavia, devido à alta tecnologia envolvida na fabricação do cimento, desde os equipamentos pesados da linha de produção até o controle e características da combustão, propiciaram a destruição e aproveitamento de resíduos industriais no processo de produção do clínquer. Também, devido aos preços atrativos, o coprocessamento de resíduos nas cimenteiras, passou a despertar o interesse do setor industrial gerador de grandes quantidades de resíduos. O preço para incineração varia entre US\$1000 e US\$3000 a tonelada, dependendo do tipo de resíduo, contra US\$150 a tonelada para serem dispostos em aterro. Já a queima em fornos de cimento varia de US\$ 100 a US\$700. Assim essa alternativa chega a ser de 5 a 10 vezes mais barata que as formas convencionais de incineração (MARINGOLO, 2001).

É interessante destacar, que opções de menor custo ou que possam dar retorno financeiro, são normalmente as mais requisitadas para o tratamento dos resíduos. Isso faz com que infelizmente o setor industrial não reduza a geração de seus resíduos, uma vez que a destinação aos fornos de clínquer das cimenteiras oferece resultados “rápidos e eficientes”, da “destruição definitiva” de seus resíduos durante a prática do coprocessamento. Desse modo, como afirma Santi (2003), a vantagem econômica colabora para a adoção da prática do coprocessamento, porém as diretrizes estabelecidas para o gerenciamento de resíduos no contexto do desenvolvimento sustentável não são desempenhadas.

Também, apesar de algumas das vantagens apresentadas nos parágrafos anteriores, vários estudos apontam que ainda que o processo de fabricação do cimento não produza resíduos sólidos diretamente, já que as cinzas provenientes da queima dos combustíveis no forno rotativo são normalmente incorporadas no próprio

clínquer, as indústrias cimenteiras apresentam elevado potencial poluidor associado às emissões de diversos poluentes. Como exemplo, é intrínseca do processo de produção do cimento a emissão de CO₂ na transformação química da matéria-prima em cimento (MARINGOLO, 2001), como pelo uso excessivo de combustíveis fósseis, o que aumenta significativamente a emissão deste poluente. Embora se afirme que o coprocessamento auxilia na redução do uso dos combustíveis fósseis, muitos resíduos, como pneus e solventes, utilizados nessa prática, são igualmente derivados do petróleo e sua queima também favorece o processo das mudanças climáticas (MILANEZ, 2007).

Os fornos rotativos onde o clínquer é formado estão entre as maiores fontes de emissão de dióxido de carbono, do material particulado, o poluente de maior incidência nas cimenteiras, e os óxidos de enxofre e de nitrogênio, os principais responsáveis pela chuva ácida; além de poluentes atmosféricos perigosos, destacando-se os metais tóxicos como mercúrio, chumbo, cádmio, arsênio e cromo e os ácidos halogenados (SANTI, 2003).

Outras substâncias perigosas relacionadas aos fornos de clínquer são as dioxinas e furanos. Alguns trabalhos como de Rocha *et al.* (2011), Assunção *et al.* (1999) indicam forte relação entre a exposição crônica a dioxinas e furanos e o aumento de incidência de câncer, problemas reprodutivos, deficiência imunológica e problemas do sistema endócrino, incluindo diabetes mellitus, níveis de testosterona e do hormônio da tireoide alterados, danos neurológicos incluindo alterações cognitivas e comportamentais em recém-nascidos de mães expostas à dioxina, danos ao fígado, elevação de lipídios no sangue, o que se constitui em fator de risco para doenças cardiovasculares e danos à pele.

Como essas substâncias se acumulam na gordura, através do fenômeno conhecido como Biomagnificação, ocorre um acúmulo progressivo dessas substâncias de um nível trófico para o outro ao longo da teia alimentar, aumentando assim, sua concentração ao longo da cadeia alimentar. Estudos norte-americanos têm mostrado que a maior fonte de dioxina no país é a da alimentação, sendo encontrada principalmente na carne, no leite e seus derivados. Portanto, ainda há hesitação em relação às quantidades consideradas seguras para sua emissão, visto que as rotas de exposição incluem exposição direta pelas emissões atmosféricas e de chaminés e exposição indireta pela contaminação do solo e produtos alimentícios, água e outros (ASSUNÇÃO *et al.*, 1999) (USEPA, 1995).

Não é indiscutivelmente conhecida a formação das dioxinas e furanos durante o coprocessamento dos resíduos, uma vez que, essas substâncias podem já estar presentes nos resíduos utilizados, ou podem ser produzidas em razão da presença de precursores como os benzenos clorados ou ainda a partir de outros compostos não considerados diretamente perigosos, como hidrocarbonetos clorados, íons de cloreto inorgânico ou plásticos (ASSUNÇÃO *et al.*, 1999).

Apesar das altas temperaturas dos fornos de cimento serem suficientes para destruir as dioxinas e furanos, existe a possibilidade desses compostos se formarem novamente na fase de resfriamento dos gases (SWEETMAN *et al.*, 2004). Conseqüentemente, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos considera os fornos de cimento uma das maiores fontes de poluição atmosférica por contaminantes perigosos, como as dioxinas e furanos (SIDHU, 2001). De acordo com a Convenção de Estocolmo, fornos de cimento que coprocessam resíduos perigosos são citados como uma “fonte industrial que possui o potencial de formação e liberação comparativamente alto dessas substâncias químicas para o ambiente”. É principalmente através dos processos de combustão, que ocorrem as emissões de dioxinas e furanos para a atmosfera, sendo esses compostos detectados em todas as matrizes ambientais: água, ar, solo, sedimentos, animais e vegetais.

Alguns poluentes exigem um controle sofisticado e, contudo, o coprocessamento pode intensificar o aumento desses, como amônia e cloro (substâncias irritantes), compostos orgânicos voláteis e metais pesados, que conforme a USEPA (1995), correspondem a cerca de 1% da massa de material particulado emitido na planta de clínquer. Dos metais que apresentam toxicidade (antimônio, arsênio, berilo, cádmio, cromo, cobalto, chumbo, manganês, mercúrio, níquel e selênio, telúrio, tálio, vanádio, estanho) cinco deles são conhecidos ou suspeitos de serem carcinogênicos: arsênio, berilo, cádmio, cromo hexavalente e níquel (MEIRELES, 2015).

A seguir, o quadro 2 mostra um breve resumo sobre as características e efeitos na saúde, relacionado aos principais metais pesados encontrados nos resíduos que formam os *blends*.

Quadro 2: Quadro sinótico dos metais pesados.

Metal	Característica	Efeitos na saúde
Arsênio	Liberado para a atmosfera na forma de material particulado, o arsênio sofre dispersão pelos ventos, que é a principal forma de deslocamento pela atmosfera. Seu tempo de permanência na atmosfera é estimado de 9 dias, dependendo do tamanho da partícula e condições da atmosfera. Além dos compostos inorgânicos pode estar também na forma de compostos orgânicos voláteis, mas na sua maior parte existe como material particulado. A principal forma de exposição é pela ingestão de alimentos ou água, sendo mínima pela inalação.	Dor abdominal, vômito, diarreia, vermelhidão da pele, dor muscular e fraqueza. Estudos relatam lesões dérmicas, como hiper e hipopigmentação, neuropatia periférica, câncer de pele, bexiga e pulmão, e doença vascular periférica, lesões dérmicas
Bário	A entrada do bário no ambiente se dá principalmente durante processos de mineração, queima de carvão e óleo. Alguns compostos dissolvem facilmente em água e são encontrados em lagos, rios e córregos. A exposição à bário ocorre a baixos níveis pela inalação do ar ambiente e especialmente por ingestão de água e alimentos.	A ingestão de água com altos níveis de bário pode causar em curto prazo dificuldade para respirar, aumenta pressão arterial, fraqueza muscular, danos no fígado e baço.
Cádmio	É um dos 11 metais da lista da EPA de poluentes tóxicos persistentes e biocumulativos. A liberação na atmosfera é causada por processos em altas temperaturas. O cádmio e compostos do metal possuem baixa pressão de vapor e ficam na forma de partícula em suspensão. O material particulado pode ser transportado a longas distâncias da fonte	Manifesta-se na forma de pneumonia química aguda ou edemas pulmonares. A toxicidade crônica é devida a uma exposição prolongada de concentrações baixas de Cd. Pode resultar em doença crônica obstrutiva pulmonar, enfisemas, doenças crônicas renais, efeitos no sistema

	geradora pois o tempo de residência na atmosfera é de 1 a 10 dias. Por serem compostos estáveis, são transportados pelo vento e sofrem deposição seca ou úmida. Em relação as vias de exposição, existe adsorção dérmica e inalação de particulados finos em suspensão.	cardiovascular e ósseo.
Cobre	O processo de combustão gera partículas de óxidos de cobre, ao quais permanecem na atmosfera por 7 – 30 dias e dispersam longe da fonte de emissão; sendo que partículas $>5\mu\text{m}$ se depositam por gravidade enquanto as menores sofrem deposição seca ou úmida. A via de entrada de cobre no organismo é oral pela dieta ou ingestão de água.	Patologia pulmonar que pode levar a câncer no pulmão e à cirrose do fígado.
Chumbo	Na atmosfera o chumbo se encontra na forma de material particulado, sofrendo transporte e deposição seca ou úmida no meio. O tamanho da partícula influencia no transporte e deposição, pois partículas grandes ($>2\mu\text{m}$) sedimentam próximo da fonte e as pequenas são transportadas por quilômetros de distância. A taxa de adsorção dérmica é reduzida, sendo menor do que a inalação ou ingestão.	Carcinogênico. As partículas de chumbo podem depositar no trato respiratório e passar para o sistema circulatório. As partículas se depositam principalmente nos alvéolos pulmonares.
Cromo	Liberado para a atmosfera por processos naturais como por processos industriais, principalmente processo de combustão como fabricação de cimento. O cromo está na atmosfera na forma de partículas, cujo tamanho e densidade influenciam no seu transporte. A deposição ocorre no solo e na água por sedimentação ou pelas chuvas. A principal via de introdução é pulmonar, na forma de vapores, névoas, fumos e poeiras. A adsorção por via oral é	Após adsorvido é transportado pelo sangue para vários órgãos do corpo, sendo a principal retenção nos pulmões, devido à inalação das partículas.

	variável e pode penetrar pela pele de maneira significativa.	
Mercúrio	Tem longo tempo de residência na atmosfera e é considerado um contaminante da cadeia alimentar. As partículas se depositam próximas as fontes de emissão, sendo a dispersão influenciada principalmente pela altura da chaminé, os ventos e temperatura do efluente gasoso. Na forma de vapor a deposição é mais difícil podendo permanecer na atmosfera de 4 meses a 4 anos.	A inalação pode causar hemoptose, cianose, pneumonite e estresse respiratório; além de comprometimento pulmonar permanente. Irritabilidade, perda de memória, anormalidades nos reflexos, irritação cutânea, edema e pústula ulcerosa nas extremidades dos dedos.
Zinco	O zinco está presente no ar na forma de partículas muito finas, que podem ser transportadas pelos ventos, chegando às águas e solo por deposição seca ou úmida. Pode ser absorvido por ingestão de água e alimentos ou por inalação de poeiras chegando aos pulmões. A quantidade absorvida por via dérmica é pequena.	A inalação de óxidos de zinco pode impedir a função pulmonar temporariamente. O cloreto de zinco é o mais nocivo e corrosivo em contato com as mucosas da nasofaringe e trato respiratório. Estudos de caso descritos para humanos incluem efeitos de dispneia, tosse, pneumotórax e pneumonite pela irritação do trato respiratório. Os efeitos gastrintestinais por exposição a altas concentrações de fumos de óxidos de zinco podem resultar em náuseas. Quando há ingestão de sulfato de zinco, a mesma pode resultar em vômitos, diarreia e dor abdominal.

Fonte: Adaptado de SIQUEIRA (2005).

É importante afirmar que o cimento, ainda que não seja produzido utilizando resíduos, sempre possuirá concentrações de metais. Isso porque, mesmo as matérias-primas e os combustíveis tradicionais também possuem metais pesados, muitas vezes acima de alguns resíduos (GENDEBIEN *et al.*, 2003).

Os metais são considerados como substâncias traço por aparecerem algumas vezes em concentrações muito baixas, todavia, devem ser monitorados pelo potencial de poluição, uma vez que não são destruídos durante o processo, mas sim, distribuídos entre as emissões atmosféricas e a cinza incorporada ao produto. Os metais mais voláteis, como o mercúrio, por exemplo, que volatiliza entre 120 e 150°C são emitidos pelas chaminés. Já os metais semivoláteis, como o cádmio e o chumbo, recirculam no processo pela variação de temperatura. Estes volatilizam nas regiões onde se encontram as temperaturas mais elevadas e condensam nas regiões com temperaturas menores, podendo parte destes metais incorporar ao clínquer. Contudo, a maioria dos metais, os não voláteis, é incorporada ao clínquer e estarão no produto final (SANTI, 2003). Após a cura do cimento os metais ficam inertizados, entretanto todos os envolvidos no processo de fabricação e utilização ficam expostos a estes contaminantes, desde os funcionários da indústria e trabalhadores da construção civil que acabam entrando em contato e aspiram partículas de cimento (MILANEZ *et al*, 2009). Estudos de Gendebien *et al.* (2003) evidenciam que a concentração de metais no clínquer tende a aumentar com a utilização de resíduos como combustíveis e matéria-prima.

Nas atividades de destinação de resíduos, estão presentes materiais perigosos de diferentes origens, tendo um significativo potencial de impacto ambiental, visto que durante todas as fases – armazenamento no gerador, transporte, preparação e destinação final -, há inúmeros riscos tais como, vazamento, incêndio, derramamento e acidentes rodoviários.

O transporte pode apresentar um grande risco de contaminação, em virtude das condições dos meios de transporte (caminhões e trens), bem como das precárias condições das rodovias do país, o que o coloca numa situação de maior risco que outros países, bem como pela maior média de distâncias, visto ser um país continental em processos de carga e descarga.

Outro tema bastante relevante é o coprocessamento de pesticidas (KARSTENSEN *et al.*, 2006). Embora se acredite que o processo de apresenta condições favoráveis (elevadas temperaturas, longo tempo de residência, boas condições de turbulência e de mistura), para o tratamento desses resíduos perigosos, o coprocessamento desses resíduos requer um afinado sistema de monitoramento e controle de efluentes atmosféricos na produção do cimento. Do contrário, a gerência inadequada de pesticidas obsoletos e outros produtos químicos

perigosos constituem uma grave ameaça para a saúde pública e para o meio ambiente.

Rocha *et al.* (2011) relatam alguns estudos de saúde ocupacional e ambiental na produção do cimento e no coprocessamento em países em desenvolvimento, onde há grandes situações de exposição aos riscos, que acabam por configurar em sérios problemas de saúde; em virtude dos funcionários trabalharem sem equipamentos de proteção individual e em ambientes inadequados e, quando recebem tais equipamentos, não são usados adequadamente.

Segundo estudo conduzido por Pinto Junior *et al.* (2009) na região de Cantagalo, no Estado do Rio de Janeiro, os trabalhadores informaram as más condições de trabalho e segurança da atividade, citando a dificuldade para troca de material de segurança: *“O filtro tem que usar pelo menos seis meses. Às vezes com dois meses já passava cheiro. O material era tão forte. Aí começava aquele problema: a firma não queria dar outro filtro, porque não pode, tem que economizar. Aí que muita gente passava mal, dava tonteira, dava dor de cabeça”*. (p.4)

Foram percebidos em estudos diversos, com consentimento dos trabalhadores, alguns possíveis sinais e sintomas devido a contato direto aos resíduos, como: redução da libido por exposição ao Pó branco, chamado de “varreduras diversas”, oriundo de fábrica de pneus; náusea, dor de cabeça e irritação na pele provenientes da exposição à “Argila ácida de reatores”. Os resíduos líquidos são fortemente associados a queixas respiratórias e oculares; e cefaleia seguida de diarreia quando trabalham com “resina fenólica”. Alguns pesquisadores alertam para o significativo aumento da incidência de infertilidade masculina devido a determinados resíduos de processos industriais, bem como, o risco de carcinogênese na exposição a hidrocarbonetos policíclicos aromáticos presentes em resíduos provenientes de certos segmentos industriais (PINTO JUNIOR *et al.*, 2009) (QUEIROZ *et al.*, 2006) (SISINNO *et al.*, 2003).

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são emitidos por fontes naturais como vulcões ou antropogênicas como pela queima de combustíveis, resíduos industriais e muitos processos térmicos dão origem a essas substâncias. A presença de um composto no resíduo é suficiente para classificá-lo como resíduo perigoso e, dessa forma, a identificação desses HPAs em resíduos é de relevante interesse para a saúde pública, uma vez que pode ocorrer contaminação humana direta – por contato com o resíduo (no manuseio, no tratamento ou na disposição)

ou indireta – causada pelo destino final inadequado dos resíduos e consequente contaminação ambiental do solo, corpos d'água e ar (SISINNO *et al.*, 2003).

Assim, estes estudos apontam que há um grande aumento dos riscos aos quais os trabalhadores de indústrias cimenteiras estão expostos, por conta da precariedade dos procedimentos de segurança e dos equipamentos de monitoramento ambiental. Assim, é de extrema importância que os processos sejam tecnicamente orientados, a fim de diminuir tais riscos. Para isso, em países europeus como a Alemanha, faz-se uso da automação dos processos, contudo, o mesmo não ocorre no Brasil, onde a maioria das vezes os processos são manualmente conduzidos (MILANEZ *et al.*, 2009).

Outro grande problema relacionado ao coprocessamento de resíduos em forno de clínquer relativo às emissões atmosféricas é o material particulado, que pode ser inalado ou ingerido pelas pessoas, se não for retirado por equipamentos específicos (SCHUHMACHER *et al.*, 2002). Existem várias fontes de material particulado no processo de fabricação do cimento, desde a extração, britagem, moagem, transporte de matérias-primas, passando por todo processo até o ensacamento do produto final, sendo esse, portanto, um dos maiores impactos das fábricas de cimento.

Os poluentes emitidos no processo de fabricação do cimento podem ser dispersos a grandes distâncias, ocasionando a contaminação do ambiente atmosférico nas proximidades das indústrias. Desse modo, além dos trabalhadores, populações que vivem em regiões circunvizinhas às fábricas também estão expostas aos riscos. Alguns estudos atestam que residir em localidades próximas às fábricas de cimento representa um fator de risco para o desenvolvimento de doenças causadas pela inalação de metais pesados (QUIROZ, 2011) (YANG, 2003), doenças respiratórias crônicas e alterações na função pulmonar (AUGUSTO JUNIOR *et al.*, 2014). Contudo, a emissão destes poluentes e seus impactos podem ser minimizados por filtros de mangas ou eletrofiltros, equipamentos instalados na saída do pré-aquecedor, com o objetivo de reduzir a concentração de pó, e assim, necessários para atingir os limites da legislação. Entretanto, para tanto, há um significativo aumento no custo do processo.

Na maioria das cimenteiras, não são instalados equipamentos para o controle de emissão de gases de combustão, vapores de sais metálicos ou outras substâncias perigosas originadas no processo (SANTI e SEVÁ FILHO, 1999).

Embora existam legislações específicas e sistemas de controle ambiental nas chaminés dos fornos dessas fábricas, ainda existem incertezas quanto à sua capacidade de evitar a emissão de poluentes e materiais tóxicos, visto que os fornos de cimento são desenhados para a produção de cimento, e não para a queima de resíduos perigosos (ACHTERNBOSCH, 2003).

No tocante à preocupação com o meio ambiente, muitos trabalhadores descrevem graves situações de contaminação ambiental por extravasamento de resíduos degradando cursos d'água e emissões através das chaminés das fábricas. Trabalhadores relataram em estudos de Pinto Junior *et al.* (2009) que os mecanismos de monitoramento eram desligados automaticamente quando os parâmetros eram extrapolados/alterados e que durante a noite, quando órgãos fiscalizadores não trabalham, a poluição é acentuada, conforme relato a seguir: *“De noite então... de noite é que nós aproveitávamos pra queimar resíduo mesmo, porque lá na fábrica não tem quase vizinhança, ninguém tá vendo quase nada. Ih, rapaz, de noite era fumaça direto na atmosfera. Quer dizer, vamos empurrar mais, vamos empurrar mais, pra queimar logo aquela carreta pra botar outra que tá chegando, que já chegou”*. (p.4)

Também, a postura de convivência com as práticas poluentes das cimenteiras que realizam o coprocessamento de resíduos é característica marcante, em alguns estudos que mostram a atitude de órgãos ambientais quando solicitados através de denúncia. No estudo de Pinto Junior *et al.* (2009), um representante do IBAMA tenta convencer os moradores residentes próximos a cimenteiras que coprocessam resíduos, que seria "tecnicamente impossível" demonstrar que são os resíduos aéreos provenientes da empresa os causadores dos problemas de saúde que as pessoas ali enumeravam.

Além do mais, a representante cobra paciência para com a empresa suspeita de ser contaminante, alegando que esta exercia importante função social de tratar os resíduos industriais. Desse modo, a atitude do representante do IBAMA, exemplifica a lógica social perversa que impõe aos mais pobres e às etnias discriminadas os principais riscos ambientais do modo de produção capitalista, ao justificar o sacrifício local em nome do "bem geral".

Segundo Janzen (2013), para que a correta gestão dos resíduos seja feita, é fundamental que novas tecnologias para tratamento de resíduos industriais não recicláveis sejam pensadas. Desse modo, o coprocessamento na indústria do

cimento se bem operado, é uma importante alternativa para a redução dos impactos ambientais oriundos da destinação de resíduos. É preciso pensar em tecnologias que entendam que o nível de emissão dos poluentes atmosféricos depende das características tecnológicas do processo industrial; da composição química e mineralógica das matérias-primas e dos combustíveis empregados, da marcha operacional do forno e da eficiência dos sistemas de controle de emissão instalados, e assim, relacionem todas essas variáveis para o excelente desempenho da atividade.

Todavia, para Maringolo (2001), mesmo em países descritos como grandes detentores de alta capacidade tecnológica, de sistemas eficazes de controle ambiental, de legislação ambiental rigorosa, com ótima escolaridade e disponibilidade de técnicos treinados, como Alemanha, Inglaterra e Estados Unidos, o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer ainda assim expõe o meio ambiente e a saúde da população ao risco. Para reforçar esse pensamento, o autor elucida alguns exemplos como: a intoxicação através de contaminação de hortas pela emissão de material particulado contaminado por tálio do processo de coprocessamento em Lengerich, na Alemanha e, a ocorrência de doenças respiratórias entre crianças que viviam próximas à fábrica de cimento de Ribble Valley, na Inglaterra, em comparação com outras que moravam entre 9 e 19 km da planta. A fábrica se caracteriza por substituir metade do carvão por “combustível líquido reciclado”, um coquetel de alto teor calórico, composto por resíduos perigosos, resíduos de solventes e outros hidrocarbonetos.

De acordo com Milanez *et al.* (2009) estudos revelam que as populações que residem próximas às fábricas de cimento, particularmente das cimenteiras que realizam o coprocessamento, estão sendo prejudicadas pela poluição emitida por essas indústrias, independente do nível de desenvolvimento tecnológico das nações. Nas circunstâncias brasileiras, onde há precárias condições de operação dessas empresas, empregados não qualificados, ausência de equipamentos de proteção individual e controle ineficaz da emissão de material particulado, além da vulnerabilidade institucional, o cenário tende a agravar, resultando em uma maior incidência de problemas de saúde entre os trabalhadores expostos e a população que vive próxima às unidades produtivas.

É necessário também, que a fiscalização se faça de forma séria e que se pense com respeito às localidades vizinhas às fábricas de coprocessamento, que

convivem diariamente com esses problemas. Tais regiões e, naturalmente, suas populações acabam por ser penalizados com os impactos oriundos dessa atividade, e acabam por ser tratados como “periferia política, econômica e geográfica”, sobre a qual se joga “a parte mais ‘suja’ do desenvolvimento”, caracterizando-se, na visão de Porto (2006), situação de injustiça ambiental.

Em virtude da necessidade da destinação ambiental e socialmente correta dos resíduos oriundos dos mais diversos processos industriais, o coprocessamento de resíduos em fornos de cimento vem crescendo de forma significativa, sendo implantado em muitos países, inclusive no Brasil. Todavia, esta divide opiniões entre os pesquisadores; isso porque, uns defendem que a prática não gera impacto significativo ao ambiente e a saúde, sendo um processo vantajoso do ponto de vista ambiental e especialmente do ponto de vista econômico. Por outro lado, alguns estudiosos do assunto, defendem que o coprocessamento ainda demanda muitos estudos, objetivando conhecer melhor essa prática, a fim de compreender diversos aspectos ainda não completamente sabidos, requisitando mais estudos e pesquisas, no intuito de compreender as reais contribuições do coprocessamento de resíduos.

