



Universidade de Brasília
Faculdade UnB Planaltina
Bacharelado em Gestão Ambiental
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC

Tiago Bragas Mendes

PRODUÇÃO DE CIMENTO E RISCOS AMBIENTAIS À SAÚDE DA POPULAÇÃO

Planaltina-DF

Dezembro - 2020.

TIAGO BRAGAS MENDES

**PRODUÇÃO DE CIMENTO E RISCOS AMBIENTAIS À SAÚDE DA
POPULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Carlos José Sousa Passos

Planaltina-DF

Dezembro - 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Mendes, Tiago Bragas

PRODUÇÃO DE CIMENTO E RISCOS AMBIENTAIS À SAÚDE DA POPULAÇÃO / Tiago Bragas Mendes. Planaltina DF, 2020. 50p.

TCC - Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Carlos José Sousa Passos

1. [Cimento] 2. [Riscos Ambientais] 3. [Saúde Pública] 4. [Poluição Ambiental] 5. [Gestão Ambiental]. I. Mendes, Tiago Bragas. II. Produção de cimento e riscos ambientais à saúde da população.

TIAGO BRAGAS MENDES

**PRODUÇÃO DE CIMENTO E RISCOS AMBIENTAIS À SAÚDE DA
POPULAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 9 de dezembro de 2020.

Prof. Carlos José Sousa Passos (Orientador e presidente – FUP/UnB)

Profa. Elaine Nolasco Ribeiro (Avaliadora - FUP/UnB)

Profa. Lucijane Monteiro de Abreu (Avaliadora - FUP/UnB)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, e à Mayra por todo amor, apoio e paciência sempre presentes. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me guiar até aqui, aos meus familiares pela paciência e ajuda que me deram para que eu conseguisse chegar ao final do Curso.

Agradeço fortemente a meus amigos por terem me auxiliado durante toda a minha vida, principalmente nesse percurso de graduação. Agradeço especialmente a minha mãe Diolinda pelo apoio constante nesse e em demais períodos da minha vida, e pela paciência e compreensão nos demais momentos que estive presente.

E ao meu professor orientador Carlos José Sousa Passos por ter me aceitado como aluno de projeto de graduação, e por ter caminhado comigo neste último ano como professor e orientador.

Muito obrigado.

RESUMO

Alguns dos principais materiais utilizados na construção civil é o cimento, utilizado na execução de serviços como por exemplo emboço em paredes (reboco). A indústria de cimento tem uma grande relevância para a sociedade atual, porém esse setor é um dos que mais provocam danos ao meio ambiente em praticamente todo seu processo de produção. Nesse contexto, a questão central do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica, apontando os impactos que a fabricação de cimento causa tanto no meio ambiente quanto na saúde humana. Tal revisão foi baseada na busca sistemática de artigos científicos e outras bibliografias utilizando-se diferentes palavras chave em motores de busca, tais como Google Acadêmico, Scielo, entre outros, isso tudo no intuito de chamar a atenção de grandes empresários e da população que sofre com isso, além de compreender melhor os conflitos socioambientais inerentes. Durante a fabricação do cimento há emissões de poluentes variados conhecidos por terem efeitos nefastos sobre a saúde humana, sobretudo no que se refere à saúde respiratória e a doenças causadas com o contato incorreto do cimento. Por meio da análise crítica dos dados dispostos na literatura selecionada, apresentam-se características da indústria do cimento no Brasil e destacam-se seus principais processos de produção, apontando-se os tópicos mais relevantes para a saúde dos trabalhadores e da população em geral, além dos efeitos que esse processo acaba causando no meio ambiente, além de mostrar como a legislação brasileira vem recebendo essa questão. Dentre os resultados obtidos, destacam-se os seguintes aspectos: os efeitos respiratórios e os problemas de pele causados pelo processo na produção de cimento nas pessoas que estão diretamente envolvidas e as pessoas da comunidade que vivem perto da fábrica. Pôde-se concluir que muitas melhorias necessitam ser implantadas, como por exemplo de pessoas que sejam capacitadas de cuidar da fiscalização além do poder público para assegurar que as fábricas estão seguindo e obedecendo a legislação, quanto da sociedade em geral para assegurar direitos de proteção ambiental.

Palavras chaves: Produção de cimento; Cimento na saúde, Impactos Ambientais.

ABSTRACT

Some of the main materials used in civil construction is cement, which is used in the execution of services such as plastering walls (plaster). The cement industry has great relevance for today's society, but this sector is one of those that cause the most damage to the environment in practically all of its production chain. In this context, the central issue of this Undergraduate Course Monograph (TCC) was to carry out a bibliographic review, which was based on a systematic search of papers and other references by using different keywords on diverse databases such as Google Scholar and Scielo, among others, all in order to point out the impacts that cement manufacturing causes both on the environment and human health, in order to draw the attention of great entrepreneurs and the population that suffers from this, in addition to better understanding socio-environmental conflicts. During the production of cement there are emissions of various pollutants known to have toxic effects on human health, especially with regard to respiratory health and diseases caused by the incorrect contact of cement. Following a critical analysis of data available in the selected literature, we show some of the cement industry in Brazil and highlight its main production processes, pointing out the most relevant topics for the health of workers and the population as well as the effects that this process causes in the environment, in addition to showing how the legislation has been addressing this question. Among the results obtained, the following aspects stand out: the respiratory effects and the skin problems caused by the cement production process on the people who are directly involved and the people in the community who live close to the factories. It could be concluded that many improvements need to be implemented both during the inspection of the public agencies to ensure that the factories are following the legislation and that of society in general to ensure respect to rights of environmental protection already conquered.