Em um primeiro momento, o coprocessamento apresenta-se como uma alternativa de sucesso para o tratamento dos resíduos industriais, uma vez que, beneficiam as cimenteiras, que conseguem reduzir os gastos com combustíveis processando resíduos e melhoram o seu faturamento devido à cobrança pelo serviço prestado. Também, segundo os órgãos ambientais, solucionam os problemas associados à geração e destinação de resíduos do setor indústria, visto que há o tratamento dos resíduos nos fornos de clínquer em substituição ao descarte inadequado e sem controle.

Além disso, julga-se que a sociedade admite tal prática como adequada ao tratamento dos resíduos, por acreditar que os mesmos são valorizados, ou seja, permite a redução da extração de matéria-prima, minimiza o consumo de energéticos de origem fóssil e também porque reduz o risco de contaminação ambiental associado à disposição dos resíduos em aterros.

Todavia, o uso no coprocessamento dos mais variados tipos de resíduos de diferentes indústrias, tem elevado a toxicidade nas plantas de fabricação de cimento, bem como, aumentado a toxicidade das emissões atmosféricas e dos metais pesados no cimento produzido. Isso porque, muitos destes resíduos apresentam características bastante distintas dos combustíveis convencionais, sendo que,

alguns apresentam grandes concentrações de metais pesados, de compostos organoclorados, dioxinas e furanos, intensificando assim, os riscos à saúde dos trabalhadores.

É importante ressaltar que, embora os fornos de clínquer apresentem características operacionais favoráveis ao processamento de resíduos (temperaturas elevadas, da ordem de 1.500°C, disponibilidade de oxigênio e turbulência), sendo assim, utilizados como incineradores de resíduos industriais; estes, não são projetados e nem licenciados especificamente para esse fim, o que culmina para a contaminação do ar, do solo e das águas. Nas unidades cimenteiras de Cantagalo, Rio de Janeiro, existe o licenciamento, porém, em fase de renovação.

Ao queimar resíduos com especificação variável e de comportamento pouco conhecido, deduz-se que haverá sempre algum problema com os materiais mais voláteis; que poderá ocorrer algum vazamento ou derramamento no manuseio e transporte e na estocagem dos resíduos; problemas no funcionamento e na durabilidade dos queimadores de combustível poderão acontecer, bem como, dos materiais de revestimento dos próprios fornos, do precipitador eletrostático e das chaminés e que haverá problemas com os produtos de combustão que saem pela chaminé (SANTI e SEVÁ FILHO, 1999). Além disso, na limpeza dos fornos de clínquer, aumenta os riscos à saúde do trabalhador que realiza essa limpeza e manutenção, uma vez que estão em exposição a particulados, vapores e gases.

Assim, a maior parcela dos custos da atividade recai sobre a sociedade, especialmente às vizinhas das cimenteiras, que recebem volumes constantes de material particulado e de produtos da combustão, com uma diversificação físico-química por causa da grande variedade de resíduos que são queimados sucessivamente na fábrica.

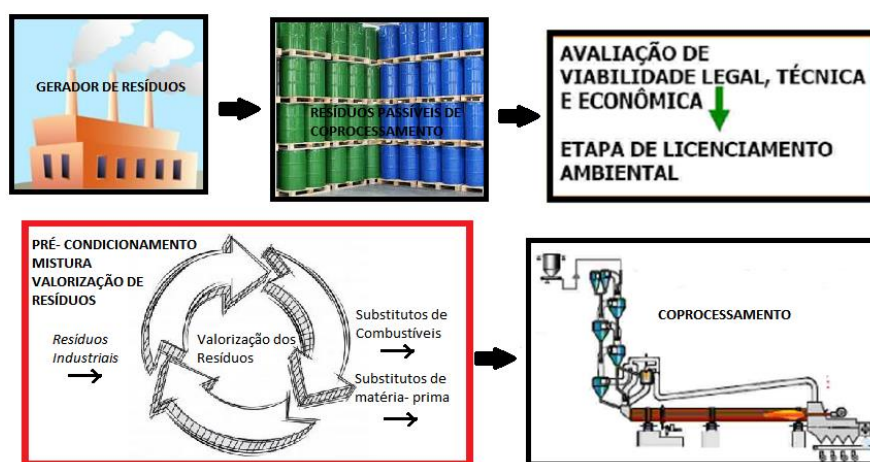
Portanto, mesmo que haja a percepção de que o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer possa ser um caminho para o tratamento dos resíduos industriais, uma vez que minimiza os riscos de contaminação devido à geração e ao descarte de resíduos industriais na região de origem, é relevante frisar que esses resíduos são enviados para os municípios cimenteiros. Desse modo, a população no entorno e os trabalhadores das fábricas de cimento são os mais afetados pela atividade, uma vez que, as cimenteiras não registram em seus balanços financeiros os custos sociais e ambientais do coprocessamento dos resíduos.

É fato que o coprocessamento no Brasil e no mundo tornou-se uma opção atraente para a destinação de resíduos devido ao menor custo para os geradores, bem como pelo aproveitamento energético obtido pelas cimenteiras que acabam por economizar matéria-prima e combustíveis. Contudo, o tratamento dos resíduos em fornos rotativos de clínquer nas cimenteiras está ocorrendo sem prévia avaliação dos impactos negativos na saúde e no meio ambiente, apresentando-se atualmente, como uma alternativa incerta para o tratamento de resíduos industriais.

1.3 A blendagem

Para a realização do coprocessamento de resíduos toda uma cadeia, bem articulada, é necessária para o desenrolar do processo. A Figura 2 apresenta todos os passos para a produção do cimento através da técnica do coprocessamento, sendo evidenciado no quadro vermelho a etapa de blendagem.

Figura 2: Etapas do Coprocessamento.



Fonte: Adaptado de GUIA RÁPIDO ESSENCIS, s/d.

Logo, a participação do setor industrial é fundamental, uma vez que, é o responsável pela geração dos resíduos utilizados pelas cimenteiras, como substitutos parciais do combustível e/ou matéria prima.

Depois de gerados esses resíduos dos mais diversos segmentos, seja ele da siderúrgica, indústria química, petroquímica, automotores, entre outros; são segregados seguindo uma divisão simples de ser passível ao coprocessamento ou não. Como dito anteriormente, a CONAMA 264, exclui, por exemplo, resíduos de

serviço de saúde, radioativos e explosivos, sendo esses, portanto, não passíveis ao coprocessamento.

Entretanto, sendo o resíduo passível ao coprocessamento, este passa por uma etapa de viabilidade legal, técnica e econômica. Em suma, analisa-se se as características do resíduo são compatíveis com os processos de pré-condicionamento e de clínquerização.

Realizadas as etapas anteriores, chega-se propriamente a blendagem. Sucintamente, esta é a fase de valorização dos resíduos industriais, que consiste no reaproveitamento/reciclagem desses. Esses resíduos podem ser alimentados nos fornos separadamente, ou em forma de *blends*, que são misturas de vários resíduos, homogêneos em unidades específicas para esse fim, denominadas Unidades de Blendagem ou Unidades de Mistura e Pré-condicionamento de Resíduos – UMPCR, ou popularmente, blendeiras. Uma vez produzido o *blend*, esse é encaminhado para as indústrias cimenteiras, para ser queimado nos fornos rotativos de clínquer e formar o cimento.

As unidades de blendagem são empresas qualificadas e homologadas para adequação de parâmetros químicos e/ou físicos, que realizam a preparação e mistura de resíduos para envio de um combustível derivado de resíduos (CDR) para as fábricas de cimento.

Nessas unidades, acontece o processo de blendagem ou *blend*, onde resíduos industriais com diversas características físicas são misturados, transformando-se em um produto homogêneo para aproveitamento energético na indústria cimenteira. Neste processo o resíduo é totalmente descaracterizado gerando uma mistura com tipos específicos de resíduos de alto poder calorífico. O processo estende o ciclo de vida desse resíduo, permitindo seu retorno ao setor produtivo e reduz o volume de lixo para disposição final. Acredita-se que durante a blendagem é dada a destinação final adequada e ambientalmente correta aos resíduos industriais.

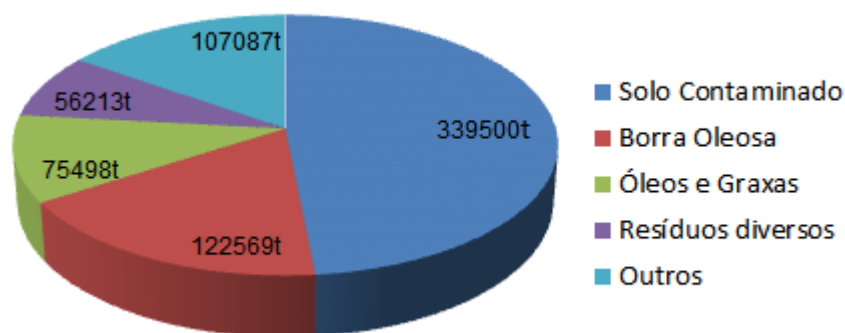
Desse modo, a produção do *blend* reside em misturar os resíduos em condições controladas, visando uma mistura homogênea com características constantes, tais como propriedades térmicas e composição química; com especificações pré-determinadas pelas cimenteiras. Esse processo tem como finalidade, a obtenção de combustíveis alternativos eficientes, que possam substituir os combustíveis fósseis na fabricação de cimento. Também, esse processo acaba

por possibilitar o tratamento de resíduos perigosos que podem causar danos irreversíveis ao meio ambiente ou à saúde pública (MALARD, 2016).

Portanto, o *blend*, nada mais é do que uma matéria-prima e/ou um combustível utilizado como substituto energético em fornos de cimento, oriundo de resíduos diversos, que acaba por baratear o custo da produção de cimento. O termo blendagem é uma adaptação da palavra *blending* do inglês, que por sua vez é o gerúndio do verbo *to blend* que significa misturar.

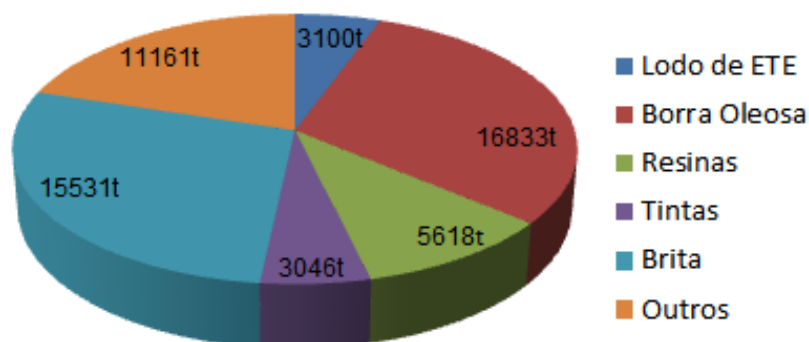
Conforme enunciado antes, a composição do *blend* é bastante variada devido à diversidade de resíduos recebidos pelas unidades de blendagem. Segundo levantamento realizado por Aguiar (2019) durante os anos de 2010 a 2015, sobre os principais resíduos utilizados nas duas blendeiras da região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro estudadas, os solos contaminados e borra oleosa são os mais empregados, seguido da borra oleosa e brita, conforme apresentado nos gráficos 3 e 4 a seguir.

Gráfico 3: Resíduos Predominantes na Blendeira A da região metropolitana do Rio de Janeiro no período de 2010-2015



Fonte: Adaptado de AGUIAR, 2019.

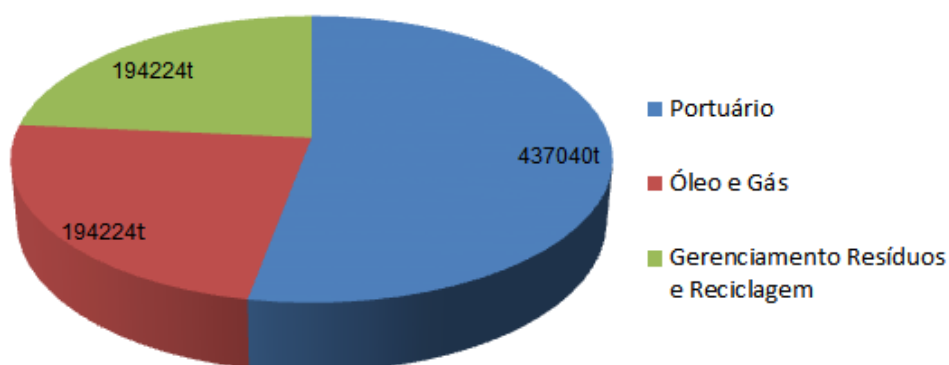
Gráfico 4: Resíduos Predominantes na Blendeira B da região metropolitana do Rio de Janeiro no período de 2010-2015



Fonte: Adaptado de AGUIAR, 2019.

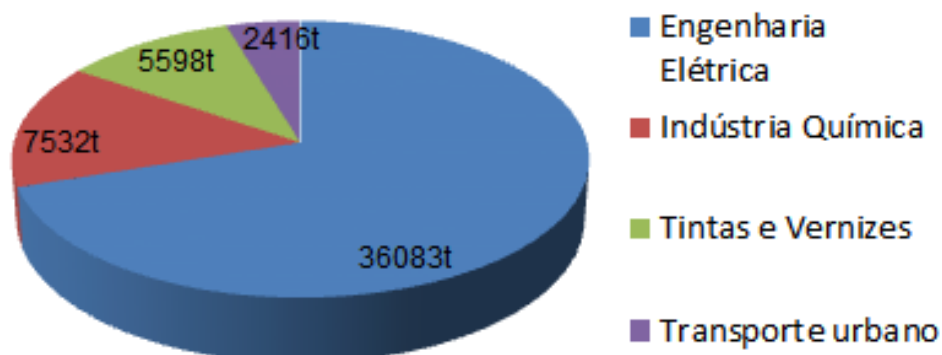
Estes resíduos, ainda segundo Aguiar (2019), são provenientes especialmente dos segmentos portuário para a unidade de blendagem A e energia elétrica para a blendeira B; como mostra as figuras 5 e 6.

Gráfico 5: Segmentos geradores de resíduos utilizados na blendeira A no período de 2010 – 2015.



Fonte: Adaptado de AGUIAR, 2019.

Gráfico 6: Segmentos geradores de resíduos utilizados na blendeira B no período de 2010 – 2015.



Fonte: Adaptado de AGUIAR, 2019.

De acordo com Aguiar (2019), a blendeira A serve-se de resíduos derivado de 44 setores da indústria, comércio e serviços; enquanto a blendeira B, de 18 setores da indústria, comércio e serviços.

Para a produção do *blend*, primeiramente, o resíduo é destinado para a Unidade de Blendagem, onde passa por uma inspeção prévia em laboratório para verificar se este atende os parâmetros necessários para este tipo de destinação. Se aprovado na inspeção do laboratório, o resíduo é encaminhado para o processo de blendagem. A área de preparação dos *blends* deve ser fechada com piso concretado dotado de sistema de contenção e impermeabilização para evitar contaminações do solo e com baias de separação de produtos finais e resíduos em preparação.

Os resíduos são gerenciados conforme a natureza e acondicionamento de recebimento (a granel e entamborado), onde passa pelas etapas de homogeneização, trituração e peneiramento - no caso dos resíduos sólidos - ou passa pela etapa de bombeamento - no caso dos resíduos líquidos - se transformando em um combustível derivado de resíduo.

Os resíduos recebidos em tambores são descarregados e armazenados temporariamente em local específico, onde passam por uma triagem primária, separados segundo o estado físico, composição química e outras características identificadas na fase de pré-qualificação. Posteriormente, são arranjados de forma a facilitar sua localização para encaminhamento às etapas de produção. O processo é dado com a elevação dos tambores às plataformas de descarregamento onde os

conteúdos líquidos são despejados em um moinho com o vértice para baixo, chamado moega, para alimentação do sistema de mistura e os sólidos numa outra moega para trituração, com o intuito de obter a granulometria ideal, para então, ser misturado com os constituintes de fase líquida. Nesta etapa também são selecionados os componentes indesejáveis dos resíduos recebidos, como peças metálicas e plásticas não trituráveis.

Na seção de preparação dos resíduos ocorre o processo conjunto de mistura, trituração e picotamento para redução da granulometria e homogeneização dos resíduos. Esse processo é a principal etapa da formação do *blend*, e é realizado em função das propriedades físicas e químicas dos resíduos.

Após todo o processo de mistura, encaminha-se o *blend* para a etapa de armazenamento, que consiste no abrigo do produto, com tempo de detenção adequado, para então ser realizada a amostragem para caracterização. As misturas prontas são armazenadas em tanques aéreos com misturadores mecânicos que garantem a manutenção da homogeneidade das fases constituintes. Nesta etapa pode ocorrer a geração de efluentes líquidos industriais que necessitam ser direcionados para um sistema de contenção.

Além do armazenamento do *blend*, as blendeiras devem possuir em suas instalações áreas adequadas para abrigo dos resíduos que chegam à planta e dos resíduos gerados, seguindo as diretrizes estabelecidas nas normas ABNT NBR 12.235/1993 e 11.174/1990. Assim, como na operação de blendagem é esperada também, a geração de rejeitos, faz-se necessário o controle de rastreabilidade onde deve prever a destinação de rejeitos a aterros sanitários, de modo que o certificado emitido pela atividade de blendagem contemple não só o resíduo destinado aos fornos de cimento, mas também a porção de resíduo não incorporado ao *blending* (GUIA RÁPIDO ESSENCIS, s/d).

Concluído o processo de formação do *blend*, este deve ser caracterizado, sendo os principais parâmetros analisados, em geral, o pH, cloro, umidade, PCI e teores de metais, em atendimento as especificações de queima das cimenteiras.

Os lotes prontos são transferidos através de caminhões-tanque, para os tanques do sistema de armazenamento da unidade cimenteira, com a finalidade de assegurar a manutenção das características físico-químicas formuladas, no momento da injeção dos maçaricos nos fornos rotativos. Já os resíduos recebidos a granel são bombeados para os tanques aéreos de armazenamento definidos, onde

em seguida, são condicionados mediante mistura formulada e controlada para obtenção das características requeridas a ser utilizado nos fornos industriais (MANTEGAZZA, 2004).

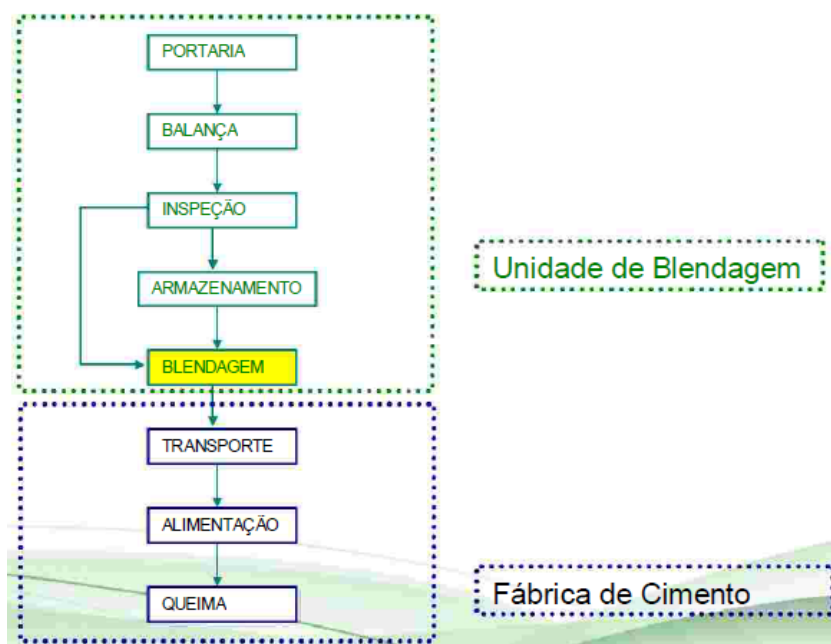
Deve-se realizar um balanço de massa dos resíduos a serem blendados no processo, visto que essa medida visa controlar a qualidade do produto final, sendo possível utilizar uma ampla gama de resíduos sem comprometer os padrões de qualidade definidos pela cimenteira. Os principais parâmetros a serem controlados no produto final do CDR são:

- Poder calorífico – [kcal/kg];
- Teor de cloro – [%];
- Teor de fluor – [%];
- Teor de umidade – [%];
- Teor de cinzas – [%];
- pH (para *blends* de efluentes líquidos);
- Ponto de fulgor (para *blends* de efluentes líquidos – [°C]).

O *blend* pronto é transportado até a fábrica de cimento para a sua destruição térmica (GUIA RÁPIDO ESSENCIS, s/d). O *blend* de resíduos garante ao cliente final, a cimenteira, um combustível constante sem variações dos parâmetros físico-químicos que poderiam afetar a qualidade do cimento produzido. A queima deste *blend* produz calor suficiente para produção do clínquer e as cinzas geradas do processo são totalmente incorporadas ao processo do cimento, tornando assim um ciclo fechado. Sendo assim, esta tecnologia garante também ao gerador do resíduo que o destino final atende o exigido pela PNRS (SITE ISOTECAMBIENTAL).

O procedimento pode ser resumido esquematicamente em cinco passos, conforme apresentado na figura abaixo.

Figura 3: Fluxograma da Blendagem.



Fonte: GUIA RÁPIDO DA ESSENCIS, s/d.

Como pontua Montenegro (2007), a Resolução CONAMA nº 264/99 estabelece que os funcionários envolvidos com a operação das unidades de mistura, pré-condicionamento e coprocessamento de resíduos deverá receber, periodicamente, treinamento a cerca do processo, do manuseio e da utilização de resíduos, como também, sobre procedimentos para situações emergenciais e anormais durante o processo. Esta lei determina também, que os resíduos recebidos pela unidade de blendagem sejam analisados para determinação de suas propriedades físico-químicas e registro das seguintes informações:

- A origem e a caracterização do resíduo.
- Métodos de amostragem e análise utilizados, com respectivos limites de detecção, de acordo com as normas vigentes.
- Os parâmetros analisados em cada resíduo.
- Incompatibilidade com outros resíduos.

É necessário também que a unidade de blendagem se atente a alguns itens que permitem seu perfeito funcionamento.

Quadro 3: Itens de controle da Unidade de Blendagem.

Instalações	Controles Ambientais	Controles Operacionais	Controles Ocupacionais
Alvará de localização e funcionamento. Auto de vistoria do corpo de bombeiros. Licença Ambiental de operação. Sistemas de Segurança.	Cumprimento das condicionantes ambientais. Monitoramento das águas subterrâneas. Medidas que mitiguem os impactos causados pelos processos operacionais.	Laboratório equipado e com equipe habilitada. Estrutura técnica habilitada para a realização de controle e processos. Garantia de rastreabilidade e destruição de resíduos.	Controles de saúde e segurança ocupacional que mitiguem os riscos do processo.

Fonte: GUIA RÁPIDO ESSENCIS, s/d.

Quanto aos impactos decorrentes da atividade de blendagem, pode-se destacar que, durante a fase de preparação dos resíduos para a queima, os materiais são triturados (quando sólidos) e misturados de forma a adquirir algumas propriedades (principalmente do ponto de vista de teor calorífero) semelhantes aos combustíveis normalmente usados, podendo causar impactos ambientais ao meio ainda maior que dos resíduos separadamente, sendo, portanto, um momento de grande risco. (MONTENEGRO, 2007).

Essa fase é considerada a mais crítica, pois é onde ocorre a exposição do trabalhador que diretamente manuseia o resíduo, portanto, uma etapa que necessita ser avaliada com rigor. Para tanto, são fundamentais para o controle dos impactos ambientais: o armazenamento adequado do resíduo, segundo os critérios estabelecidos nas NBR's para os tipos de estocagem em função da classe do resíduo estabelecido na NBR 10004; a existência de controles e monitoramentos dos efluentes líquidos e da água subterrânea, assim como a coleta de amostras de solo para verificar possíveis contaminações.

Essa atividade expõe os trabalhadores a diferentes substâncias químicas e, ainda que se conheça muito pouco os efeitos de parte desses compostos, a legislação acaba por ser omissa quanto ao potencial de agravamento por exposições múltiplas, e poucos estudos avaliam a possibilidade de intoxicação crônica por exposição simultânea a diferentes substâncias. Ademais, esse risco pode ser ampliado pela possibilidade de acidentes ou intoxicação aguda por

componentes químicos que chegam às unidades produtivas sem a devida identificação ou embalagens rompidas (MEIRELES, 2015).

Os empregados das unidades de preparação de *blends* que atuam nas áreas de recebimento, estocagem, processamento e transferência de resíduos estão sujeitos à exposição crônica aos vapores orgânicos, poeiras inaláveis - constituída do substrato e do resíduo em processamento, fluoretos, compostos de metais pesados, mercúrio na forma de particulado e a outras tantas substâncias químicas perigosas que podem ser exaladas ou emitidas durante a manipulação dos materiais, uma vez que os sistemas operacionais são abertos (DANTAS, 2000); e também estão sujeitas aos riscos de acidentes com vazamento e derramamento e aos incêndios nos tanques de resíduos líquidos ou com sólidos inflamáveis, que podem causar lesões corporais graves, além de danos ao meio ambiente, às instalações e à população (SANTI, 2003). Há o risco também, de contaminação dos solos e águas subterrâneas, por conta da geração de efluentes líquidos – constituídos das águas de lavagem de pisos e das águas contaminadas com resíduos e as embalagens de resíduos descartadas.

Esse coquetel de resíduos, chamado de *blend*, é então misturado à matéria prima, ou adicionado nos fornos por algum sistema específico de alimentação. Uma primeira parte dos poluentes é destruída pelas altas temperaturas, uma segunda parte incorporada ao clínquer e há ainda uma terceira parte que é dispersa juntamente com as emissões atmosféricas, causando impactos sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas que entram em contato com esses materiais (MILANEZ, 2007).

Também, o simples ato de manusear os *blends* sólidos pode gerar particulados atmosféricos de composição próxima ao *blend* produzido, como também, gerar gases ou vapores caso na mistura estiver presente algum resíduo que, quando misturado, libera esses gases e vapores.

A atmosfera das regiões vizinhas às cimenteiras recebem volumes constantes ou crescentes de material particulado e de produtos da combustão, com uma diversificação físico-química também crescente, por causa da grande variedade de resíduos e de *blends* que são queimados sucessivamente na mesma fábrica. Além disso, a formação de mercados regionais e nacional de resíduos industriais combustíveis – que incluem as sucatas de pneus e câmaras –, promove a circulação

destes materiais entre várias localidades, o que significa uma disseminação geográfica e ocupacional do risco químico (SANTI *et al.*, 2004).

Segundo Trivelato (2003), os possíveis fatores de risco químico referentes à etapa de preparação da mistura de resíduos (*blends*) e de alimentação do forno de clínquer são os seguintes:

- Todos os resíduos manipulados têm o potencial de entrar em contato com a pele ou atingir os olhos acidentalmente.
- Alguns resíduos liberam gases ou vapores potencialmente tóxicos ou nocivos. Por isso, todas as operações envolvendo a manipulação de resíduos – coleta de amostras, limpeza de derramamentos, misturas de resíduos, etc. – criam uma situação de inalação desses gases ou vapores, no mínimo, de curta duração.
- A manipulação de resíduos sólidos ou pastosos emite gases ou vapores durante toda a operação de blendagem, podendo criar situações de exposição repetida ou de longa duração a esses contaminantes atmosféricos.
- Alguns gases ou vapores que possuem baixo limiar de odor estão presentes em baixíssimas concentrações, mas suficientes para serem detectadas pelo olfato e causar sensação desagradável ou de desconforto, ou ainda sintomas não específicos como náuseas e dores de cabeça.
- Todos os resíduos sólidos secos em pó, quando manuseados ou armazenados sob a ação do vento, têm o potencial de gerar poeiras cuja composição qualitativa é a mesma do resíduo.
- Todos os resíduos sólidos, secos ou pastosos, em pó ou não, quando triturados, também geram particulados cuja composição é aproximadamente a mesma do resíduo.

Materiais perigosos de diferentes origens estão presentes nas atividades de destinação de resíduos, tornando-se um grande potencial de impacto ambiental. O armazenamento no gerador, o transporte, a preparação e a destinação final estão cercados de riscos como vazamentos, incêndios, derramamento, acidentes rodoviários, entre outros (JANZEN, 2013).

Outro ponto discutível é a diversificação crescente dos combustíveis utilizados nos fornos rotativos das fábricas de cimento. Atualmente, há um leque disponível no

mercado, que permite múltiplas combinações ou misturas de diversos destes *blends*. Logo, a composição das emissões de gases e poeiras para a atmosfera também se diversifica (SANTI, 2003).

Resumidamente, o quadro 4 mostra que assim como qualquer outra atividade, o processo de produção do *blend* possui vários benefícios, mas também necessita de controles adequados e possui algumas desvantagens.

Quadro 4: Vantagens e Desvantagens da formação de *blend*.

Vantagens	Desvantagens
Flexibilidade operacional com a homogeneização de diversos tipos de resíduos nos estados sólido, líquido e semissólido.	Alto investimento para instalação.
Tratamento e a valorização energética dos resíduos perigosos de baixo poder calorífico.	Controle do processo complexo.
Não demanda grandes áreas para instalação.	Risco de contaminação do solo, das águas e do ar na região, devido a operação de preparo e armazenamento dos resíduos.
Descaracterização de resíduos relativamente volumosos, com a adaptação de diversos mecanismos de tratamento.	Risco de contaminação de saúde ocupacional.
Emprego de mais tipos de resíduos como combustíveis nos fornos de clínquer.	Alto risco de incêndio.

Fonte: MALARD, 2016.

Assim, é essencial uma correta operação na produção do *blend* e considerável atenção ao controle dos resíduos e *blend* nas unidades de blendagem, de forma a minimizar a geração de impactos ambientais, atender aos limites de emissões atmosféricas, preconizados nas normativas legais e obter uma matéria-prima/combustível com qualidade e que cumpra todos os requisitos estabelecidos nas legislações (MALARD, 2016).

Um fato interessante é que em países europeus, especialmente a Alemanha, os riscos são minimizados, devido à automação do processo. Todavia no Brasil, em maioria, os processos são conduzidos manualmente, expondo o trabalhador

(JANZEN, 2013). É de extrema importância processos organizados e tecnicamente orientados neste ponto.

2. METODOLOGIA

Buscou-se através de pesquisas bibliográfica e documental, coletar dados pertinentes ao assunto tratado. Para tal, foram utilizados os bancos de dados SCIELO; PERIÓDICOS CAPES; SCOPUS, Google Acadêmico; selecionando artigos publicados, abordando os seguintes descritores em várias combinações: Coprocessamento, Cimento, Resíduos Industriais *Blend*, Blendagem e Epidemiologia.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: teses e dissertações, periódicos indexados nas bases de dados mencionadas, sendo: originais, de revisão, editoriais e diretrizes para melhor conhecimento da realidade deste tema. Delimitou-se como critério de exclusão artigos não disponível na íntegra por via eletrônica ou que não respondiam aos objetivos da pesquisa; que pretendeu identificar os problemas na saúde das populações circunvizinhas às unidades de blendagem, bem como os impactos ao meio ambiente oriundos desta atividade no município de Magé, estado do Rio de Janeiro.

2.1 Tipo de pesquisa

Pode-se caracterizar a pesquisa (SANTOS, 2007) por meio de seu objetivo como exploratória, quanto às fontes utilizadas na coleta de dados pesquisa de campo e bibliográfica e quanto aos procedimentos de levantamentos e interpretação de dados, analítica qualitativa e quantitativa.

2.2 Técnica e unidade de análise

O trabalho se baseou na construção de uma série histórica entre a qualidade do ar e o número de internações por doenças respiratórias, dados obtidos através do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), respectivamente, buscando correlacionar os impactos

ambientais provenientes da atividade de blendagem das instalações A e B com a qualidade da saúde da população do município de Magé.

- ***As unidades de blendagem estudadas***

As unidades de blendagem – denominadas como A e B neste trabalho – foram escolhidas, seguindo os critérios: 1) localização, por situar na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, e, portanto, facilitava visitas investigativas; 2) por desenvolverem produtos para as três grandes indústrias – Votorantim, Lafarge e Holcim – que compõe o polo cimenteiro de Cantagalo, responsável por 8% da produção nacional de cimento e por 100% de todo o cimento consumido no estado do Rio de Janeiro (SITE PREFEITURA DE CANTAGALO, 2019).

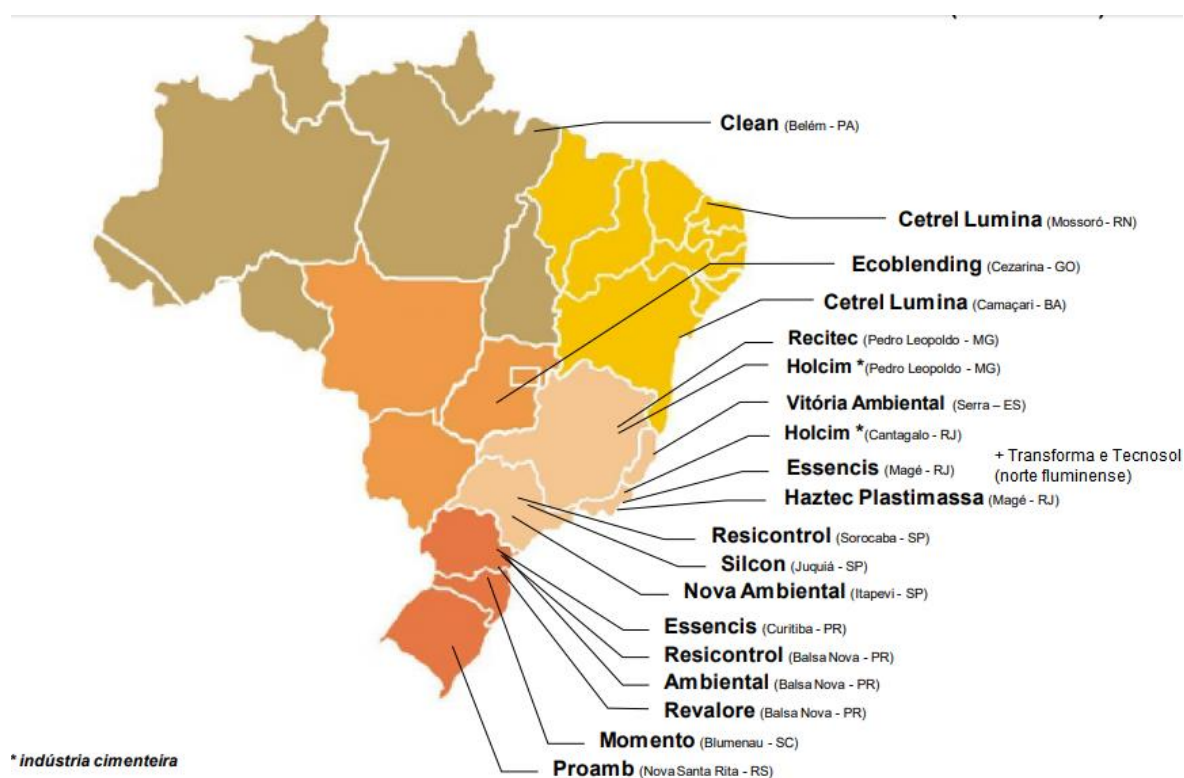
Estudos sobre o coprocessamento e a produção de cimento existem no Brasil desde a década de 1990. Porém o mesmo não ocorre com as blendeiras. Constatase uma carência de estudos sobre essas organizações. Ademais, o fato de serem denominadas exclusivamente como “unidades de blendagem”, excluindo toda a atividade de coprocessamento e/ou produção do cimento, facilita a compreensão de que produção única do *blend* pode ser uma atividade poluente e prejudicial à saúde.

A planta da unidade A, denominada Unidade de Valorização Sustentável (UVS) Magé localiza-se a 37 km da capital do estado do Rio de Janeiro e é a maior e mais importante unidade de blendagem de resíduos para coprocessamento na América Latina, com uma área total de 40 mil m². Nesta unidade é realizada a preparação e mistura de resíduos para envio de um combustível derivado de resíduos (CDR) para as fábricas de cimento. Dentro das tecnologias oferecidas na USV Magé estão: coprocessamento, tratamento e valorização de lamas de perfuração e manufatura reversa; sendo todas as suas atividades realizadas licenciadas pelo órgão ambiental estadual.

A unidade B é uma empresa que gerencia atualmente mais de 30 mil toneladas de resíduos por dia em suas plantas no Rio de Janeiro, São Paulo, João Pessoa e Recife. O maior volume está concentrado nas Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs), um complexo industrial que reúne tecnologias integradas em diferentes processos de tratamento capazes de promover o gerenciamento completo dos resíduos.

Atualmente, são seis CTRs e duas unidades de tratamento de resíduos perigosos de classes I e II. Uma delas é a Unidade Magé – Blendagem e Coprocessamento. Nesta unidade, ocorre o processo de blendagem, mistura dos resíduos industriais com diversas características físicas, transformando-os em um produto homogêneo para aproveitamento energético na indústria cimenteira, além da reciclagem de resíduos com as etapas de triagem, beneficiamento e comercialização, sendo os mesmos trabalhadores que realizam o processo de reciclagem e blendagem.

Figura 4: Localização das Unidades de Blendagem no Brasil



Fonte: ABETRE, 2013.

Nota-se através da figura 4, que há uma maior predominância de unidades de blendagem nas regiões Sul e Sudeste do país, onde também, concentra a população do país.

Sintetizando, as unidades de blendagem de Magé ficam incumbidas da preparação ("beneficiamento") dos resíduos para futura destinação final ou reaproveitamento em outras unidades industriais. De um modo geral, o material que

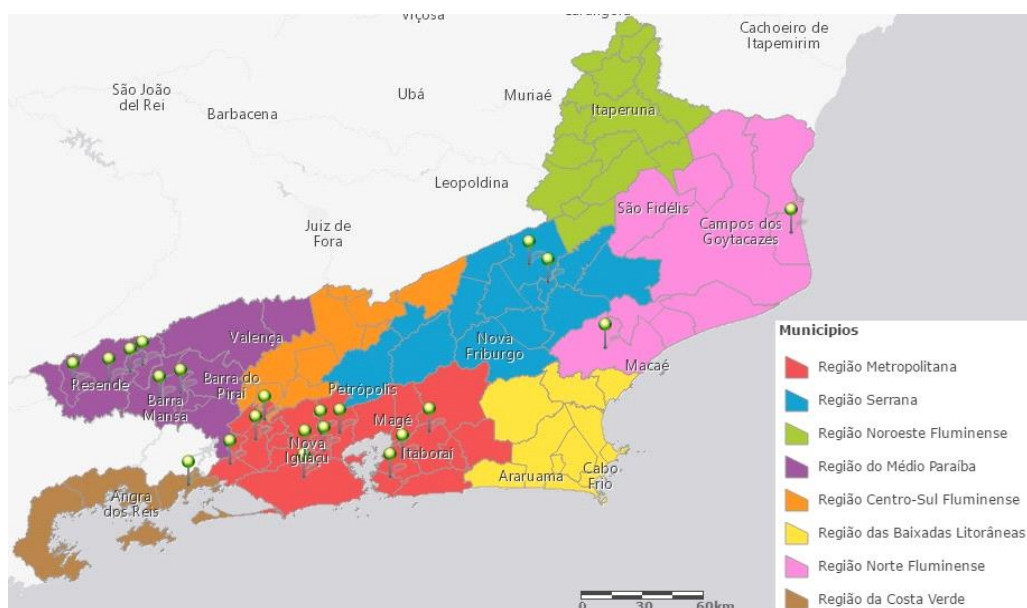
sai destas empresas é destinado a uma planta de fabricação de cimento específica no município de Cantagalo (RJ) que utiliza o material como combustível.

- **As estações de monitoramento da qualidade do ar**

No Estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), como forma de colocar as políticas públicas em ação e proteger a saúde da população, controla a qualidade do ar do Estado do Rio de Janeiro através do estabelecimento de uma rede de estações de monitoramento de qualidade do ar. São 117 estações ao todo, que monitoram a concentração de poluentes e parâmetros meteorológicos, como umidade relativa do ar e temperatura. Dentro desse total de estações 62 são automáticas, 2 móveis e 53 semiautomáticas (INEA, 2016). Estas estações estão localizadas em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro, são elas: Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), Costa Verde (RCV), Médio Paraíba (RMP), Serrana (RS) e Norte Fluminense (RNF).

A figura 5 ilustra a localização das regiões que possuem estações de monitoramento de qualidade do ar nos municípios do Rio de Janeiro.

Figura 5: Localização dos municípios do Rio de Janeiro que possuem monitoramento.



Fonte: PRADO, 2018.

O Relatório de Monitoramento de Qualidade do Ar realizado (INEA, 2017), destaca que a região metropolitana, que possui o segundo maior aglomerado de indústrias e veículos do Brasil, registrou resultados negativos referentes à qualidade do ar do Estado no ano de 2015. As fontes veiculares são responsáveis por 77% das emissões de poluentes e as fontes fixas, como as indústrias, são responsáveis pelos 23% restantes, sendo que os principais setores causadores dessa poluição são: energia, químico, naval, alimentos e petroquímicos.

O quadro 5 resume as atividades industriais e quantitativos de estações de monitoramento do ar dos municípios do estado do Rio de Janeiro divididos por regiões.

Quadro 5: Monitoramento dos municípios e suas atividades industriais.

Regiões prioritárias para Monitoramento da Qualidade do Ar	Municípios Estudados	Atividades Industriais	Estações de Monitoramento
Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ)	Rio de Janeiro, Mesquita, São João de Meriti, Belford Roxo, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Japeri, Itaboraí, Seropédica, Itaguaí, São Gonçalo, Niterói	Duque de Caxias (polo petroquímico de Campos Elíseos), Belford Roxo (indústria química), Niterói (indústria naval, material de transporte, química, gráfica, e produtos alimentares), Nova Iguaçu (setor industrial moveleiro, produtos de perfumaria, bebidas e alimentos), São Gonçalo (minerais não metálicos, produtos alimentares, indústria farmacêutica e química), Seropédica (usinas termoelétricas) e o Distrito de Santa Cruz, no Rio de Janeiro (siderurgia - com destaque à TKCSA - e usinas termoelétricas, entre outros).	37 automáticas e 34 semiautomáticas.

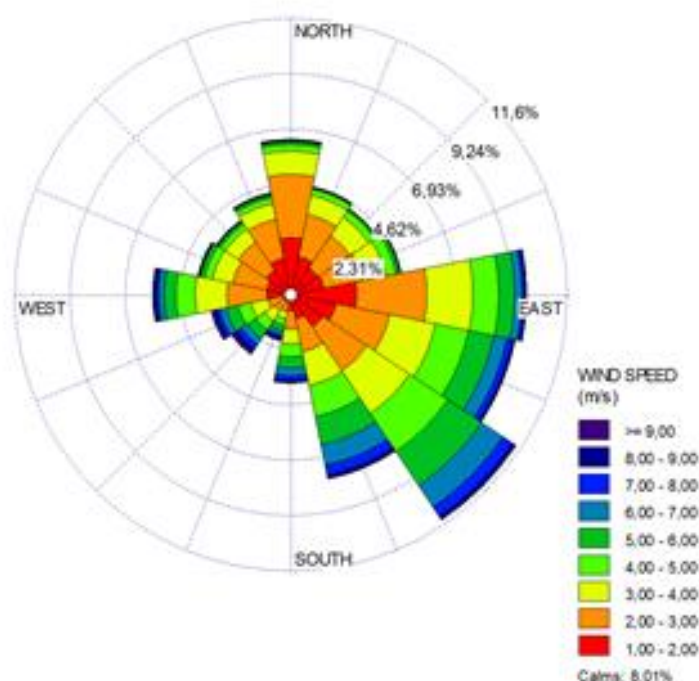
Região Médio Paraíba (RMP)	Volta Redonda, Resende, Barra Mansa, Itatiaia, Quatis e Porto Real	Na Região Industrial do Médio Paraíba destacam-se os setores associados à siderurgia, em especial a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN); setor automotivo, em Resende e Porto Real, com atração de indústrias automobilísticas bem como sua cadeia produtiva (pneus, química, vidros e infraestrutura de logística industrial) e setor metal-mecânico, em Volta Redonda e outros municípios do Médio Paraíba	13 estações automáticas, 9 semiautomáticas e 1 meteorológica.
Região Norte Fluminense (RNF)	Macaé e São João da Barra	O modelo de desenvolvimento encontrado na região litorânea do Norte Fluminense contou com a atração de grandes empresas associadas à cadeia produtiva do petróleo e gás.	4 estações automáticas e 4 semiautomáticas.
Região Serrana (RS)	Macuco e Cantagalo	O modelo de desenvolvimento encontrado na região Serrana conta com a atração de grandes empresas associadas à cadeia produtiva do cimento.	3 estações automáticas.

Fonte: INEA, 2017.

Como no município de Magé não apresenta estação de monitoramento da qualidade do ar, foram coletados dados de qualidade do ar e de meteorologia das estações de monitoramento do município de Itaboraí.

A escolha das estações de monitoramento de Itaboraí deve-se ao fato da análise de estudos da direção dos ventos na Baía de Guanabara. De acordo com os trabalhos de Oliveira Junior *et al.* (2017) e Martins *et al.* (2004), observou-se através das rosas sazonais que as direções Sudeste e Leste se mantêm durante todas as estações do ano para a Estação Meteorológica de Superfície dos Aeroportos do Galeão (SBGL), estação mais próxima de Magé. Desse modo, assumiu-se que o padrão da direção dos ventos do município de Magé volta-se para a região de Itaboraí.

Figura 6: Rosa dos ventos da Estação Meteorológica SBGL para o período 2003-2013.



Fonte: OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2017.

Em Itaboraí, existem duas estações de monitoramento da qualidade do ar: a estação de Porto das Caixas e de Sambaetiba. Neste estudo, serão utilizados unicamente os valores apresentados pela estação Porto das Caixas, devido ao fato de que embora ambas as estações apresentem alguns erros nos dados, a da estação de Sambaetiba ainda há falta de informação de alguns anos, o que não permite a construção da série histórica.

- **Dados de internações por doenças respiratórias**

Neste trabalho levantou-se informações do DATASUS. Este Departamento foi o responsável pelo provimento de informações referentes às internações por doenças respiratórias, local de residência do paciente, faixa etária, sexo, entre outros.

O DATASUS dá suporte técnico para os órgãos que fazem parte do SUS, fornecendo informações para o planejamento de políticas em saúde pública, que

abrangem dados sobre mortalidade, natalidade, estatísticas de morbidade hospitalar, informações epidemiológicas, entre outros.

O SUS coleta um percentual superior a 50 variáveis, que são provenientes dos hospitais públicos ou privados participantes do SUS. Os dados coletados pelo sistema são processados e integram o banco de dados. O Sistema de Internações Hospitalares (SIH) é gerido pelo Ministério da Saúde através das respectivas Secretarias dos Estados e Municípios (SUS, 2018).

Contudo, como a simples correlação entre qualidade do ar e número de internações por doenças respiratórias não respondem ao fato de que as unidades de blendagem são as responsáveis por impactos ao meio ambiente e problemas de saúde, visto que hábitos pessoais podem, dentre outros fatores, interferir nos dados de saúde, foram escolhidos três grupos (bairros) para aplicação de questionário.

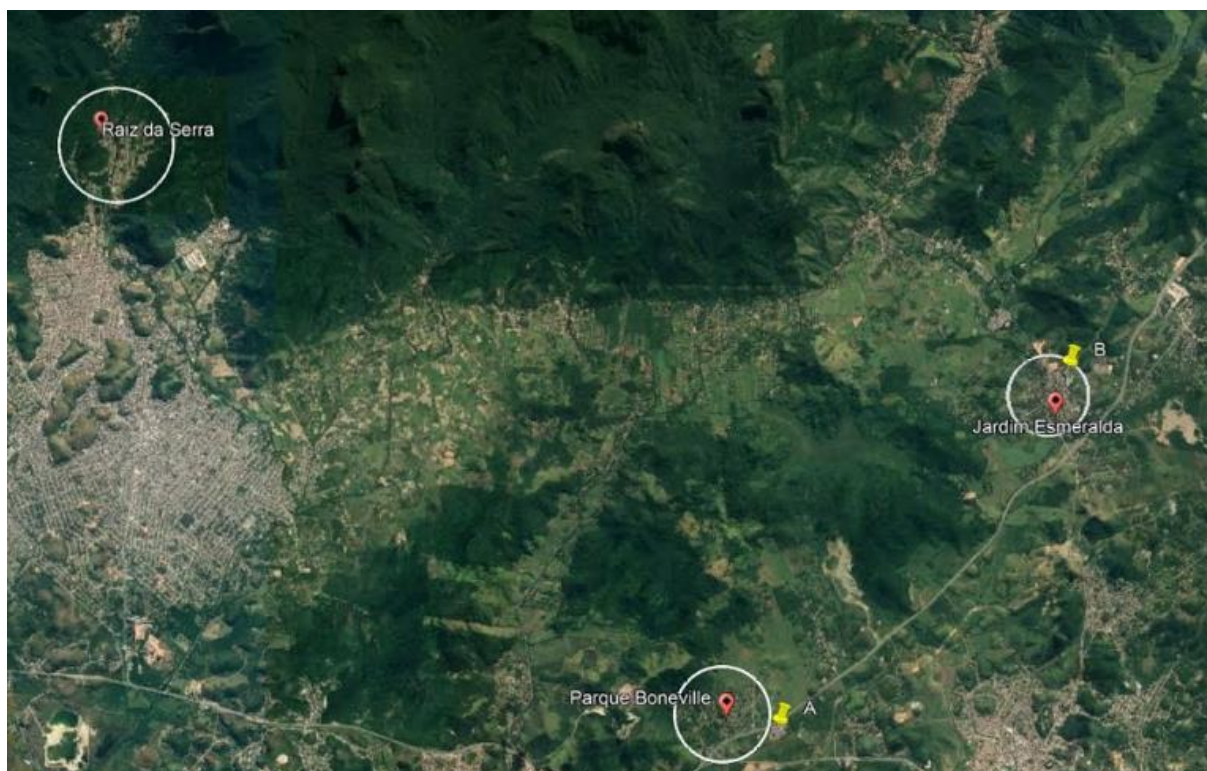
- ***Dados das comunidades estudadas***

O questionário selecionado foi baseado no de Sintomas Respiratórios do British Medical Research Council (1976, Grã-Bretanha), devido à relevância e o constante uso em demais estudos nacionais e internacionais, como nos de Nkhama *et al.* (2017) e Pivetta *et al.* (1997).

Esse questionário avalia a prevalência de sintomas respiratórios e é composto por 23 questões divididas em 06 blocos de acordo com o sintoma avaliado. Do primeiro ao sexto bloco, as questões abordam a presença de tosse, expectoração, falta de ar, edema de pés, chiado torácico e doença respiratória, respectivamente.

As comunidades foram selecionadas seguindo critério de distância, sendo as comunidades Jardim Esmeralda e Parque Boneville selecionadas como grupo exposto, por estarem bem próximas às unidades de blendagem A e B e a comunidade Raiz da Serra selecionada como grupo controle, por estar a quinze quilômetros de distância de ambas as unidades.

Figura 7: Área de Estudo



Fonte: Adaptado de GOOGLE EARTH, 2019

2.3 Instrumentos de coleta de dados

Os procedimentos técnicos escolhidos foram pesquisas bibliográfica, documental e de campo.

Ao lidar com a complexidade que envolve as questões ligadas à problemática ao *blend* de resíduos industriais, realizou-se uma revisão bibliográfica integrativa, cujas fontes de dados secundários encontram-se ancoradas na literatura, como: artigos científicos, livros, teses e dissertações. Já a pesquisa documental, que muito se assemelha com a pesquisa bibliográfica, recorre a fontes mais diversificadas como jornais, documentos oficiais e fotografias, por exemplo.

A aplicação da pesquisa de campo nesse estudo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas (FONSECA, 2002).

Sob a perspectiva epidemiológica, o trabalho, por analisar os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde da população maceense, pode ser classificado com um estudo epidemiológico ecológico.

Nos estudos epidemiológicos ecológicos, compara-se a ocorrência da doença/condição relacionada à saúde e a exposição de interesse entre agregados de indivíduos (populações de países, regiões ou municípios, por exemplo) para verificar a possível existência de associação entre elas. Em um estudo ecológico típico, medidas de agregados da exposição e da doença são comparadas. Nesse tipo de estudo, não existem informações sobre a doença e exposição do indivíduo, mas do grupo populacional como um todo. Uma das suas vantagens é a possibilidade de examinar associações entre exposição e doença/condição relacionada na coletividade. Isso é particularmente importante quando se considera que a expressão coletiva de um fenômeno pode diferir da soma das partes do mesmo fenômeno. Por outro lado, embora uma associação ecológica possa refletir, corretamente, uma associação causal entre a exposição e a doença/condição relacionada à saúde, a possibilidade do viés ecológico é sempre lembrada como uma limitação para o uso de correlações ecológicas. O viés ecológico – ou falácia ecológica – é possível porque uma associação observada entre agregados não significa, obrigatoriamente, que a mesma associação ocorra em nível de indivíduos (MORGENSTERN, 1998) (SZKLO, 2000).

2.3.1 Coleta dos dados de Qualidade do Ar e Meteorologia

Os dados de qualidade do ar e de meteorologia foram coletados no banco de dados oficial do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que está hospedado no web site www.inea.rj.gov.br. Neste site foi selecionado o menu chamado “Qualidade Ambiental” e em seguida “Monitoramento do Ar – Emissões e Qualidade”. Após isso seleciona a opção do menu chamada “Qualidade do Ar” e depois escolher a opção “Dados do Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia”. Por fim deve-se ir até a parte inferior da página da internet e clicar no link chamado “Acesse os dados do Monitoramento da Qualidade do Ar e Meteorologia clique aqui”. Selecionar esta opção leva a uma página que permite acessar dados do ano atual ou de anos anteriores. O período dos dados escolhido foi do ano de 2008 até 2018.

Para este trabalho foram coletados dados de qualidade do ar e dados meteorológicos de estações de Itaboraí que fazem parte da rede do INEA. O poluente escolhido como foco da pesquisa foi o MP₁₀ e os fatores meteorológicos considerados foram temperatura e umidade. Com objetivo de realizar uma análise uniforme, os registros meteorológicos foram escolhidos de acordo com a relevância para a pesquisa.

2.3.2 Coleta de Dados de Saúde

Os dados de saúde utilizados no trabalho são dados de Internação Hospitalar causadas por Doenças respiratórias nos anos de 2008 até 2018, separadas pelo Município de residência do internado. Escolheu-se trabalhar com o Município de residência dos pacientes para que fosse possível correlacionar o desfecho de saúde com o meio ambiente no qual o paciente está inserido.

A coleta de dados foi feita no site do DATASUS para coleta de informações de saúde (TABNET). O endereço que foi utilizado para buscar as informações é “<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>”. Ao se chegar à página, deve-se escolher a opção do menu chamada “Epidemiológicas e Morbidade” e em seguida escolher no menu que se abre a opção “Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/SUS)”. Das opções que aparecerão na tela deve-se escolher a segunda, chamada “Geral, por local de residência – a partir de 2008”, logo após isso deve-se escolher o estado do Rio de Janeiro no mapa ou na aba que aparece. Isto te levará a página do Tabnet, na qual você deverá organizar as informações que deseja coletar por linha, coluna, tipo de conteúdo e períodos disponíveis desejados.

Para este trabalho foi utilizada a seguinte configuração para a extração dos dados: Na linha foi escolhida a opção “Município”, na coluna foi escolhida a opção “Ano/mês atendimento” e no conteúdo foi escolhida a opção “Internações”.

Para escolher o período desejado deve-se clicar nos meses de interesse segurando a tecla “shift” do teclado, para que todos os meses de análise venham juntos, o período escolhido no trabalho foi do mês de Janeiro de 2008 até o mês de Dezembro de 2018.

Na seção de Seleções disponíveis, dentro da opção chamada “Capítulo CID-10” foi escolhido o item “X. Doenças do aparelho respiratório”. Para que se pudesse

analisar cada faixa etária separadamente, todo o processo de configuração foi repetido várias vezes, apenas trocando a faixa etária escolhida na seção chamada “Faixa Etária 1”.

2.3.3 Coleta de dados Questionário

Os dados de saúde e hábitos da população foram extraídos da aplicação do questionário 'Sintomas Respiratórios do British Medical Research Council' (ANEXO1), como dito anteriormente, escolhido nesse trabalho devido à relevância e o frequente uso em outros estudos.

Durante a aplicação do questionário, os entrevistadores explicaram a finalidade do trabalho, informaram que a qualquer momento, o entrevistado poderia esclarecer dúvidas e que não era obrigado a responder, bem como, todas as respostas seriam mantidas em sigilo, sem divulgação do nome do participante.

As comunidades foram selecionadas seguindo critério de distância, sendo as comunidades Parque Boneville e Jardim Esmeralda selecionadas como grupo exposto, por estarem bem próximas às unidades A e B e a comunidade Raiz da Serra selecionada como grupo controle, por estar à 15km de distância de ambas unidades.

Os moradores de cada bairro foram selecionados sem critério, seguindo apenas a disponibilidade de cada um para responder o questionário, quando os entrevistadores batiam a porta de suas residências. Buscou-se entrevistar pessoas de ambos os sexos e que englobavam a maior faixa etária.

A classificação etária nesse trabalho foi definida baseando-se nos Estatutos da Criança e Adolescente, que considera criança, para os efeitos da Lei do referido estatuto, a pessoa até doze anos de idade incompletos e adolescente aquela entre doze e dezoito anos de idade; e o Estatuto do Idoso, instituído objetivando regular os direitos assegurados às pessoas com idade igual ou superior a 60 anos. Definidas as faixas etárias para criança, jovem e idoso fundamentadas nestes estatutos, identificou a faixa etária para adultos; público predominante no estudo, meramente pela facilidade de encontrá-los em suas residências e disponibilidade para responder o questionário.

Para a realização deste estudo, o apoio das lideranças comunitárias dos bairros estudados foi imprescindível, visto que, anteriormente à chegada do pesquisador ao local; os moradores já estavam cientes da atividade, do objetivo e assim, estavam mais receptivos para responderem o questionário.

Este questionário foi aplicado por uma equipe multidisciplinar de dez integrantes, composta por gestor ambiental, professor, líderes comunitários, assistente social, ajudantes da área da saúde e outras pessoas; unicamente pela conveniência de dispor de ajuda para aplicar oitocentos e vinte e dois questionários. O tempo de aplicação de cada questionário variou de acordo com a pessoa que o executou, porém o tempo médio foi de oito minutos. Essa ação ocorreu durante uma semana, no intervalo do dia vinte ao dia vinte e cinco do mês de maio de 2019, no horário da manhã e da tarde. Para análise das respostas dos questionários, contou-se com a ajuda de uma médica.

O número de entrevistados baseou-se na fórmula para cálculo do tamanho da amostra para uma estimativa confiável da MÉDIA POPULACIONAL (μ) dada por:

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E} \right)^2$$

Equação 1

Onde:

- n = Número de indivíduos na amostra
- $Z_{\alpha/2}$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado.
- σ = Desvio-padrão populacional da variável estudada
- E = Margem de erro ou ERRO MÁXIMO DE ESTIMATIVA. Identifica a diferença máxima entre a MÉDIA AMOSTRAL (\bar{X}) e a verdadeira MÉDIA POPULACIONAL.

Adotando grau de confiabilidade de 95% e margem de erro de 5%.

Desse modo, para o bairro Jardim Esmeralda, com uma população estimada de 3.000 habitantes, foram selecionados 288 entrevistados. Já o Parque Boneville, com 900 habitantes, foram entrevistados 235 moradores. O bairro Raiz da Serra que conta com 5.000 habitantes foram entrevistados 299 moradores.

Para análises multivariadas desse estudo, “nunca fumou”, “uso de eletricidade para iluminação e cozimento”, foram usados como referência.

Um fato curioso é que todos os entrevistadores que não residem em nenhum dos bairros estudados tiveram algum tipo de reação durante o tempo que estiveram aplicando o questionário. Alguns relataram vontade de tossir e incômodo na garganta, outros; coceira no braço e a sensação de nariz queimando. Não se pode afirmar que realmente há uma resposta imediata para esse tipo de exposição ou se a questão psicológica influencia tão intensamente.

2.4 Forma de Análise dos resultados

Após coletados todos os dados e informações pertinentes para o desenvolvimento do trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa de abordagem quantitativa e qualitativa. O método qualitativo foi empregado, visto que as informações adquiridas serviram para enriquecer e melhor justificar o problema do trabalho, em virtude do maior aprofundamento e detalhamento das técnicas qualitativas.

Também, foi utilizado o método quantitativo, uma vez que, alguns dados foram quantificados, bem como foi empregado recursos e técnicas estatísticas. Para realizar as análises estatísticas foram coletados três tipos de dados: Dados de saúde, referentes ao total de internações hospitalares por doenças do aparelho respiratório, por faixa etária, para o Município estudado, durante o período dos anos de 2008 até 2018; Dados de qualidade do ar e de clima, referentes aos registros diários por hora de concentração de partículas inaláveis, temperatura e umidade relativa do ar para o período dos anos de 2008 até 2018 e, Dados dos hábitos e sintomas respiratórios apresentados pela população.

Tal método é importante para esse trabalho que objetiva analisar a situação da saúde das populações vizinhas às unidades de blendagem e os impactos dessa atividade no meio ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O município de Magé

Magé é um município da Baixada Fluminense, situado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a cerca de 60 km da capital e faz a ligação entre a baixada fluminense e a região Serrana do estado. Fundada em nove de junho de 1565 com o nome de Magepemirim, em 2019 completou 454 anos sendo a segunda cidade mais antiga do Estado do Rio de Janeiro, atrás apenas da capital. Historicamente se constituiu como uma rota de passagem para o interior do país, em particular para Minas Gerais, sendo uma alternativa ao chamado “Caminho do Ouro” situado mais ao sul fluminense (MAGE.RJ.GOV.BR, 2020) (BESSA FREIRE e MALHEIROS, 2010).

Magé ocupa uma área de 385,7 quilômetros quadrados e possui cerca de 250 mil habitantes, segundo o censo de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo, assim, o 11º município mais populoso do estado do Rio de Janeiro (MENEZES et al., 2017).

O principal meio de acesso à cidade se dá através do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro, BR-493 Trechos Rio-Magé e Magé-Manilha (MAGE.RJ.GOV.BR, 2020).

As principais atividades econômicas do município baseiam-se no comércio varejista de ferragens, madeiras e materiais de construções, bem como, no comércio varejista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios-minimercados, mercearias e armazéns. Há ainda a criação de bovinos e a aquicultura em água doce (SITE DA CÂMARA DE MAGÉ, 2019). Magé não possui um polo industrial que justifique impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da implantação dessa atividade, embora apresente uma famosa indústria de material bélico e outras poucas, como as fábricas de bebidas no distrito de Inhomirim, onde se concentra a maior parte da população.

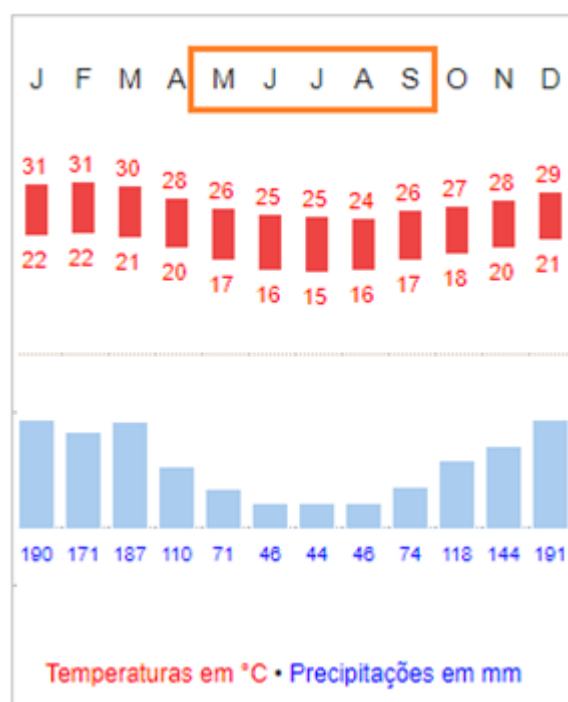
Magé localiza-se num vale formado pela base da Serra dos Órgãos, e faz limite com os municípios de: Petrópolis ao norte, Duque de Caxias ao

oeste, Guapimirim ao leste e com a Baía de Guanabara ao sul e apresenta o clima tropical em quase todo o município, com média de temperaturas mínimas de 22 °C.

3.1.1 Dados climáticos

O clima de Magé é denominado como Clima Tropical, com as principais características sendo: Megatérmico (temperatura média anual superior aos 20° Celsius); Baixa amplitude térmica e a existência de duas estações específicas: seca e chuvosa; como mostra o gráfico climático de Magé (Gráfico 7).

Gráfico 7: Gráfico Climático para Magé, Rio de Janeiro.



Fonte: Adaptado de CLIMATE-DATA.ORG, 2019.

Nos meses de outubro a abril, há um aumento da temperatura, mas principalmente nos níveis de precipitação. Fenômenos como chuvas e ventos, agem de maneira direta na qualidade do ar.

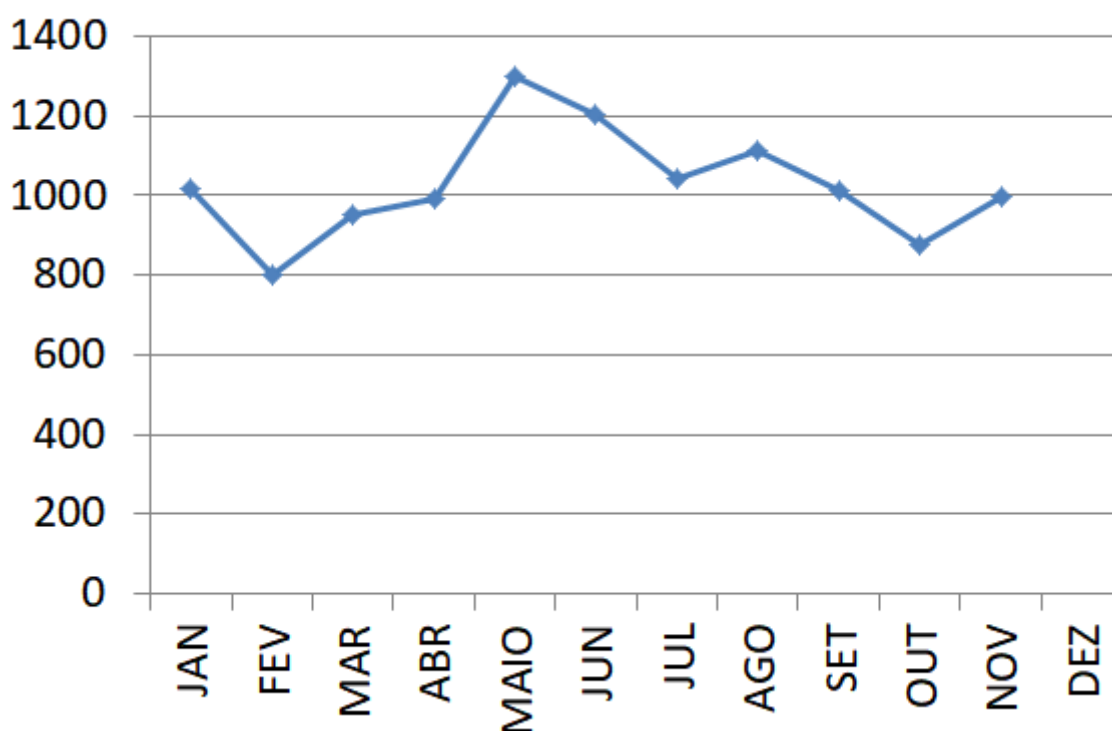
As chuvas ajudam na dispersão dos poluentes, pois elas lavam a atmosfera, decantando não só os particulados, mas também auxiliam na dissolução de gases como o SO₂ e os NO_x. As chuvas funcionam como agentes agregadores,

capturando os particulados por adsorção, formando núcleos maiores e posteriormente sedimentáveis. Esses núcleos ajudam no desenvolvimento da chuva, pois a colisão entre as pequenas gotículas tenderão a aumentar e formar gotas cada vez maiores que não conseguirão manter-se flutuando na atmosfera e precipitam-se em forma de chuva.

3.1.2 Dados das condições de saúde da população estudada

Devido à baixa pluviosidade nos meses de maio a setembro, entende-se que há maior concentração de poluentes na atmosfera, devido à ausência das chuvas para dispersá-los de forma natural e, assim, há uma maior propensão a problemas de saúde e incômodos respiratórios neste período. Como consequência, o gráfico 8 mostra o número de internações por problemas respiratórios por mês no intervalo de dez anos, que vai de 2008 a 2018. Os meses de maio a agosto são os com maiores números de internações, acordante com a fase de pouca chuva do município (gráfico 7).

Gráfico 8: Número de Internações por problemas respiratórios por mês no período de 2008 a 2018.

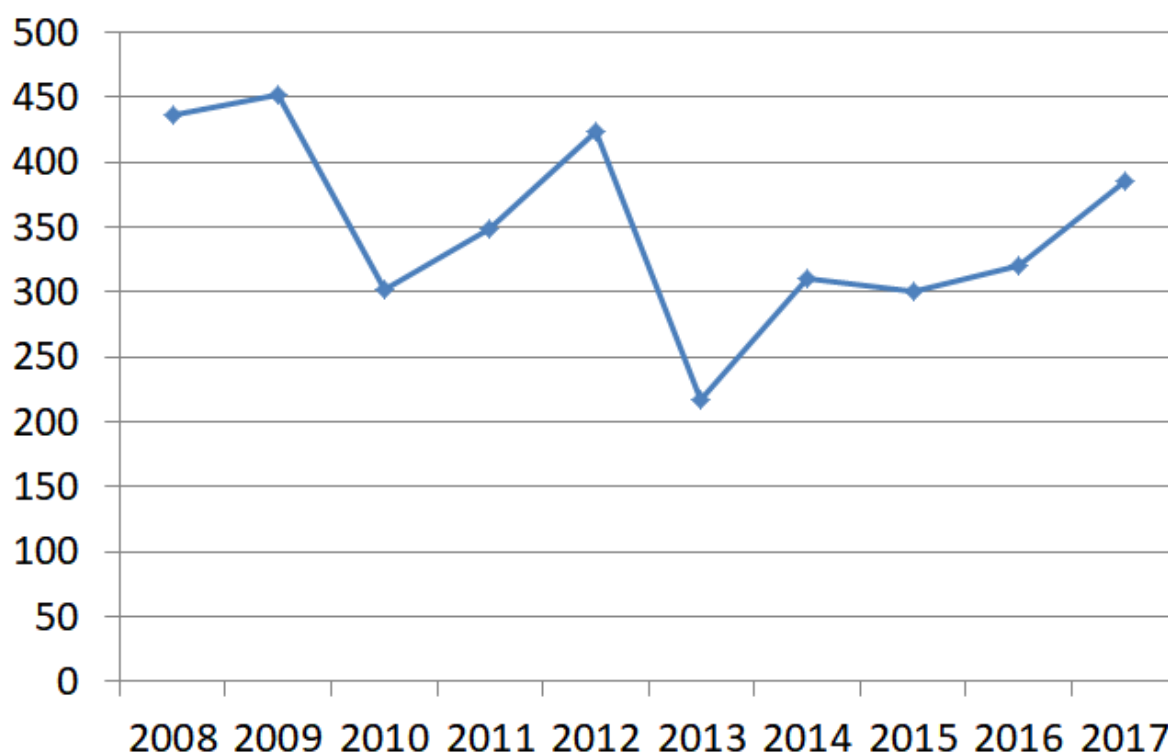


Fonte: Adaptado de DATASUS, 2008-2018.

Pesquisou-se na literatura, especialmente a médica, a descrição da população mais vulnerável aos efeitos da poluição do ar, e, encontrou-se que mesmo em baixas concentrações ou abaixo dos níveis determinados pela legislação, os poluentes atmosféricos estão associados a efeitos danosos na saúde (SCHWARTZ, 2004; SCHWARTZ e DOCKERY, 1992). Nas faixas etárias mais atingidas pelos efeitos da poluição do ar estão as crianças (de 0 a 9 anos), por ainda não ter o sistema imunológico totalmente desenvolvido, e os idosos (acima de 60 anos), por começarem a ter problemas no mecanismo de defesa do próprio corpo. Pessoas que já sofrem de problemas respiratórios também se tornam mais suscetíveis com a elevação nos níveis de poluentes atmosféricos (SILVA *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2001).

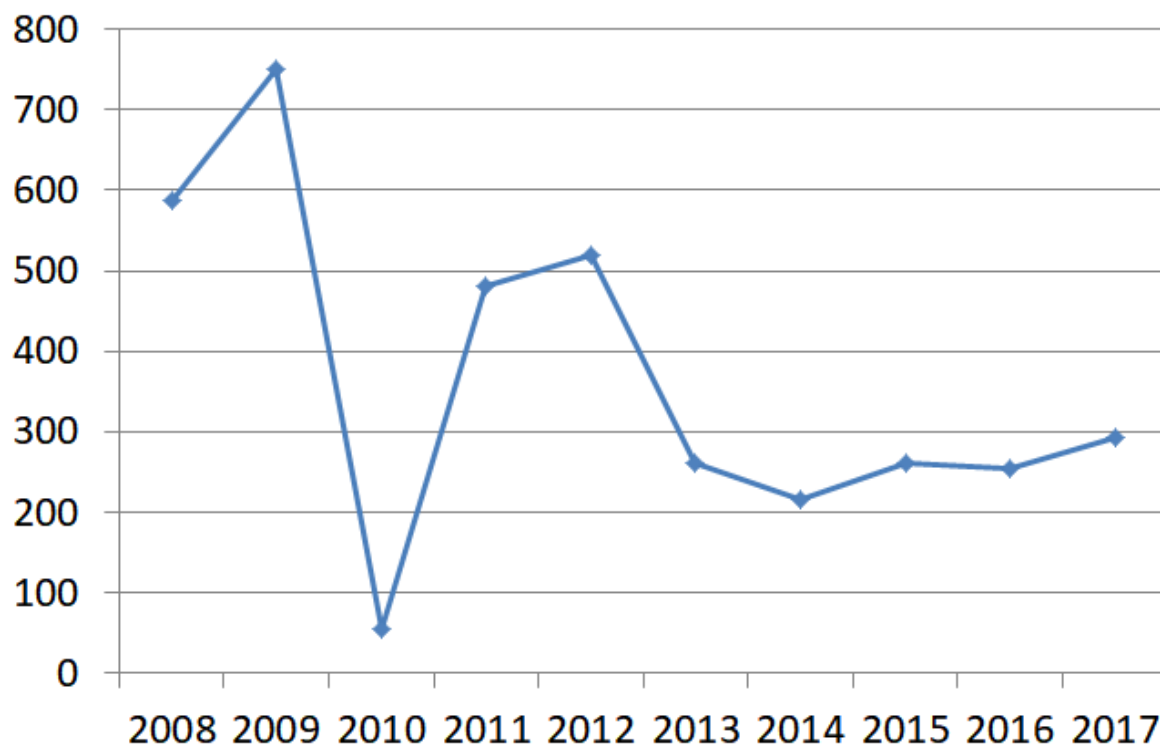
Os gráficos 9 e 10 revelam o número de internações por doenças respiratórias durante o período de 2008 a 2018, nas populações mais vulneráveis.

Gráfico 9: Internações por doenças respiratórias entre crianças de 0- 9 anos.



Fonte: Adaptado de DATASUS, 2008-2018.

Gráfico 10: Internações por doenças respiratórias entre idosos.



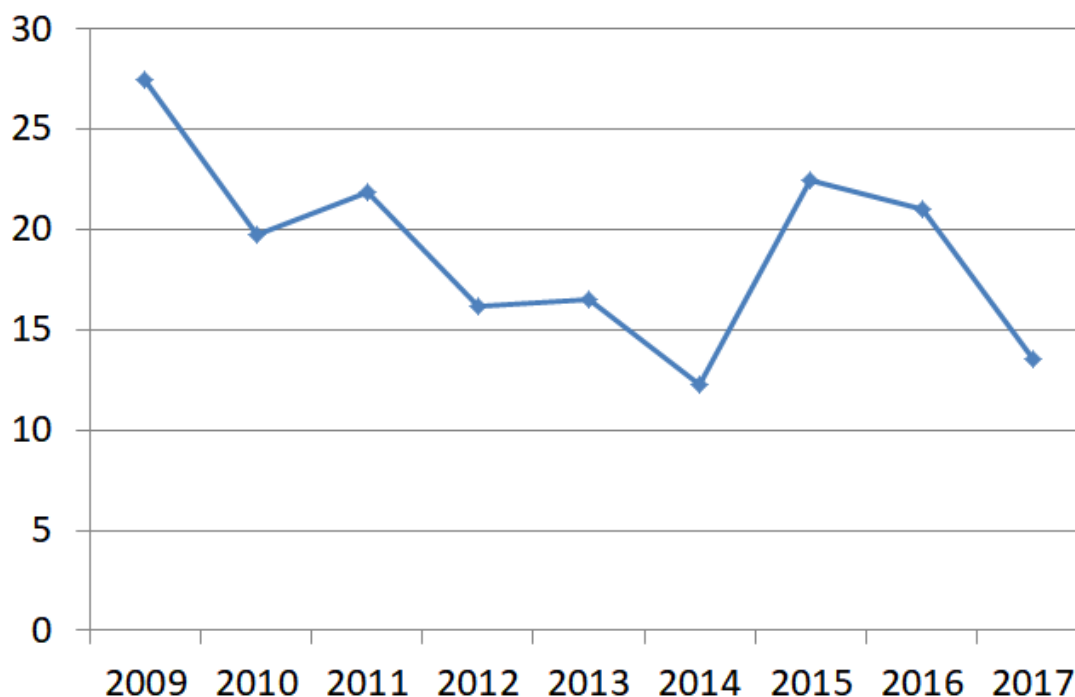
Fonte: Adaptado de DATASUS, 2008-2018.

Na série histórica de 2008 a 2018, houve um total de 12.178 internações por doenças respiratórias, sendo: 3.497 internações de crianças, o que corresponde a 28,7%; 4.183 de pessoas idosas, que responde por 34,4% e 3.327 de adultos, que representam 27,4%. Nota-se também, um pico de internações no ano de 2009, como está acentuado nos gráficos de internações por faixa etária (gráficos 9 e 10).

3.1.3 Dados da qualidade do ar

O pico de internações no ano de 2009 pode ser explicado devido a maiores concentrações de ozônio e material particulado na atmosfera, medido pela estação de monitoramento durante essa década, como retratado nos gráficos 11 e 12.

Gráfico 11: Concentração média (ppm) de Ozônio no período de 2008-2018.



Fonte: Adaptado de INEA, 2008-2018.

O ozônio é um poluente secundário, ou seja, não é emitido diretamente pelas unidades de blendagem, mas formado a partir de outros poluentes atmosféricos. A formação do ozônio troposférico ocorre através de reações químicas complexas que acontecem entre o dióxido de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de radiação solar (BAIRD, 2011).

Este poluente é perigoso, pois sua presença na atmosfera pode agravar os sintomas de asma, de deficiência respiratória, bem como de outras doenças pulmonares (enfisemas, bronquites) e cardiovasculares (arteriosclerose). E, seu longo tempo de exposição pode ocasionar redução na capacidade pulmonar, desenvolvimento de asma e redução na expectativa de vida (BAIRD, 2011).

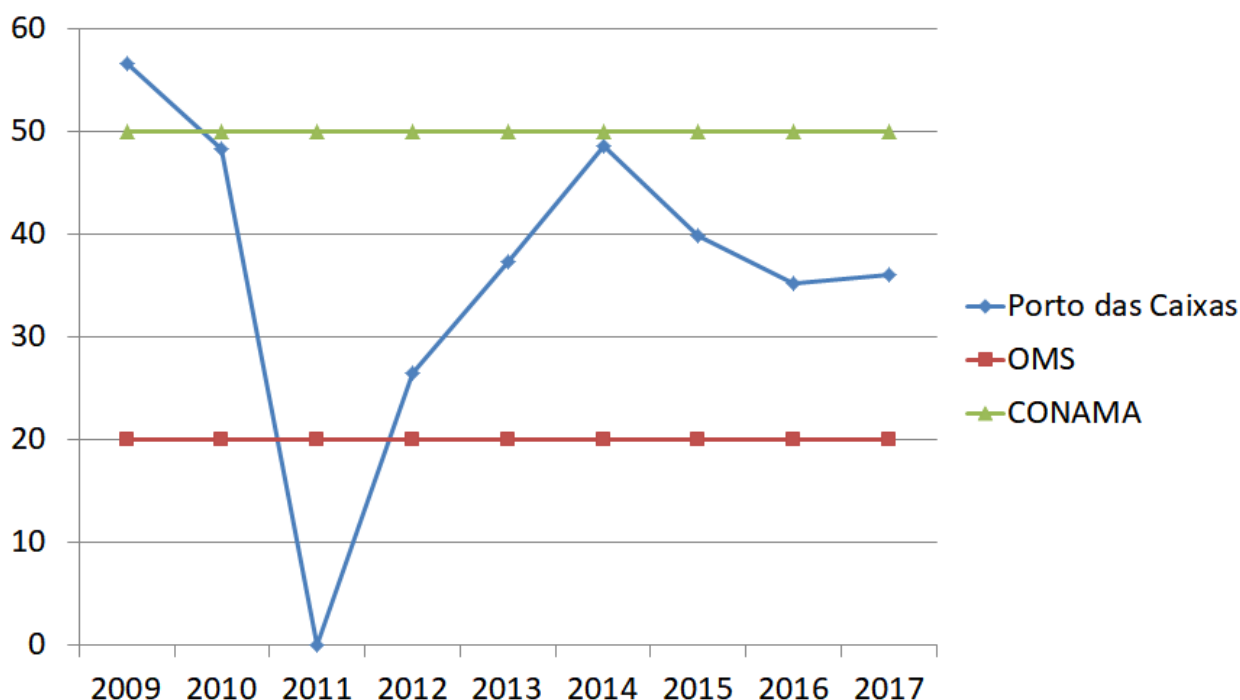
Já os materiais particulados (MP) são compostos químicos, poeiras ou fumaças que se apresentam como uma mistura entre componentes sólidos e/ou líquidos e se encontram dispersos, em suspensão na atmosfera por causa de seu pequeno tamanho (QUEIROZ *et al.*, 2007). Estes materiais não possuem o mesmo tamanho, forma e nem sempre tem a mesma composição química (BAIRD, 2011).

Levando-se em consideração o tamanho, esses materiais podem ser classificados de acordo com seu diâmetro aerodinâmico em MP 10 grosso (menor

que 10 μm) e MP 2,5 fino (menor que 2,5 μm), por exemplo. O tamanho das partículas inaladas é um fator importante na determinação do efeito que essas irão exercer nos organismos, uma vez que as partículas maiores que 10 μm ficam depositadas nas vias aéreas superiores e são removidos pela atividade ciliar, as menores que 10 μm , especialmente as com diâmetros menores que 2,5 μm , têm potencial para serem depositadas nos alvéolos e parecem ser as maiores responsáveis pelos efeitos provocados por esses poluentes. Já a respeito da composição química, o material particulado tem sido amplamente usado para verificar efeitos toxicológicos em animais e humanos, devido à sua rica composição em diversos metais e à baixa presença de compostos orgânicos (GHIO *et al.*, 2002).

Naturalmente, o material particulado apresenta composição química variada, podendo conter poeira mineral, metais, metalóides, sais marinhos, íons inorgânicos solúveis em água, entre outros, e compostos orgânicos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e carbono elementar (MURILLO *et al.*, 2013; ZHANG, F. *et al.*, 2013; DESHMUKH *et al.*, 2013). No caso do material particulado emitido por unidades de blendagem, por ser proveniente de uma gama de resíduos industriais, apresenta uma composição ainda mais diversificada e às vezes desconhecida.

O material particulado tem forte influência no aumento da morbidade e da mortalidade da população mesmo quando as concentrações médias estão dentro dos padrões internacionais de qualidade do ar (DAUMAS *et al.*, 2004). O gráfico 12, mostra que as concentrações médias anuais em sua maioria, foram maiores do que o limite de concentração média anual de 20 microgramas por metro cúbico, recomendado pela Organização Mundial de Saúde e que o material particulado presente na atmosfera em 2009, estava no pico da concentração e superior ao estabelecido também pela CONAMA.

Gráfico 12: Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de Material Particulado no período de 2008-2018.

Fonte: Adaptado de INEA, 2008-2018.

De acordo com o Relatório: Perspectivas Ambientais para 2050: as Consequências da Inação, de 2012 da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), as doenças cardiorrespiratórias agravadas pela poluição por material particulado serão a principal causa de morte relacionada ao meio ambiente mundialmente, superando as mortes por malária, consumo de água insalubre e falta saneamento básico.

O potencial em provocar efeitos adversos à saúde humana está diretamente relacionado ao tamanho da partícula; ou seja, quanto menor o tamanho da partícula, mais profundamente penetrará no trato respiratório mais profundo e conseqüentemente maior o agravo na saúde, uma vez que, depositado nos alvéolos pulmonares e brônquios, estes não possuem mecanismos eficientes para expelir o material particulado fino (BRAGA *et al.*, 2001).

Todavia, o material particulado grosseiro por se acumular nas vias aéreas superiores pode intensificar problemas de saúde do trato respiratório, como asma por exemplo. A falta de controle das emissões de material particulado pode ocasionar danos na saúde, desde problemas na pele e irritação nos olhos, até doenças respiratórias, cardiovasculares e cancerígenas. (QUEIROZ *et al.*, 2007).

A exposição ao material particulado pode causar a diminuição da atividade do muco ciliar, incômodos e irritações nos olhos, garganta e nariz; inflamação do sistema pulmonar como asma e bronquite, além de, em casos de exposição crônica a capacidade pulmonar pode ser comprometida e o risco de câncer no pulmão aumenta, visto que substâncias tóxicas causadoras de câncer podem estar adsorvida no material particulado (SCHWARTZ, 1993).

A população pode ter contato com as emissões de material particulado pelo ar ambiente, quando os compostos podem ser inalados ou entrar em contato direto com a pele, ou através de sua deposição no solo e águas superficiais, a partir da ingestão de água ou alimento cultivado em solos com contaminantes (SIQUEIRA, 2005). O potencial do material particulado de causar agravos à saúde das populações quando presente na água e no solo está associado a sua composição química.

Todavia, há certa dificuldade de construir o nexo de causalidade, ou seja, de estabelecer como causa da ocorrência de determinadas doenças na população as emissões provenientes do beneficiamento dos resíduos industriais nas blendeiras. Isso porque, a diversidade de resíduos e a mistura de resíduos como lodos de ETE, borras oleosas, borras de tinta e tantos outros, com concentrações e composição química diferente, impede a definição de um padrão de toxicidade. É fundamental o controle dessas emissões nas empresas localizadas próximas a populações, como no caso de Magé.

3.1.4 Dados sobre o controle de emissões das empresas A e B

De acordo com os gráficos 9 e 10 de internações, tanto por faixa etária quanto por internações anuais, é possível verificar uma queda no número de internações desde o ano de 2013. Isso pode ser justificado pelas pressões sofridas pelas empresas por órgãos públicos e sociedade civil, o que acarretou medidas por parte das empresas, para a redução de emissão de poluentes a atmosfera com o uso de equipamentos de controle de poluentes, como os filtros de ar.

Conforme fiscalizações do INEA, ambas as empresas possuem equipamentos de controle para remoção de partículas e/ou gases e vapores. Na empresa B é utilizado o biofiltro, enquanto na A, faz-se uso do biofiltro e Filtro de carvão ativado.

O biofiltro é um tipo de equipamento que pode tratar emissões de odores. O processo de biofiltração baseia-se na atividade dos microrganismos que oxidam os compostos orgânicos a CO₂ e H₂O. Esse método apresenta como vantagem, o fato de ser uma tecnologia simples, de baixo custo de operação e manutenção. Todavia, mostra-se pouco eficiente na remoção de gases com altas concentrações de poluentes, além de ser necessário um tempo de residência ou retenção longo; bem como, os microrganismos estão sujeitos a cargas tóxicas de componentes químicos (ALVES, 2005).

Já o filtro de carvão ativado, funciona através da retenção de substâncias que forem adsorvidas na superfície do carvão. O carvão ativado, por ser elemento altamente poroso é utilizado como elemento filtrante no tratamento do ar onde existe a necessidade da atenuação de odores diversos, pois ele fixa em seus poros os odores de outras matérias, promovendo desta forma a purificação ou desodorização ambiente (SITE LINTER FILTROS INDUSTRIAIS, 2019).

Embora as empresas apresentem seus equipamentos de controle de poluição, de acordo parecer técnico, relativo a medições com cálculos de eficiência dos filtros, emitido pela Gerência de Qualidade do Ar (GEAR), uma análise mostrou que esses instrumentos não estão operando plenamente (INEA, 2019).

Os resultados referentes à amostragem nos pontos de entrada e saída do Biofiltro da empresa B efetuados em 2017 revelam que a unidade realiza testes de eficiência no sistema de Biofiltro trimestralmente apresentando-os ao INEA, e, nas análises apresentadas, nenhum dos parâmetros ultrapassou os limites legais.

Todavia, como exposto no quadro 6, para o parâmetro COV total o Biofiltro apresentou uma eficiência negativa de -75%, podendo sinalizar erros na medição e/ou problemas no equipamento. Também, para os outros parâmetros os valores obtidos foram variados, sendo percentuais baixos para remoção de material particulado (27,3%); dióxido de enxofre (17,5%) e óxido sulfúrico (15%).

Quadro 6: Resumo dos resultados das concentrações de MP, SO₂, SO₃, Semi-COV's e COV's obtidos na entrada e saída do Biodigestor e eficiência de cada poluente calculada a partir dos valores apresentados nos resultados.

FONTE	POLUENTES				
	MP mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	SO ₃ mg/Nm ³	COSV mg/Nm ³	COV total mg/Nm ³
Entrada	10,75	5,66	0,6	0,0372	<0,004
Saída	7,82	4,67	0,51	0,0119	0,007
Eficiência (%)	27,26	17,49	15,00	68,01	-75,00

Fonte: INEA, 2019.

Segundo as conclusões deste parecer técnico encaminhado ao INEA, a empresa B não atendeu completamente ao solicitado.

Quanto aos resultados obtidos pela empresa A, observou-se que todas as análises de concentração e taxa de emissão realizada nos parâmetros H₂S, COV e SO_x estão abaixo do Limite de detecção, indicando uma baixa emissão destes poluentes. Contudo, foi verificado que para o poluente SVOC, na saída dos biofiltros 05 e 06 (destacados em vermelho), suas concentrações foram superiores aos valores referentes às coletas realizadas na entrada destes biofiltros. Assim, para este poluente os resultados foram incoerentes ao que tange a efetividade dos biofiltros no abatimento das emissões, nas condições operacionais mantidas no momento da amostragem. Ainda, na saída do biofiltro 06, o valor encontrado para Taxa de Emissão de material particulado é maior do que o valor encontrado no ponto de entrada.

Quadro 7: Valor Médio de Concentração e Taxa de Emissão das fontes analisadas.

Fonte	Parâmetro	Concentração mg/Nm ³		Taxa de Emissão Kg/h	
		Entrada	Saída	Entrada	Saída
Filtro de Carvão Ativado 01	MP	34	31,7	0,0561	0,0291
	NH ₃	10,18	3,54	0,168	0,0033
	H ₂ S	<3,7368	<3,5257	<0,0061	<0,0033
	VOC	<0,005556	<0,002724	<0,000009	<0,000003
	SO _x	<1,81	<1,84	<0,0030	<0,0017
	SCOV	0,32332	<0,00247	0,00054	<0,00001
Biofiltro BF 02	MP	30,5	28,1	0,1328	0,1092
	NH ₃	2,4	<0,05	0,0106	<0,0002
	H ₂ S	<3,7205	<3,5692	<0,0659	<0,0141
	VOC	<0,002772	<0,002859	<0,000012	<0,000012
	SO _x	<1,88	<1,92	<0,0082	<0,0074
	SCOV	0,09205	0,02328	0,00041	0,00009
Biofiltro BF 03	MP	54,8	36,5	0,2472	0,1483
	NH ₃	4,55	<0,05	0,0205	<0,0002
	H ₂ S	<3,7294	<3,7006	<0,0168	<0,0145
	VOC	<0,002794	<0,002763	<0,000013	<0,000011
	SO _x	<1,84	<1,75	<0,0084	<0,0071
	SCOV	0,05758	0,002753	0,00026	0,00011
Biofiltro BF 04	MP	46,3	33,3	0,2116	0,1313
	NH ₃	2,14	0,79	0,0098	0,0032
	H ₂ S	<3,7552	<3,586	<0,017	<0,0146
	VOC	<0,002776	<0,002739	<0,000013	<0,000012
	SO _x	<1,85	<1,81	<0,0085	<0,0071
	SCOV	<0,05211	<0,02446	<0,00024	<0,0001
Biofiltro BF 05	MP	38,5	26,9	0,145	0,1086
	NH ₃	24,05	0,63	0,0906	0,0025
	H ₂ S	<3,7028	<3,7837	<0,0139	<0,0141
	VOC	<0,002798	<0,002754	<0,000011	<0,000011
	SO _x	<1,83	<1,76	<0,0069	<0,0071
	SCOV	<0,00615	0,00941	<0,00002	0,00004
Biofiltro BF 06	MP	33,7	33,2	0,1316	0,1339
	NH ₃	20,6	3,97	0,0795	0,0159
	H ₂ S	<3,7422	<3,5683	<0,0142	<0,0141
	VOC	<0,002769	<0,002859	<0,000011	<0,000012
	SO _x	<1,77	<1,77	<0,0069	<0,0071
	SCOV	0,02177	0,02844	0,00008	0,0011

Fonte: INEA, 2019.

Como conclusão do parecer técnico, a empresa atendeu parcialmente ao solicitado pela notificação GELINNOT/01094704, sendo notificada a apresentar maiores esclarecimentos quanto aos problemas referentes ao teste de eficiência do Biofiltro 06; visto que, foram verificadas inconsistências nas amostragens dos parâmetros MP e SVOC no Biofiltro BF 06 e, portanto, seus resultados não foram considerados satisfatórios. Apesar das inconsistências verificadas no Filtro de Carvão Ativado 01 e Biofiltro BF 05, os resultados não foram comprometidos, uma vez que os motivos das incoerências foram identificados apenas como pequenos equívocos na elaboração do relatório.

3.2 Dados da população entrevistada

Foram entrevistadas 822 pessoas nos três bairros estudados. A tabela 3 apresenta a distribuição por gênero e por bairro.

Tabela 3: Distribuição da população entrevistada por gênero e por bairro.

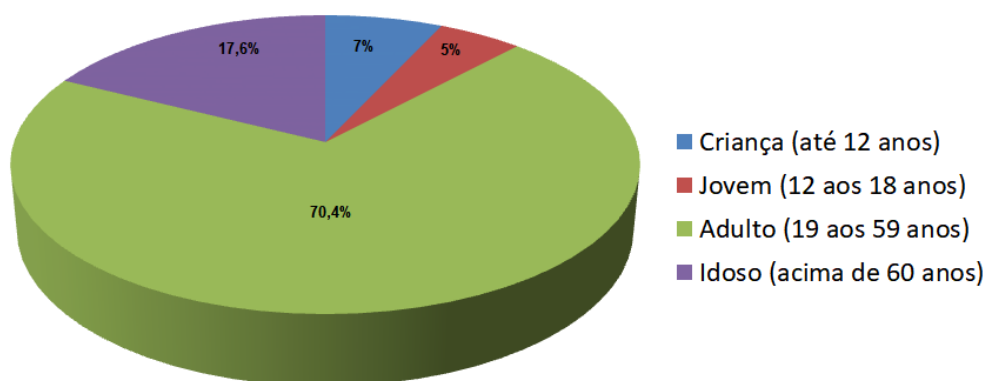
Bairro	Masculino		Feminino		Não declarado	
	N	%	N	%	N	%
Jardim Esmeralda	125	43.40	121	42.01	42	14.58
Parque Boneville	98	41.70	90	38.29	47	20
Raiz da Serra	125	41.80	170	56.85	4	1.33
Total	348	42.33	381	46.35	93	11.31

Fonte: Elaborado pela Autora.

Os questionários onde o gênero não foi declarado ocorreram devido a um erro do entrevistador, que não fez a pergunta pela pressa do momento. Nenhum entrevistado se sentiu incomodado em responder essa questão.

Quanto à distribuição da faixa etária dos entrevistados, houve uma predominância de adultos (70.4%), adotado nesse estudo na faixa dos 19 aos 59 anos, conforme mostra o gráfico 13:

Gráfico 13: Percentual da Faixa Etária dos Entrevistados.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Segundo as características dos bairros estudados e sua população, Jardim Esmeralda é um bairro residencial com pequenos comércios para facilitar a vida das pessoas, como padarias, açougues, mercados e restaurantes, lojas de presentes, uma unidade de saúde, entre outros comércios. Possui aproximadamente 3.000 habitantes, segundo informação do líder comunitário e abriga a empresa B.

Quanto à escolaridade dos moradores, 47,36% possuem ensino médio, 5,26% possuem ensino superior, contra a 47,38% que declararam ter estudado apenas o ensino fundamental.

Dados da renda declarados pelos moradores durante aplicação de questionário revelam que: 38,88% ganham um salário mínimo, 18,05% não possuem nenhuma renda e que 34,72% ganham entre um e três salários.

Segundo infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgoto, o bairro apresenta serviço de abastecimento de água pela CEDAE e poços artesianos; e fossa séptica bastante rudimentar para tratamento do esgoto.

O bairro Parque Boneville é estritamente residencial, com raríssimo comércio, possuindo aproximadamente 15 estabelecimentos comerciais distribuídos nas 37 ruas existentes. Apresenta muitas fazendas e situa-se à margem da Rodovia Rio-Teresópolis, abrigando a empresa A e mais 900 moradores.

Dados de escolaridade revelam que: 30,13% dos moradores possuem ensino fundamental, entre 5ª à 8ª série, 24,65% apresentam ensino médio completo, contra 13,69% que começaram o ensino médio, mas não terminaram e 6,84% que formaram no ensino superior.

De acordo com a renda dos moradores; 16,90% não possuem nenhuma renda, 25,35% ganham um salário mínimo e 32,39% recebem entre um e três salários.

Neste bairro, a população encontra-se excluída do acesso aos serviços de saneamento básico, uma vez que, não possuem o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água e esgotamento sanitário; fazendo o uso de poços artesianos e fossa séptica.

Já o bairro Raiz da Serra, localizado a quinze quilômetros de distância das empresas estudadas, apresenta características semelhantes com o bairro Jardim Esmeralda, sendo um bairro residencial bastante abastecido por comércios e serviços que atende a população residente. Nele, estão igrejas, bares, restaurantes, escola, unidades de saúde, lojas variadas; além de ser abastecido por um sistema

de saneamento básico, oferecendo a seus moradores água encanada e sistema de tratamento de esgoto.

O bairro abriga 5.000 moradores com porcentagem de escolaridade sendo: 35,82% com ensino fundamental, 1ª à 4ª série, 25,37% com ensino fundamental, 5ª à 8ª série, 14,92% com ensino médio completo e 2,98% com ensino superior.

Quanto à renda dos moradores: 34,84% não possuem renda, 21,21% ganham até um salário mínimo e 39,39% recebem entre um e três salários.

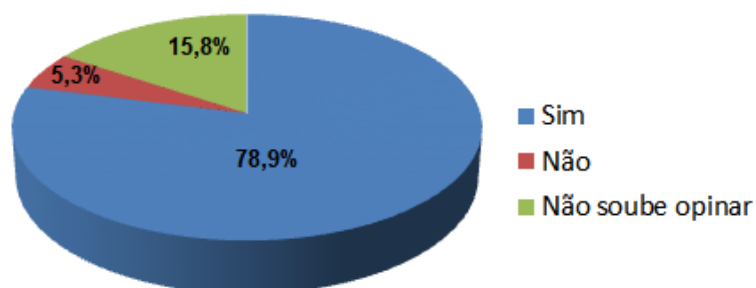
Durante a aplicação do questionário, os líderes comunitários dos bairros estudados, acompanharam e ajudaram nessa atividade. Uma destas líderes, no primeiro dia, com o decorrer do tempo, começou a fazer a pergunta: “Sente algum cheiro que te causa incômodo, dor de cabeça ou irritação nos olhos? Como é esse cheiro? Sabe descrevê-lo”? Essas perguntas acabaram sendo incorporadas no questionário e feitas para todos os moradores entrevistados.

De acordo com os moradores dos bairros Jardim Esmeralda e Parque Boneville, a maioria disse sentir um cheiro que causa incômodo (gráficos 14 e 16), sendo categóricos na resposta: *“cheiro forte da fábrica”*, referindo-se as empresas A e B. Os moradores de ambos os bairros mostraram insatisfação com as fábricas, argumentando já ter denunciado as fábricas para órgãos competente, como também feito inúmeras reclamações para as próprias empresas. Da mesma forma, muito se escutou que *“todo mundo sente cheiro, não tem como não sentir. Quem diz que não sente, mente”*.

3.2.1 Cheiros e incômodos percebidos pela população do Jardim Esmeralda

Segundo 78,9% dos moradores de Jardim Esmeralda, há a percepção de um cheiro, caracterizado como forte, diversificado, podre e às vezes cheira chiclete bastante enjoativo. Alguns citaram cheiro forte semelhante a fezes e inseticidas. Também relataram muita poeira e fumaça que provoca pequenas complicações na saúde, como rinite alérgica.

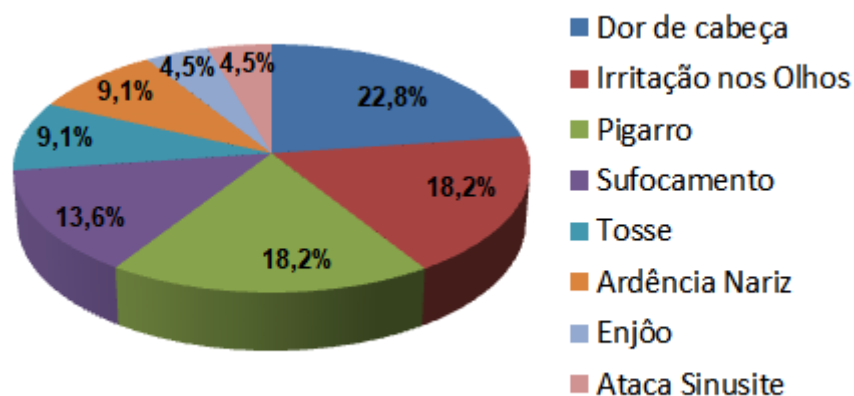
Gráfico 13: Percepção de cheiro no bairro Jardim Esmeralda.



Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os incômodos mais recorrentes estão; dor de cabeça, irritação nos olhos e garganta, pigarro e sensação de sufocamento. Durante as entrevistas, muito foi escutada a frase *“eu moro vinte anos no bairro, de lá pra cá a gente percebeu a incidência de câncer, principalmente de pulmão. Aumentou também as alergias respiratórias, como asma, nas crianças. Tem um monte de alergia de pele. Parece que queima”*.

Gráfico 14: Incômodos sentidos no bairro Jardim Esmeralda.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em agosto de 2014, o jornal “A Realidade” denunciou a empresa B de aumentar a incidência de câncer na população mageense proveniente da atividade das unidades de blendagem. Na divulgação feita pelo jornal, a empresa B processa

grande quantidade de material tóxico de outros municípios e Estados da federação, sem preparo, e vai mais longe, segundo o jornal, o material é processado de forma suspeita, causando irritação na pele e nos olhos e péssimo odor da fumaça (PDMAFO ONG AMBIENTAL, 2014).

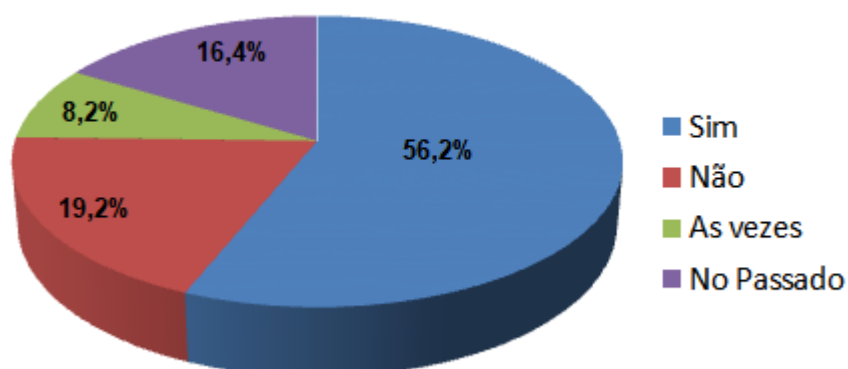
Contudo, em abril de 2019, após forte denúncia dos moradores contra a empresa B, a Prefeitura, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente fiscalizou o galpão da empresa para averiguar o forte cheiro dos gases emitidos e constataram que a empresa têm as licenças ambientais necessárias, concedidas pelo INEA e que todo o material utilizado não tem dano à saúde e ao meio ambiente. Segundo o secretário de Meio Ambiente da cidade, provavelmente o cheiro é do caminhão que chega com os produtos.

No bairro Jardim Esmeralda, os sintomas mais recorrentes em todas as faixas etárias são tosse ao acordar e tosse durante o dia e a noite. Das crianças entrevistadas, 71,4% relataram ter tosse durante o dia e noite; 57,1% tosse ao acordar; e, 42,8% sentem chiado no peito. Já na população adulta, 45,3% tosse dia e noite; 37,7% tosse ao acordar e sentem chiado no peito; 35,8% sentem chiado com falta de ar. Quanto aos idosos, 50% tosse ao acordar e tosse durante o dia e noite e 43,7% tem catarro durante o dia e noite.

3.2.2 Cheiros e incômodos percebidos pela população do Parque Boneville

Conforme 56,2% dos moradores do bairro Parque Boneville, o cheiro é caracterizado como; “*forte, de química pesada*” e “*cheiro de lixo*”.

Gráfico 15: Percepção de cheiro no bairro Parque Boneville.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como apresentado no gráfico 16, no bairro Parque Boneville, um percentual (16,4%) disse que *“no passado o cheiro era mais forte, mas atualmente melhorou”*. Esse fato sinaliza que, a empresa pode ter tomado medidas e hoje o cheiro causa menos desconforto, embora ainda seja sentido pela maioria dos moradores; bem como, às vezes ainda é sentido por outra parcela da população (8,2%). Também, pode indicar que não houve melhoras em termos de tratamento das emissões, mas a população pode já estar acostumada com o cheiro e seus efeitos. Assim, não mais o percebe, visto que o desempenho dos equipamentos de filtragem de poluentes da empresa A foram avaliados como sendo ineficientes.

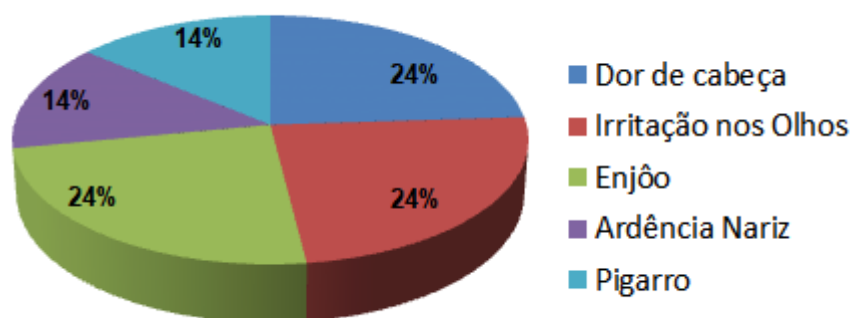
Todavia, um morador do bairro declarou que *“antigamente tinha um cheiro muito forte, porém hoje não tem pois a empresa colocou filtro. A empresa pediu aos moradores para entrar em contato caso tenha cheiro forte, pois irão regular ou verificar o filtro”*.

Esta é uma estratégia usada pela empresa A com o intuito de evitar enfrentamentos conflituosos maiores. A empresa informa a alguns moradores dos bairros Parque Boneville e Parque Iriri, outro bairro próximo à fábrica e igualmente afetado, que poderiam ligar “à vontade” para reclamar “quando o cheiro estiver muito forte”; no intuito de que essas respostas às reclamações signifiquem mais a verbalização de boas intenções que a alteração efetiva do quadro contaminante de suas operações. À medida que as reclamações aumentam, a empresa adota a prática de visitar um ou outro morador mais exaltado para fazer averiguações, como também, distribui para associações de moradores, algumas cestas básicas, como

forma de recrutar apoio da direção da associação para promover uma boa imagem da empresa com os moradores. De acordo com o presidente de outra associação, existem na região associações que estariam "vendidas" à empresa (BEZERRA, 2004).

Entre os incômodos mais citados estão; dor de cabeça, irritação dos olhos e enjojo (gráfico 17). Nos estudos de Bezerra (2004), moradores do entorno e trabalhadores passaram a sentir profundas alterações no meio ambiente e em suas próprias saúdes, desde o início das operações da empresa A em 1999. Entre os incômodos mais recorrentes relatados neste estudo foram: irritação nos olhos, dores no corpo, principalmente na cabeça, costas e garganta, manchas cutâneas, sangramentos intermitentes de nariz, desmaios, febre e dificuldades respiratórias. Tais incômodos tornaram-se costumeiros desde o início dos anos 2000 e foram imediatamente ligados às operações da unidade de blendagem.

Gráfico 16: Incômodos sentidos no bairro Parque Boneville.



Fonte: Elaborado pela autora.

Como pode-se perceber, os incômodos que prevalecem em ambos os bairros são os mesmos: dor de cabeça e irritação nos olhos.

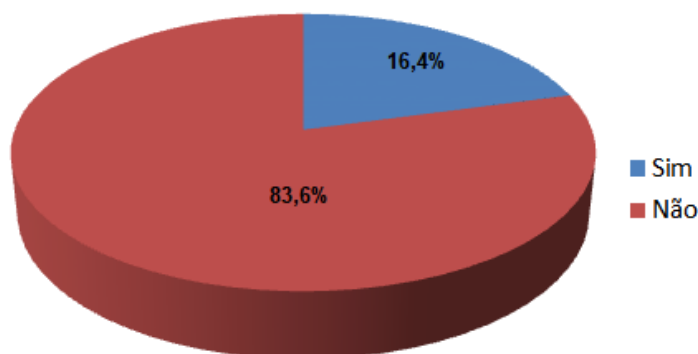
Os sintomas mais habituais dos moradores de Parque Boneville são tosse e catarro durante todo o dia. Entre as crianças, 80% informaram ter tosse dia e noite, catarro ao acordar e durante todo o dia. Na população adulta, 62,8% apresentam tosse dia e noite; 48,8% apresentam catarro dia e noite; 44,2% sentem chiado no peito. Já os idosos, 50% mencionam catarro ao acordar e 40% apresentam catarro durante todo o dia.

3.2.3 Cheiros e incômodos percebidos pela população de Raiz da Serra

Quanto os moradores de Raiz da Serra, a maioria dos entrevistados (83,6%) declararam não sentir nenhum cheiro estranho, tampouco que provoque incômodos (gráfico 18). Contudo, 100% da parcela que disse sentir algum cheiro que causa irritação nos olhos e nariz, fundamentam ser culpa dos vizinhos que queimam o “lixo”, sendo essa prática bastante comum no bairro, embora seja considerado crime ambiental.

A queima de resíduos acaba por lançar na atmosfera, dezenas de produtos tóxicos, que variam da fuligem (que afeta os pulmões) às cancerígenas dioxinas, resultantes principalmente da queima de plásticos. Os principais sintomas de intoxicação são tosse seguida de falta de ar. A tosse pode ser bem irritativa e persistente, daquelas que não vai embora. É uma tosse normalmente seca e sem secreção. Em fase inicial, não se costuma estar associada a nenhum outro sintoma e é necessário ter atenção redobrada com crianças e idosos, uma vez que podem desenvolver quadros de infecção respiratória severa. Uma vez expostos, além de irritar os olhos e garganta, esses grupos podem ter problemas respiratórios como: asma, bronquite, rinite alérgica e outras doenças, que assolam principalmente em períodos de baixa umidade atmosférica (JACOMELLI *et al.*, 2003).

Gráfico 17: Percepção de cheiro no bairro Raiz da Serra.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os sintomas mais comuns dos moradores do bairro Raiz da Serra são tosse durante todo o dia e noite e catarro ao acordar. Das crianças entrevistadas, 77,7% apresentam tosse dia e noite e catarro; e, 66,6% sentem chiado no peito. Entre os adultos 31,2% tosse dia e noite e apresentam catarro durante todo dia; além de, 33,3% apresentarem catarro ao acordar e 27% sentem chiado no peito. Já na população idosa, 33,3% tosse ao acordar e tosse durante o dia e noite e relatam ter catarro.

Como observado existe um elevado percentual de crianças que apresenta tosse e chiado no peito. Esses sintomas podem ser justificados pela prática frequente de queimar “lixo” no bairro e os efeitos danosos na saúde das pessoas, especialmente nas crianças que são mais suscetíveis.

3.2.4 Doenças diagnosticadas

Uma questão importante que pôde ser apurada através do questionário é referente à bronquite crônica nas populações estudadas. Isso porque, a doença é clinicamente definida pela presença de tosse e expectoração na maioria dos dias por no mínimo três meses/ano durante dois anos consecutivos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Assim, analisando as respostas do questionário e fazendo o cruzamento destes sintomas, levantou-se que: no Parque Boneville, embora 40% das crianças declararam na entrevista não terem sido diagnosticadas com bronquite e feito uso de remédio contra a doença nos últimos 12 meses, 80% apresentam os três sintomas que definem a bronquite crônica. Nos adultos, 23,3% afirmaram já terem sido diagnosticados com a doença, enquanto 53,5% apresentam todos os sintomas. Já em Jardim Esmeralda, 20,5% dos adultos informaram já terem sido diagnosticados com bronquite, contudo, 34% apresentam os sintomas de bronquite crônica. Esse número é ainda maior na população idosa, que corresponde a 56,3%. Em Raiz da Serra por sua vez, entre as crianças, 33,3% disseram já terem sido diagnosticadas com bronquite; todavia, 66,7% apresentam sintomas de bronquite crônica. Já na parcela de idosos, 11,1% já foram diagnosticados com bronquite, contudo, 22,1% apresentam os sintomas da doença; remetendo novamente à prática de queimar o lixo, que é bastante prejudicial para essa população.

Também, nesse estudo, foi identificado sintomas relacionados a Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas (DPOC). As DPOC são doenças passíveis de prevenção e tratamento, caracterizadas por limitação do fluxo aéreo pulmonar, parcialmente reversível e geralmente progressiva. Essa limitação é causada por uma associação entre doença de pequenos brônquios (bronquite crônica obstrutiva) e destruição de parênquima (enfisema). Estas doenças estão associadas a uma inflamação irregular dos pulmões que ocorre devido à inalação de gases e/ ou partículas tóxicas. No Brasil, A DPOC é a quinta maior razão da internação de pacientes com mais de 40 anos na rede SUS, o que corresponde a um gasto de 72 milhões de reais por ano (CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA II, 2004).

Conforme consta no Caderno de Doenças Crônicas do MINISTÉRIO DA SAÚDE (2010), os critérios clínicos e o teste de rastreamento são suficientes para estabelecer o diagnóstico da DPOC. Este teste leva em conta três respostas “sim” para as perguntas: “Você tem tosse pela manhã?”; “Você tem catarro pela manhã?”; “Você se cansa mais do que uma pessoa da sua idade?”; “Você tem chiado no peito à noite ou ao praticar exercício?”; e, “Você tem mais de 40 anos?”.

Com as respostas dos questionários, foi possível levantar um panorama sobre a DPOC nas comunidades estudadas. Na população acima de 40 anos do bairro Jardim Esmeralda, 18,8% responderam “sim” para mais de três perguntas; enquanto no bairro Parque Boneville foram 18,9% e em Raiz da Serra 12,3%.

A porcentagem dos moradores com DPOC de Parque Boneville e Jardim Esmeralda não estão tão maiores que os moradores de Raiz da Serra, que é o bairro controle.

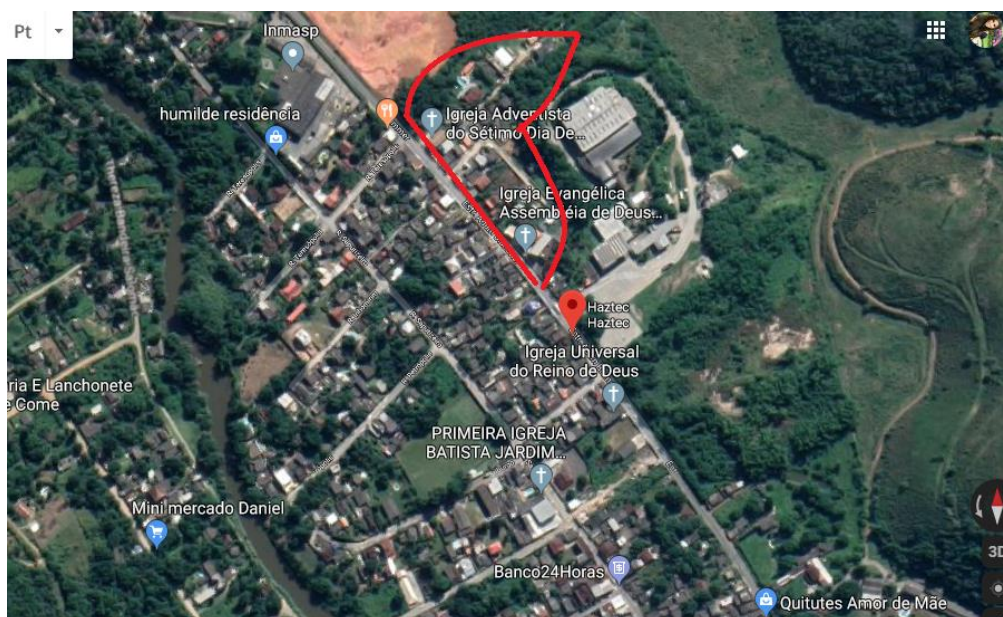
Fato é, moradores residentes do bairro Raiz da Serra, grupo controle do estudo, não declararam sentir nenhum cheiro oriundo das empresas, bem como, não sentem nenhum incômodo oriundo de cheiros estranhos no ar. Em contra partida, as populações que residem próximo às empresas A e B, no caso, bairros Parque Boneville e Jardim Esmeralda, os grupos expostos deste estudo, relataram sentir cheiro incômodo e alegaram com elevado grau de certeza, que o cheiro provém destas empresas.

3.3 Informações adicionais

Segundo declarações obtidas durante a fase do questionário no bairro Jardim Esmeralda, quanto mais próxima à empresa a casa localiza-se, mais forte é o cheiro e mais incômodos são sentidos. Todavia, algumas casas, estão situadas em áreas pertencentes à empresa, e, portanto; configura como invasão de terreno. Como conclusão, essas pessoas sentem bastante desconforto, contudo, embora tenham reclamado durante a entrevista, não se sentem seguros para reclamar com a própria empresa.

A figura 8 mostra a imagem da área que configura como invasão de terreno.

Figura 8: Localização da área onde as casas invadiram o terreno.



Fonte: Elaborado pela autora.

Mesmo assim, moradores que residem nas áreas não invadidas, dizem fazer bastante uso das redes sociais como o *facebook* e do telefone das empresas para queixar-se, como comunicado por um morador que diz que o *“cheiro incomoda demais. Já até tenho o telefone da central de reclamação decorado de cabeça”*. Tal fala demonstra o quanto é recorrente o incômodo produzido pela empresa, bem como as reclamações decorrentes deste incômodo.

Na pesquisa de Bezerra (2004) foi identificado um morador de Parque Boneville que costumava fazer uso do disque-denúncia vinculado à secretaria de

segurança do Governo do Estado para fazer reclamação da empresa e solicitar medidas. Este morador catalogou em seu “dossiê” particular, 17 ligações feitas em um período de três anos.

De modo geral, as ligações apresentam algum resultado para os moradores, pois é comum que a fumaça e o odor cessem ou diminuam no momento ou no dia da reclamação. Todavia, a empresa A quando atenua os efeitos para alguma região do entorno, transfere o dano para outras localidades. Moradores do Parque Iriri observaram que diante das queixas do Parque Boneville, a empresa faz uso de equipamentos de ventilação para alterar o curso da poluição atmosférica emitida pelas chaminés (BEZERRA, 2004).

Também, a empresa atende de algum modo aos moradores, pois as queixas costumam se dá somente nas situações mais críticas, o que significa que existe já um grau de conformação local em relação a algum nível de poluição. Desse modo, os moradores precisam lidar com a boa vontade da empresa para resolver o problema do incômodo.

Ademais, uma moradora do Parque Boneville contou que seu pai já havia sido presidente da associação de moradores e lutou contra a empresa por um bom tempo, até que mudou de bairro por conta de ameaças sofridas.

A empresa B ao receber reclamantes em sua planta fabril, prometeu diminuir a intensidade das emissões, com futuros investimentos como: o aumento da altura da chaminé, melhora na vedação do galpão e instalação de exaustores e filtros de ar; sugerindo assim, que a tecnologia atual, não é suficiente para minimizar o impacto, e assim, a estratégia atual destina-se a conceder pequenos alívios à população em função da existência de eventuais queixas.

O fato de essas empresas estarem localizadas em áreas carentes de educação, serviços e empregos, tornam as empresas A e B “encarregadas pelo progresso” da região, pelo “desenvolvimento de Magé” e gerar postos de trabalho. Contudo, como retratou um dos membros participantes do Conselho de Saúde da Magé, antigamente a empresa A contratava cerca de 300 funcionários. Hoje, esse quadro é reduzido para apenas 25, ou seja, já não é mais uma empresa geradora de empregos, e, com isso, os ex-funcionários discutiram muito sobre suas antigas rotinas de trabalho, o que contribui bastante para um melhor entendimento do que se passa por trás dos muros destas empresas.

Os trabalhadores das unidades de blendagem estão suscetíveis à exposição crônica aos compostos de metais pesados, mercúrio na forma de particulado, poeiras inaláveis, vapores orgânicos, e a outras substâncias químicas perigosas, posto que as áreas operacionais são abertas e há possibilidade de emissão desses contaminantes durante a manipulação, trituração, preparação e mistura dos materiais, riscos de acidentes com vazamento e derramamento e de incêndios nos tanques de resíduos líquidos ou com sólidos inflamáveis, como também, riscos relacionados ao transporte de grandes quantidades de resíduos perigosos e de *blends* e da geração de efluentes líquidos (MALARD, 2016).

Interessante registrar que ex-funcionários de ambas as empresas foram entrevistados e comunicaram que a atividade de blendagem é marcada por forte cheiro que ocasiona incômodos no nariz, garganta e olhos. Alguns moradores de Jardim Esmeralda que responderam o questionário, disseram ter sido funcionários da empresa B durante anos, e, saíram por conta de agravamento de problemas respiratórios. Outros relataram ter tido problemas de pele, decorrente de surgimento de alergias. Um entrevistado declarou: *“teve gente que trabalhou na empresa e quando saiu estava com a pele toda estranha, parecia um sapo”*.

Em alguns relatos é possível identificar os riscos da atividade, uma vez que a empresa tem o cuidado em fornecer aos seus colaboradores, os equipamentos de proteção, com o intuito de minimizar a exposição dos riscos ocupacionais referentes à lida com os resíduos. Esse cuidado e o potencial de risco da atividade podem ser percebidos na palavra de um morador do bairro Parque Boneville que disse: *“Fomos numa reunião dentro da empresa. Eles falaram que não mexem com nada perigoso. Mas troca de uniforme quatro vezes no dia. É bota, luva, máscara”*.

A realidade é que muitas das causas de doenças estão associadas a como uma parte da população são excluídas dos benefícios do desenvolvimento econômico. Esta fração da sociedade excluída e vulnerável acaba por trabalhar e morar em locais com conjunturas ruins (PORTO, 2004). Como citado anteriormente, as empresas A e B localizam-se em uma região onde faltam condições de trabalho adequadas, desprovida de boa educação e serviços; o que torna a vida dos moradores ainda mais dificultosa.

Todavia, conforme dito anteriormente, a população do bairro Parque Boneville não vê a empresa A como uma grande geradora de empregos e percebe riscos a saúde relacionada à atividade desta empresa; demonstrando assim, total

descontentamento com a fábrica e bastante preocupação. O mesmo ocorre também com os moradores de Jardim Esmeralda.

Como visto, estes bairros apresentam baixo nível de escolaridade, sendo que, a porcentagem de pessoas que fizeram o ensino superior é de 5,26% no bairro Jardim Esmeralda; 6,84% no Parque Boneville e 2,98% em Raiz da Serra. Quanto à renda, em Jardim Esmeralda, 18,05% não possuem uma renda; enquanto em Parque Boneville e Raiz da Serra, 16,9% e 34,84% declaram ausência de renda, respectivamente.

Quanto menor a escolaridade e a renda de uma comunidade, mais viável que esta ceda a riscos ambientais se estes estiverem acompanhados da promessa de vantagem econômica. Isso acontece, não porque comunidades pobres sejam menos preocupadas com a proteção ambiental e de sua saúde, mas pelo fato de que possuem menos liberdade estrutural para agir conforme suas preocupações, uma vez que nem suas necessidades básicas são atendidas (GOULD, 2004).

Esse cenário configura numa clara e desigual distribuição dos riscos ambientais causados pelas grandes indústrias ou empresas poluidoras, que optam por localizar predominante em áreas onde vivem populações mais pobres que não tem força política, econômica e de mobilização social para lutar por seus direitos (JUNGES, 2010).

Nesses locais, conhecidos como zonas de sacrifício, não há investimento em infraestrutura, saneamento, políticas de controle ao descarte de lixo tóxico, entre outros fatores; que impõe às populações que ali residem, condições degradantes de trabalho e redução da qualidade de vida, devido à poluição do ar e da contaminação do solo e das águas. Pelo conceito de zonas de sacrifício, entende-se que existam grupos sociais passíveis de serem sacrificados para conviverem com passivos ambientais em prol do desenvolvimento (BULLARD, 2000) (SILVA E MELLO BUENO, 2013).

Assim, a injustiça ambiental acontece em sociedades desiguais que dispõem à grupos sociais de trabalhadores, populações de baixa renda, grupos raciais discriminados, populações marginalizadas e mais vulneráveis; a maior parcela dos danos ambientais do desenvolvimento (HERCULANO, 2005).

3.3.1. Prejuízos ambientais

Nesse estudo, não foi possível realizar análise de solo e água por conta da falta de recursos e investimentos; contudo, os moradores dos bairros Jardim Esmeralda e, especialmente os moradores de Parque Boneville se mostraram bastante preocupados com a qualidade da água que abastece suas casas. Tal preocupação se dá, por dois fatores: 1) os moradores do bairro Parque Boneville não tem o serviço de água encanada, sendo que fazem uso de água através de poço artesiano, enquanto os moradores de Jardim Esmeralda possuem o sistema conjugado: abastecimento de água encanada e poço; 2) como constatou Bezerra (2004), as empresas concentram suas operações, mesmo que parcial, nos horários em que as pessoas costumam estar dormindo e os órgãos de fiscalização ambiental não estão funcionando, indicando ocultação de atividades; como lançamento irregular de efluente em corpos hídricos.

Desse modo, foram recorrentes falas tais como: “temos medo de usar a água do poço, porque *tá toda contaminada*”, “*está cheio de metais pesados na água*” e “*eles aproveitam a noite e jogam efluente no rio*”. Assim, segundo Bezerra (2004), os moradores suspeitam que a empresa esconda suas práticas contaminantes, uma vez que já perceberam ocorrer grande movimento de caminhões às vésperas de visitas de órgãos públicos, como visita da secretaria de saúde ou de pessoas de “fora” em geral, o que sugere ser evacuação de materiais.

Vale lembrar, que a atividade de blendagem, consiste em misturar e homogeneizar uma vasta variedade de resíduos industriais, e, portanto, é um produto com características químicas diversas, resultante de processos de produção, entre os quais das indústrias metalúrgicas, de tintas, entre outros; que utilizam metais. Também, nas unidades de blendagem, são produzidas fumaças e poeiras ricas em metais, principalmente mercúrio, chumbo e cádmio. Estes, juntamente com arsênico, bário, cobre, cromo e zinco; quando lançados irregularmente, podem ser solubilizados pela água, contaminando assim os cursos de água, causando danos à saúde do homem e de animais, dado o potencial tóxico destes elementos (AGUIAR, 2019).

Após permanecer na atmosfera na forma de poeira e vapores, os metais sofrem deposição seca ou úmida nas superfícies aquáticas e/ou solo, revelando

assim, contaminação dos três compartimentos: ar, água e solo. O acúmulo de metais no solo em concentrações muito elevadas, de acordo com Siqueira (2005), representa um risco ao meio ambiente e à saúde pública; visto que, estes metais podem permanecer por longos períodos no solo, dado que a remoção por plantas ou lixiviação pode ser baixa.

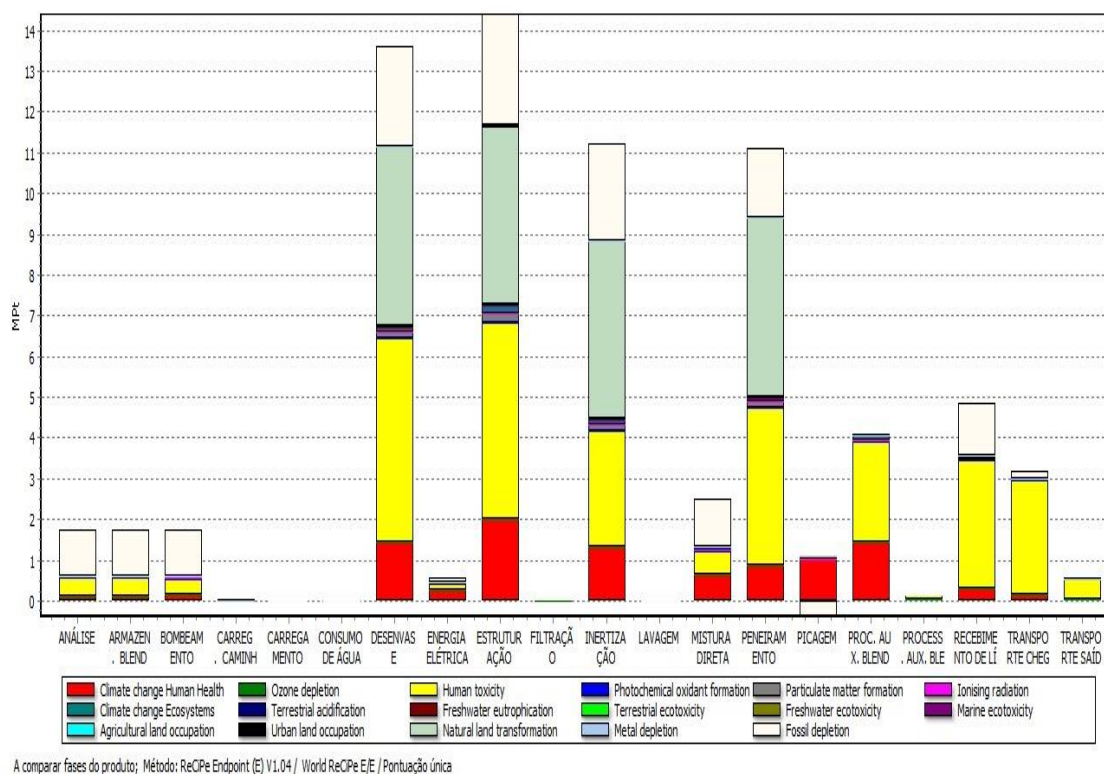
Os impactos mais perceptíveis da atividade de blendagem estão relacionados às emissões de poluentes no ar, que acabam por deteriorar a qualidade desse ar e prejudica as populações que inalam esses contaminantes, provocando sérios problemas de saúde. Estes poluentes também, ao depositarem nas águas e nos solos, além de adulterar esses recursos, são capazes de colocar em risco a saúde da população devido à presença de substâncias tóxicas que podem ser ingeridas após consumo desta água ou de alimentos contaminados, uma vez que, a ação tóxica dos metais pode contaminar a fauna e flora, expondo assim, plantas e animais a metais pesados do solo contaminado. Tudo isso compromete a qualidade de ecossistemas.

Os metais pesados, quando em contato com o organismo humano, podem representar riscos imediatos à saúde, como também podem ter efeitos nocivos em médio ou longo prazo, visto que sua contaminação é progressiva e cumulativa (MACEDO, 2012). Também, os moradores de áreas contaminadas por metais pesados devem ser acompanhados por um longo tempo, uma vez que os sintomas destas doenças podem levar décadas para aparecer.

As pesquisas preliminares de Aguiar (2019) apontaram as principais substâncias dos impactos de toxicidade humana relacionadas à blendagem. São atribuídos geralmente a nitrocompostos, álcoois, hidrocarbonetos halogenados, piridinas, sulfoniluréias, entre outras; oriundas de fabricação de tintas e vernizes, solventes e de agrotóxicos na agricultura. Todas estas substâncias estão elencadas com os sintomas apresentados pelos moradores dos bairros estudados.

A categoria toxicidade humana aparece em grande parte das etapas de produção do *blend* das blendeiras A e B, sendo que, apresenta a maior pontuação de impacto no desenvase, por ocasião da abertura manual dos tambores pela liberação de odores; conforme mostra o gráfico seguinte.

Gráfico 18: Impactos dos processos internos das unidades de blendagem A e B.



Fonte: AGUIAR, 2019.

Analisando cada etapa desenvolvida dentro das unidades de blendagem A e B, é possível identificar que o desenvolvimento, a inertização e o peneiramento são bastante impactantes; e, a estruturação como sendo o processo mais impactante dentro destas blendadeiras.

Outra categoria muito pontuada também é a referente à mudança no clima que acaba por afetar requisitos básicos da saúde populacional. Como sinaliza Confalonieri *et al.* (2009), um clima mais quente e mais variável ameaça provocar a elevação da concentração de alguns poluentes no ar, compromete a produção agrícola de alguns países menos desenvolvidos e aumenta os perigos típicos dos climas extremos; sendo que, os efeitos sobre a saúde serão desproporcionalmente maiores nas populações vulneráveis. No caso brasileiro, existem várias doenças infecciosas endêmicas que são sensíveis às variações do clima, principalmente aquelas de transmissão vetorial e por veiculação hídrica.

E, contradizendo uma das vantagens do coprocessamento que propaga a conservação de fontes energéticas não renováveis e dos recursos naturais finitos; nas unidades de blendagem A e B o esgotamento fóssil é outro impacto gerado; visto que em maquinários de picoteamento, mistura e peneiramento são utilizados combustíveis, mesmo que seu uso seja reduzido.

Desse modo, é possível identificar a atividade de blendagem como impactante em todo seu processo e em diversos níveis; devendo, portanto, ser realizada com os devidos controles ambientais, visto que há potenciais ameaças de geração de impactos à saúde de seus funcionários e pessoas que residem próximo a essas empresas, além dos prejuízos ambientais que podem ser causados.

4. RECOMENDAÇÕES

Segundo relatórios de auditorias feitas nas blendeiras A e B, constatou-se que ambas possuem biofiltros. Todavia, estes filtros não apresentaram satisfatória eficiência, o que acaba por prejudicar e oferecer riscos à saúde das populações que residem próximas às fábricas devido à poluição emitida por estas; além de provocar danos ao meio ambiente.

É necessária, uma modernização das instalações industriais referentes ao controle de poluentes, a fim de conseguir diminuir as emissões atmosféricas. É sabido, que investimentos em tecnologias mais desenvolvidas têm um custo elevado; como também, a realidade brasileira, mostra-se desfavorável a implantação destas tecnologias. Contudo, faz-se necessário que os biofiltros em operação, sejam mais eficientes.

Também, muitos moradores relataram sentir um cheiro enjoativo de chiclete que provoca dor de cabeça e náusea. Este cheiro oriundo das unidades de blendagem pode ser algum tipo de mascarante utilizado por estas empresas, para minimizar o real odor provocado pela atividade. Fazer uso de métodos de controle que possam mascarar a presença de uma substância, não deve ser visto como solução para controle de emissões. Contudo, uma vez usado esse método, como parece ocorrer nessas empresas, é preciso melhorar o mascarante, para que ele não provoque incômodos à população.

Espera-se uma postura mais correta e responsável das empresas.

Além disso, a prática de blendagem por trabalhar com resíduos variados e por vezes perigosos necessita de um sistema de gerenciamento adequado para o recebimento desses resíduos, incluindo o transporte, manuseio e armazenamento temporário; a fim de que as unidades de blendagem tenham controle das características físico químicas dos resíduos a serem tratados, visando minimizar os riscos associados à atividade.

Faz-se necessário também, mais fiscalizações do INEA, Ministério Público, Secretarias e Prefeitura do Município, com uma atuação mais efetiva e séria.

Por fim, a organização civil e as pressões que realizam, parecem ser as ações mais efetivas, e, portanto, é fundamental que intensifiquem as suas atividades de pressão junto à empresa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao contrário da atividade de coprocessamento, as referências bibliográficas sobre as unidades de blendagem são extremamente escassas, o que dificulta um amplo entendimento do assunto, bem como, impossibilita a comparação de resultados com outros estudos sobre o assunto.

O trabalho cumpriu com seus objetivos, uma vez que foi possível fazer correlação simples com alguns eventos como presença de poluentes na atmosfera e maior número de internações, assim como apresentado no item dos resultados.

A presença das empresas no local onde estão inseridas e a negligência com que tratam os incômodos e reclamações das comunidades circunvizinhas representa a vinculação entre a dinâmica do espaço urbano e a injustiça ambiental. As populações dos bairros Jardim Esmeralda e Parque Boneville, desamparadas de serviços e infraestrutura, convivem diariamente com a poluição atmosférica e condições de contaminação dos solos e das águas, contribuindo assim, ainda mais para a marginalização e para a perda sistemática de direitos – como o direito à vida saudável e a um ambiente ecologicamente equilibrado, como defende a Constituição Federal de 1988.

A aplicação do questionário foi essencial para confirmar, através de queixas dos moradores dos bairros pesquisados que há fortes indícios que mostram relação entre as emissões das unidades de blendagem no município de Magé e os agravos na saúde das populações que residem próximo a essas empresas. Tais indícios sugerem a necessidade de uma maior investigação dos processos de produção do *blend* nas unidades estudadas e de medições nesses locais para avaliação quantitativa e qualitativa das emissões de gases, vapores e particulados nos ambientes de trabalho e nas comunidades próximas a essas empresas. Sem dúvida, os relatos da população foram peça fundamental para construção desse estudo.

As planilhas de monitoramento da qualidade do ar fornecidas pelo INEA apresentaram alguns valores inconsistentes e faltosos, o que prejudicou a interpretação de alguns dados sobre qualidade do ar. Também, a ausência de uma estação de monitoramento da qualidade do ar no município de Magé, foi um limitante dessa pesquisa.

É necessário um estudo aprofundado dos processos das unidades de blindagem e das águas e do solo da região para comprovar a contaminação ou não por metais pesados.

REFERÊNCIAS

- ABCP: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Contribuição efetiva da indústria do cimento para a sustentabilidade**. São Paulo, 2012. Disponível em: http://coprocessamento.org.br/cms/wpcontent/uploads/2012/10/Coprocessamento_a go12.pdf. Acessado em 20/2/2019
- ABCP: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Panorama do coprocessamento 2016**. São Paulo, 2017. Disponível em: http://coprocessamento.org.br/cms/wpcontent/uploads/2017/01/Panoramacoprocess amento_2016-1.pdf. Acessado em 20/2/2019
- ABETRE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Perfil do Setor de Tratamento de Resíduos**. São Paulo, 2013
- ABETRE: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUO. **Perfil do Setor de Tratamento de Resíduos**. São Paulo, 2015.
- ACHTERNBOSCH, M. et al. **Heavy metals in cement and concrete resulting from the coincineration of wastes in cement kilns with regard to the legitimacy of waste utilisation**. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. 2003. Disponível em: <<http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6923.pdf>>. Acessado em 15/02/2007.
- AGUIAR, D. B. **Avaliação do ciclo de vida dos blends de resíduos perigosos para coprocessamento em fornos de clínquer**. Rio de Janeiro, 2019.
- ALVES, M. M. **Concepção e estudo de um biofiltro para tratamento de compostos orgânicos voláteis – COV's**. (Tese) Rio Grande do Norte, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15940/1/MarileideMA.pdf>>. Acessado em: 23/09/2019.
- ASSUNÇÃO, J.V.; PESQUERO, C.R. **Dioxinas e furanos: origens e riscos**. Revista de Saúde Pública, v.33, n.5, p. 523-530, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v33n5/0640.pdf>>. Acessado em: 11/09/2019
- AUGUSTO JR, C.J., CARMO FILHO, J.R., SOUSA, A.L.L. **Prevalência de sinais e sintomas respiratórios em população residente próxima a uma fábrica de cimento, Cezarina, Goiás, 2011**. Goiás, 2014. Disponível em: <

<http://www.scielo.br/pdf/cadsc/v22n2/1414-462X-cadsc-22-02-00120.pdf>>. Acessado em: 05/11/2019

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844 p.

BARRETO, A. M.; MARCIANO, Z. A. N. **Desempenho energético da indústria brasileira de cimento em 1984**. In: REUNIÃO TÉCNICA DA INDÚSTRIA DO CIMENTO, 36. São Paulo 25 e 26 julho de 1985. Anais... São Paulo: ABCP, 1985.

BELATO, M. N. **Análise da geração de poluentes na produção de cimento Portland com o coprocessamento de resíduos industriais**. (Dissertação). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2013. 171 p.

BEN: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL: **Ano base 1995**. Ministério de Minas e Energia. 1995. Secretaria de Energia. Disponível em: www.mme.gov.br. Acessado em: 09/05/2019

BENOIT, M. R., HAMEL, B. B. **Tratamento e Destruição de Resíduos Perigosos em Fornos de Cimento Portland**. Revista Brasileira de Engenharia Química, vol. XIII, nº 2, Dezembro, pp. 10-16. 1993.

BESSA FREIRE, J. R.; MALHEIROS, M. F. **Aldeamentos Indígenas do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Eduerj. 2010.

BEZERRA, G. **Ação coletiva contra a poluição em Magé**. In: Encontro da ANPPAS. 2º. 2004. Indaiatuba: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro>. Acessado em: 19/05/2019

BRAGA, Alfesio et al. **Poluição atmosférica e a saúde humana**. Revista USP, São Paulo, v. 51, p. 58-71, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/download/35099/37838/+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acessado em: 30/10/2019

BULLARD, R.D. **Dumping in Dixie: Race, class, and environmental quality**. Boulder, CO: Westview Press, 2000.

CÂMARA DE MAGÉ. Disponível: <https://camaramage.rj.gov.br/cidade/geografia-e-clima/> 01/10/2019

CARPIO, R.C. **Otimização no Co-processamento de Resíduos na Indústria do Cimento Envolvendo Custos, Qualidade, e Impacto Ambiental**. (Tese). Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2005. 194 p. Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0029895.pdf>>. Acessado em: 20/05/2019

CARVALHO, V. O., SILVA, R.J. **Aplicação das técnicas de otimização no co-processamento de resíduos em fornos rotativos de fábricas de cimento**. Anais do ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção (em CD- ROM), Gramado, RS, Brasil. 1996.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P.; RODRIGUEZ, R. E. **Public health vulnerability to climate change in Brazil**. Climate research, Oldendorf (Luhe), v. 40, n. 2 e 3, p. 175-186. 2009. Disponível em: < https://www.int-res.com/articles/cr_oa/c040p175.pdf>. Acessado em: 25/10/2019

CONAMA: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama nº 264, de 26 de agosto de 1999**. Brasília,1999. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=262> . Acessado em 11/01/2019

CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA II. **DPOC**. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2004. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000087&pid=S0034-8910201100050001000002&lng=en>. Acessado em: 17/10/2019

CEMBUREA: THE EUROPEAN CEMENT ASSOCIATION. **Best Available Techniques for the cement industry**. 1999 Disponível em: <http://www.cembureau.be>. Acessado em: 13/06/2019

CLIMATE-DATE.ORG. **Clima Magé**. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em:< <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/mage-1762/>>.

Acessado em: 07/03/2019

CONAMA: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos**. Resolução 264, 1999. Disponível em: < <https://www.areaseg.com/conama/1999/264-1999.pdf>>. Acessado em 18/05/2019

DANTAS, K.M.C. **Implantação de um sistema de gestão ambiental em uma empresa de co-processamento de resíduos em fornos de cimento; estudo de caso na Tecnosol Comércio e Serviços Ltda**. (Dissertação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE. Rio de Janeiro, 2000.

DATASUS: DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. Disponível em:< <http://datasus.saude.gov.br/>> Acessado em: 03/12/2018

DAUMAS, R. P.; MENDONÇA, G. A. S. & LEON, A. P. **Poluição do ar e mortalidade em idosos no município do Rio de Janeiro: análise de série**

temporal. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro; 20:311-319, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-311X2004000100049&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acessado em: 15/08/2019

DESHMUKH, D. K., DEB, M. K., SUZUKI, Y., KOUVARAKIS, G. N. **Water-soluble ionic composition of PM2.5-10 and PM2.5 aerosols in the lower troposphere of an industrial city Raipur, the eastern central India**. Air Quality, Atmosphere and Health, v. 6, p. 95-110, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/225416367_Water-soluble_ionic_composition_of_PM25-10_and_PM25_aerosols_in_the_lower_troposphere_of_an_industrial_city_Raipur_the_eastern_central_India>. Acessado em: 16/09/2019

DUARTE, V. C. **Estudo da Transferência de Calor em Fornos Rotativos da Indústria de Cimento**. (Dissertação). Universidade Federal de Itajubá. Minas Gerais, 1999.

DUDA, W. H. **Manual Tecnológico del Cemento**. Editores Técnicos Associados. Barcelona, Espanha, 1977. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/126328906/MANUAL-TECNOLOGICO-DEL-CEMENTO>>. Acessado em: 14/03/2019

DUDA, W. H. **Cement data book**. 3.ed.rev.ampl. Wiesbaden, Berlin: Bauva[erlag, 1985. v.1. Disponível em: <https://ukufisa.co.za/14646_duda-cement-data-book-1-pdf.html>. Acessado em 28/02/2019

DEPEC: DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS - BRADESCO. **Cimento junho de 2017**. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_cimento.pdf>. Acessado em 26/02/2019

EIPPCB: EUROPEAN INTEGRATED POLLUTION PREVENTION AND CONTROL. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): **Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Manufacturing Industries**. Bureau: Sevilla, 2009. Disponível em: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/GLS_Adopted_03_2012.pdf>. Acessado em: 10/04/2019

FEAM: FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Análise técnica e ambiental da utilização de resíduos sólidos urbanos na produção de cimento (coprocessamento)**. Belo Horizonte: Feam, 2010. 38 p.

FIALHO, L. S., SOUZA, L. **Coprocessamento: Vantagens econômicas e ambientais em transformar resíduos sólidos. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/245.pdf>>. Acessado em 25/01/2019

FIGUEIREDO, M. K., DA SILVEIRA, A. L., ROMEIRO, G. A., DAMASCENO, R.N. **Blend de Resíduos Industriais. Uma Avaliação por Conversão a Baixa Temperatura.** Universidade Federal Fluminense. Niterói, Rio de Janeiro, 2008.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

GARCIA, R. I., MOURA, F. J., BERTOLINO, L.C., BROCCHI, E. A. **Industrial Experience with Waste Coprocessing and its Effects on Cement Properties.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ep.11873>>. Acessado em: 08/04/2019

GENDEBIEN A., LEAVENS A., BLACKMORE K.,GODLEY A.,LEWIN K., HITING K.J., ANDDAVIS R., GIEGRICH J.,FEHRENBACH H., ANDGROMKE U., DELBUFALO N., HOGG D. **Refuse Derived Fuel, Current Practice And Perspectives** - European Commission. Swindon, Inglaterra, 2003.

GHIO A.J., SILBAJORIS R., CARSON J.L., SAMEt J. M. **Biologic effects of oil fly ash.** Environ. Health Perspect, v.110, p.89-94, fev. 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241150/pdf/ehp110s-000089.pdf>>. Acessado em: 11/04/2019

GUIA RAPIDO ESSENCIS PARA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇO. **Blendagem e valorização de resíduos para coprocessamento.** Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/5c8c5e_c478f568196e4c0c891e3bbe672eeec5.pdf>. Acessado em: 25/02/2019

GOULD, K. A. **Classe social, justice ambiental e conflito politico.** In: Justiça Ambiental e cidadania. Relume Dumará: Fundação Ford. Rio de Janeiro. 2004.

HANSEN, E. R., (2003). **Changing Process Priorities when Firing Alternative Fuels.** Technical Consultant to Cadence Environmental Energy, IEEE, Inc. Cement Industry Technical Conference. 219 – 230p.

HERCULANO, S. Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil.In: I ENCONTRO da ANPPAS, 2002. Disponível em: <

http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro1/gt/teoria_meio_ambiente/Selene%20Herculano.pdf>. Acessado em: 09/03/2020

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>>

INEA: INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE- INEA. **Relatório de Monitoramento da Qualidade do Ar, 2016.** Disponível em: <
http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_dimfis_gear/documents/document/zew/mtmx/~edisp/inea0131852.pdf> Acessado em: 25/11/2018

JACOMELLI, M.; SOUZA, R.; PEDREIRA J.; LEITE, W. **Chronic cough in non-smokers.** J. Pneumologia. São Paulo, v. 29, n. 6, 2003.

JANZEN, K. F. **Possibilidade da destinação de resíduos industriais gerados no Brasil pelo modelo de coprocessamento utilizado em fornos de clinquerização na Alemanha.** (Dissertação). Curitiba, 2013. Disponível em: <
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/39257/R%20-%20D%20-%20KONRAD%20FRANK%20JANZEN.pdf?sequence=2>>. Acessado em: 13/08/2019

JUNGES, J. R. **(Bio)ética ambiental.** São Leopoldo, RS: ed. UNISINOS, 2010.

KAPUR, A., VAN OSS, H. G., KEOLEIAN, G., KESLER, S. E., KENDALL, A. “The contemporary cement cycle of the United States”. Journal of Material Cycles and Waste Management, Japão, v. 11, n. 2, p. 155-165, Maio 2009.

KARSTENSEN, K.H.; KINH, N.K.; THANG, L.B. et al. **Environmentally sound destruction of obsolete pesticides in developing countries using cement kilns.** Environmental Science & Policy, v. 9, p. 577-586, 2006. Disponível em: <
<http://tintuc.vnu.edu.vn/upload/scopus/2011/04/15/Dat-635.pdf>>. Acessado em: 19/05/2019

KIHARA, Y. **Co-processamento de resíduos em fornos de cimento: tendências.** In: SEMINÁRIO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2. São Paulo, 1999. Anais... São Paulo, IBRACON, 1999, 35-43 p.

LEA, F.M. (1970). **The chemistry of cement and concrete.** 3 ed., New York, NY: Chemical Publishing.

LINTER FILTROS INDUSTRIAIS. **Tratamento de ar.** Disponível em: <
<https://linterfiltros.com.br/tratamento-de-ar/>>. Acessado em: 06/11/2019

- LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política**. São Paulo: Cortez, 2012. Disponível em: <
<https://pt.scribd.com/doc/127152267/Carlos-Frederico-Loureiro-Sustentabilidade-e-Educacao-Um-Olhar-de-Ecologia-Politica>>. Acessado em: 27/06/2019
- MACEDO, R. B. **Segurança, saúde, higiene e medicina do trabalho**. Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2012. Disponível em: <
<http://www2.videolivrraria.com.br/pdfs/4847.pdf>>> Acessado em: 10/10/2019
- MALARD, A. A. M. **Avaliação ambiental do setor de coprocessamento no estado de Minas Gerais**. Campinas: São Paulo: [s.n.]. 2016.
- MANTEGAZZA, E. **Aspectos ambientais do co-processamento de resíduos em fornos de produção de clínquer no estado de São Paulo, 2004**. Disponível em: <
<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-18022016-100234/pt-br.php>>. Acessado em: 17/06/2019
- MARINGOLO, V. (2001). **Clínquer Co-processado: Produto de Tecnologia Integrada para Sustentabilidade e Competitividade da Indústria do Cimento**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil. Disponível em: <
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44135/tde-16022006-132935/pt-br.php>>. Acessado em: 30/04/2019
- MARTINS, N.S.F., MARQUES, F.A., SILVA CUNHA, A.E., MAIA, L.F.P.G. **Indicações Observacionais de Ocorrências de Brisas Marítimas na Cidade do Rio de Janeiro**. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza, p.1-10, 2004.
- MARTINS, L. C. et al. **Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos**. Revista Brasileira de Epidemiologia, v.4, n.3, p.220-9, 2001. Disponível em:
https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rbepid/v4n3/08.pdf> Acessado em: 21/08/2019
- MEIRELES, A. R. **Coprocessamento de resíduos em uma cimenteira de Cantagalo, RJ: investigação documental de um inquérito civil do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. (Dissertação). Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <
<http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2016/AlineRibeiroMeireles-2016.pdf>>. Acessado em: 13/03/2019

MENEZES, A. K., LOUREIRO, C. F. B., PEREIRA, C. S. **Agenda 21 do município de Magé-RJ e suas interfaces com a nova pedagogia da hegemonia**. Revista. Eletrônica Mestrado Educação Ambiental. v 34, n.1, p. 4-23. Universidade Federal do Rio Grande, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/L%C3%ADvia/Desktop/6537-19556-1-PB.pdf>>. Acessado em 10/08/2019

MILANEZ, B. **Coincinação de resíduos industriais em fornos de cimento: problemas e desafios**. In: 9º Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, Anais... Curitiba: ENGEMA, 2007. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/co_incinerao_residuos_industriais.pdf>. Acessado em 22/05/2019

MILANEZ, B., FERNANDES, L. O., PORTO, M. F. **A coincinação de resíduos em fornos de cimento: riscos para a saúde e o meio ambiente**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.org/article/csc/2009.v14n6/2143-2152/>>. Acessado em: 25/05/2019

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Caderno de Doenças respiratórias crônicas. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 60 p.

MONTENEGRO, P. M. **Análise para o aceite de resíduos para co-processamento em fornos de clínquer**. Universidade Federal de Minas Gerais. (Dissertação). Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/283M.PDF>>. Acessado em: 21/05/2019

MORGENSTERN H. **Ecologic studies**. In: Rothman KJ, Greenland S. Modern Epidemiology. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998. p.459-480.

MURILLO, J. H; ROMAN, S. R; MARIN, J. F. R; RAMOS, A. C; JIMENEZ, S. B; GONZALEZ, B. C; BAUMGARDNER, D. G. **Chemical characterization and source apportionment of PM10 and PM2,5 in the metropolitan area of Costa Rica, Central America**. Atmospheric Pollution Research, v. 4, p. 181-190, 2013.

Nascimento, L. F.; **Gestão ambiental e sustentabilidade**. Departamento de Ciências da Administração / UFSC.–Florianópolis; [Brasília] : CAPES : UAB, 2012. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Livrotexto_Gestao_Ambient_al_Sustentabilidade.pdf>. Acessado em: 08/03/2019

NIELSEN, A. R. **Combustion of large solid fuels in cement kilns**. 2012. 868 p. Thesis (Ph.D.) Technical University of Denmark, Lyngby, DK. Disponível em: <

<https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/7999867/Thesis%20-%20fil%20fra%20trykkeri.pdf>>. Acessado em: 18/04/2019

NKHAMA, E., NDHLOVU M., DVONCH T., et al. **Effects of Airborne Particulate Matter on Respiratory Health in a Community near a Cement Factory in Chilanga, Zambia: Results from a Panel Study**. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320885651_Effects_of_Airborne_Participant_e_Matter_on_Respiratory_Health_in_a_Community_near_a_Cement_Factory_in_Chilanga_Zambia_Results_from_a_Panel_Study>. Acessado em: 27/09/2019

OCDE: ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT-OECD. **Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction**. OECD: 2011. Disponível em: <<https://www.oecd.org/g20/topics/energy-environment-green-growth/oecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm>>. Acessado em: 12/06/2019

OLIVEIRA JUNIOR, J.F., TERASSI, P. M. B., GOIS, G. **ESTUDO DA CIRCULAÇÃO DOS VENTOS NA BAÍA DE GUANABARA/RJ, ENTRE 2003 E 2013**. Revista Brasileira de Climatologia. 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/51492/33284>>. Acessado em: 19/02/2019

PDMAFO ONG AMBIENTAL. **Jornal de Magé denuncia empresa Haztec de aumentar câncer na população**. Magé, 2014. Disponível em: <<http://henriqueflorencio-jesus-filho.blogspot.com/2014/09/jornal-de-mage-denuncia-empresa-haztec.html>>. Acessado em: 08/03/2019

PINTO JUNIOR, A. G., BRAGA, A.M.C.B. **Trabalho e saúde: a atividade da queima de resíduos tóxicos em fornos de cimenteiras de Cantagalo, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232009000600008>. Acessado em: 19/01/2019

POPE C. A., BURNETT R. T., THUN M.J., CALLE EE, KREWSKI D., ITO K., THURSTON G.D. **Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution**. JAMA, v.287, p.1132-1141, 2002. Disponível em: <<https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/194704>>. Acessado em: 04/04/2019

PORTO, M. F. S.; FERNANDES, L. O. **Understanding risks in socially vulnerable contexts: The case of waste burning in cement kilns in Brazil**. Safety Science, v. 44, p. 241-257, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753505001177>>. Acessado em: 08/08/2019

PORTO, M. F. S. **Saúde ambiental e (in)justiça ambiental no Brasil**. In: Justiça Ambiental e cidadania. Relume Dumará: Fundação Ford. Rio de Janeiro. 2004.

PRADO, N. G. G. **Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde da população: estudo das doenças respiratórias em municípios do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018. (Dissertação). 162f.

QUEIROZ E. K. R., Waissmann W. **Occupational exposure and effects on the male reproductive system**. Caderno Saúde Pública 2006; 22(3):485-493. Disponível em <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.543.243&rep=rep1&type=pdf>>. Acessado em: 04/09/2019

QUEIROZ, P. G.; JACOMINO, V. M.; MENEZES, M. Â. **Composição elementar do material particulado presente no aerossol atmosférico do município de sete lagoas**. MINAS GERAIS. *Química Nova*, [s.i.], v. 30, n. 5, p. 1233-1239, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n5/a35v30n5.pdf>>. Acessado em: 11/10/2019

QUIROZ C. M. **Prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado, corregimiento La Sierra, Municipio de Puerto Nare (Antioquia, Colombia), 2008**. Revista Facultad Nacional de la Salud Pública. 2011;29(1):45-52. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/120/12020036005.pdf>>. Acessado em: 12/10/2019

RESOTEC (2003). Disponível em:<<http://www.resotec.com.br>>. Acessado em 15/02/2019

ROCHA, S. D. F., LINS, V. F. C., ESPIRITO SANTO, B. C. **Aspects of waste co-processing in clinker kilns**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a03v16n1>>. Acessado em: 23/03/2019

SANTI, A. M. M., SEVA FILHO. **Combustíveis e riscos ambientais na fabricação de cimento; casos na Região do Calcário ao Norte de Belo Horizonte e possíveis generalizações**. II Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em

Ambiente e Sociedade – Anppas, Campinas, Brasil. 2004 Disponível em: < http://www.fem.unicamp.br/~seva/anppas04_SantiSeva_cimento_RMBH.pdf>.

Acessado em: 16/05/2019

SANTI, A. M. M. **Co-incineração e co-processamento de resíduos industriais perigosos em fornos de clínquer; investigação do maior pólo produtor de cimento do país. Região metropolitana de Belo Horizonte, MG.** Tese, Campinas, 2003. Disponível em < <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/263912>>.

Acessado em: 05/06/2019

SANTI, M. M.; SEVÁ FILHO, A.O.S. **Resíduos renováveis e perigosos como combustíveis industriais. Estudo sobre a difícil sustentação ambiental da fabricação de cimento no Brasil, anos 1990.** In: VIII Congresso Brasileiro de Energia (CBE), Anais... Rio de Janeiro: CBE, 1999. Disponível em: < http://web-resol.org/textos/oitocberesiduos_cimento.pdf>. Acessado em: 15/05/2019

SCHWARTZ, J. & DOCKERY D. W. **Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations.** American Review of Respiratory Disease; 145:600-4, 1992. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1546841>>. Acessado em: 24/09/2019

SCHWARTZ, J. **Particulate air pollution and chronic respiratory disease. Environmental Research.** V. 62, p. 7-13, 1993. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8325268>>. Acessado em: 17/09/2019

SCHWARTZ, J. **Air pollution and children's health.** Pediatr, 113(Suppl 4):1037-43, 2004. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15060197>>. Acessado em: 24/09/2019

SCHUHMACHER, M. et al. **PCDD/F and metal concentrations in soil and herbage samples collected in the vicinity of a cement plant.** Chemosphere, v.48, n.2, p.209-217. 2002. Disponível em: < <https://europepmc.org/article/med/12117056>>. Acessado em: 14/06/2019

SIDHU, S.; KASTI, N.; EDWARDS, P. et al. **Hazardous air pollutants formation from reactions of raw meal organics in cement kilns.** Chemosphere, v. 42, p. 499-506, 2001. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11219674>>. Acessado em: 16/04/2019

SILVA, C. M. A. et al. **Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias.** Revista de Saúde Pública, v.47, n.2, p.345-52, 2013. Disponível em: <

<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v47n2/0034-8910-rsp-47-02-0345.pdf>>. Acessado em: 23/10/2019

SILVA, R. J. **Análise energética de plantas de produção de cimento Portland**. 1994. 242 p. (Tese). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1994. Disponível em: <
<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/265129?mode=full>>. Acessado em: 30/03/2019

SILVA, R.A.; MELLO BUENO, L.M. **Injustiça urbana e ambiental: o planejamento de “zonas de sacrifício”**. In: Anais dos Encontros Nacionais da ANPUR, v. 15, Recife, 2013.

SITE ISOTEC AMBIENTAL. **O que é Blendagem de resíduos**. 2017. Disponível em: < <http://isotecambiental.com.br/o-que-e-blendagem-de-residuos/>>. Acessado em: 10/02/2019

SIQUEIRA, L.C.G. **Avaliação do impacto das emissões de metais geradas no coprocessamento de resíduos em fábricas de cimento**. Universidade de São Paulo. (Dissertação) São Paulo, 2005. Disponível em: <
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-10092008-144735/publico/LigiaSiqueira.pdf>>. Acessado em: 26/03/2019

SNIC: Sindicato Nacional da Indústria de Cimento. **Relatório anual 2005**. [site da Internet]. Disponível em: <http://www.snic.org.br> Acessado em: 11/12/2018

SNIC: Sindicato Nacional da Indústria de Cimento. **Relatório anual 2011**. [site da Internet]. Disponível em: <http://www.snic.org.br> Acessado em: 11/12/2018

SNIC: Sindicato Nacional da Indústria de Cimento. **Relatório anual 2012**. [site da Internet]. Disponível em: <http://www.snic.org.br> Acessado em: 11/12/2018

SISINNO, C.L.S., PEREIRA NETO, A.D., REGO, E.C.P., LIMA, G.S.V. **Polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial solid waste: a preliminary evaluation of the potential risk of environmental and human contamination in waste disposal areas**. Caderno de Saúde Pública 2003; 19(2):671-676. Disponível em: <
<http://www.web-resol.org/textos/15434.pdf>>. Acessado em: 12/04/2019

SITE PREFEITURA DE CANTAGALO. **Atividades Econômicas nas Áreas Urbanas e Rurais**. 2009. Disponível em: <
<http://www.cantagalo.rj.gov.br/index.php/atividadeseconomicas>>. Acessado em: 05/09/2019

SUS: SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE, 2018. Disponível em:<
<http://portalms.saude.gov.br/sistema-unico-de-saude>> Acessado em: 20/01/2019

SWEETMAN, A; KEEN, C; HEALY, J; BALL, E, DAVY, C. **Occupational exposure to dioxins at UK worksites**. Annual Occupation Annual Occupational Hygiene, v. 48, n. 5, p. 425-437, 2004. Disponível em: <
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.860.7556&rep=rep1&type=pdf>>. Acessado em: 15/06/2019

SZKLO M., JAVIER NIETO F. Basic study designs in analytical epidemiology. In: SZKLO M, JAVIER NIETO F. **Epidemiology: beyond the basics**. Gaithersburg: Aspen Publishers Inc; 2000. p.3-51.

TAYLOR, H.F.W. **Cement chemistry**. 2 Edition. Academic Press, London, England, 1998. Disponível em: <
https://www.academia.edu/36559019/Cement_chemistry_2nd_edition>. Acessado em: 20/03/2019

TRIVELATO, G. C. **Os (des)caminhos e riscos do chumbo no Brasil. Estudo de caso: análise sistêmica da gestão de riscos na reciclagem de baterias chumbo-ácido, 1976-2005**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

UBA-UMWELTBUNDESAMT. **Einsatz von Sekundärbrennstoffen**, Dessau, Mai 2006. Disponível em: < <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einsatz-von-sekundaerbrennstoffen>>. Acessado em: 22/05/2019

USEPA: UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Science Advisory Board. Dioxin reassessment review. Washington (DC): USEPA; 1995**. Disponível em: <http://www.epa.gov/docs/SAB-Reports/Dioxin.txt.html>. Acessado em: 12/03/2019

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as normas ISO 14000)**. São Paulo: Pioneira, 1995. 117 p.

VDZ: VEREIN DEUTSCHER ZEMENTWERKE e. V. (Hrsg.). **Tätigkeitsbericht 2009- 2012**. Dusseldorf, setembro de 2012. Disponível em: <<http://www.vdz-online.de>>. Acessado em: 26/01/2019

WBCSD: WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Cement Technology Roadmap 2009: Carbon emissions reductions up to 2050**. WBCSD, 2009. 36 p. Disponível em:

<<http://www.wbcasd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=25&ObjectId=MzY3NDI>>. Acessado em: 25/04/2019

Yang CY, Chang CC, Tsai SS, Chuang HY, Ho CK, Wu TN, et al. **Preterm delivery among people living around Portland cement plants**. Environ Res. 2003; 92(1):64-8. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12706757>>. Acessado em: 14/06/2019

Zhang, R.; Jing, J.; Tao, J.; Hsu, S.-C.; Wang, G.; Cao, J. **Chemical characterization and source apportionment of PM in Beijing: Seasonal perspective**. Atmos. Chem. Phys. 2013, 13, 7053–7074. Disponível em: < <https://www.atmos-chem-phys.net/13/7053/2013/>>. Acessado em: 23/03/2019

ANEXOS

ANEXO 1 – Questionário de Sintomas Respiratórios do British Medical Research Council

Bairro: _____

Sexo: ()F ()M

Ano de Nascimento: _____

Pergunta	SIM	NÃO
1.Você geralmente tosse ao acordar?		
2.Você costuma tossir durante o dia ou à noite?		
3.Você tosse pelo menos 3 meses por ano ao acordar?		
4.Você geralmente escarra/trazer catarro ao acordar?		
5.Você geralmente escarra durante o dia ou à noite?		
6.Você escarra pelo menos 3 meses por ano ao acordar?		
7.Há quantos anos você apresenta tosse e catarro matinais?	() Anos	
Se o entrevistado tenha limitação de andar por qualquer condição que não seja doença cardíaca ou pulmonar, omita a pergunta 8, 9 e 10.		
8.Você sente falta de ar ao andar apressado no plano ou numa subida leve?		
9.Você consegue acompanhar o passo de pessoas de sua idade, andando no plano?		
10.Você tem de parar para descansar quando anda no plano em passo normal?		
11. Você já notou “chiado”, “assobio” ou “miados” no seu peito?		
12.Você já apresentou algum episódio de chiado com falta de ar?		
13.Você já teve algum diagnóstico de asma?		
14.Você já teve algum diagnóstico de bronquite?		
15.Você toma remédios para asma, bronquite ou tomou nos últimos doze meses?		
16.Você fuma?		
17.Você já fumou pelo menos 1 cigarro ao dia por 1 ano?		
18.Com que idade começou a fumar?		
19.Quantos cigarros por dia?		
PARA EX FUMANTES		
20.Há quantos anos parou de fumar?		
21. Apresenta alguma alergia de pele?		
22.Cozimento de alimentos? () gás () à lenha () outro		

23.Qual é o seu nível de escolaridade? (A) Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) (B) Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) (C) Ensino Médio Incompleto (D) Ensino Médio Completo (E) Ensino Superior (F) Especialização (G) Não estudou

24.Somando a sua renda com a renda das pessoas que moram com você, quanto é, aproximadamente, a renda familiar mensal? (A) Nenhuma renda. (B) Até 1 salário mínimo (até R\$ 990,00). (C) De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 990,00 até R\$ 2.970,00). (D) De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 2.970,00 até R\$ 5.940,00). (E) De 6 a 9 salários mínimos (de R\$ 5.940,00 até R\$ 8.910,00). (F) Mais de 10 salários mínimos

25. Sente algum cheiro que te causa incômodo, dor de cabeça ou irritação nos olhos? Como é esse cheiro?