Keywords: Cement production; Health cement, Environmental Impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de produção do cimento	19
Figura 2 - Colaboradores executando o serviço e produzindo a mistura dos materiais	20
Figura 3 - Mina de calcário Votorantim	21
Figura 4 - Dermatite nos pés	25
Figura 5 - Dermatite nas mãos	25
Figura 6 - Ecoponto em Sobradinho (DF)	36
Figura 7 - Destinação de embalagens de agrotóxicos	38
Figura 8 - Administração regional da Fercal	39
Figura 9 - Fábrica de cimento Ciplan	40
Figura 10 - PTS na Fercal	41
Figura 11 - Igreja Evangélica, com a fábrica ao fundo.	42
Figura 12 - Posto de saúde e CEF- Centro de Ensino Fundamental	42
Figura 13 - Garotinho que se queimou	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características tecnológicas da indústria brasileira de cimento	17
Tabela 2 - Canais de distribuição do cimento	21
Tabela 3 - Principais resíduos	34

LISTA DE ABREVIações

APA	Área de Proteção Ambiental
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNI	Confederação Nacional da Indústria
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO2	Dióxido de carbono
DF	Distrito Federal
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
NR6	Norma regulamentadora de número seis
PTS	Partículas totais em suspensão
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	13
2 - OBJETIVO.....	14
2.1 - JUSTIFICATIVA	14
3 - METODOLOGIA	15
4 - INDÚSTRIA CIMENTEIRA NO BRASIL	16
5 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO.....	18
O PRODUTO.....	19
5.2 - CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DE DO CIMENTO	20
6 - IMPACTOS DA INDÚSTRIA DE CIMENTO	22
7 - A SAÚDE DOS TRABALHADORES	23
7.1 - MÉTODOS DE PROTEÇÃO.....	27
8 - SAÚDE DA POPULAÇÃO.....	28
9 - MEIO AMBIENTE	30
9.1 - CO-INCINERAÇÃO E CO-PROCESSAMENTO.....	32
9.2 - COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO	35
10 - ASPECTOS LEGAIS.....	37
11 - CIMENTO NA FERCAL- DF.....	38
11.1 - CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS.....	41
12 – DISCUSSÃO CRÍTICA.....	44
13 – CONCLUSÃO	45
14 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 - INTRODUÇÃO

Atualmente o cimento é o principal material utilizado em obras de construção civil, deixando evidente a importância que a indústria de cimento tem para com a sociedade (CARVALHO, 2008). As indústrias de cimento são fundamentais para o desenvolvimento de qualquer região ou país no mundo, pois pela sua resistência, durabilidade, trabalhabilidade e infinitas possibilidades arquitetônicas, o cimento estará presente em obras grandiosas pelo mundo (RIBEIRO et al., 2002).

A palavra cimento é originada do latim *caementu*, que designava na antiga Roma espécie de pedra natural de rochedos e que não esquadrejada. A origem do cimento remonta há cerca de 4.500 anos A.C (MAURY; BLUMENSCHNEIN, 2012). No Brasil os primeiros sinais de produção de cimento datam do início da indústria brasileira, em finais do século XIX, no Estado da Paraíba (SUZIGAN, 1972 *apud* SANTOS, 2011).

A partir desse avanço industrial e do desenvolvimento de tecnologias que foram permitindo a transformação do espaço geográfico e da sociedade atual, surgiram benefícios que até algumas décadas atrás eram inimagináveis, como por exemplo o aumento da produtividade através da otimização e automação (JÚNIOR; BRAGA, 2009). Contudo, esse crescimento acelerado trouxe alguns malefícios, principalmente para o meio ambiente (MILANEZ; FERNANDES; PORTO, 2009).

Afinal o setor industrial é um dos que mais provoca danos ao meio ambiente, seja por seus processos produtivos ou pela fabricação de produtos poluentes (CAJAZEIRA, 2011). Ainda na perspectiva deste autor, essa degradação afeta a qualidade de vida e a saúde das pessoas, afetando o equilíbrio ecológico e a diversidade biológica.

Tais conflitos, que estão relacionados com a fabricação de cimento, podem ser caracterizados como a geração de desentendimento entre grupos da sociedade, visando a permanente preferência para os desejos das classes altas da sociedade, colocando os direitos e obrigações dos indivíduos de classe baixa sem visibilidade para realização efetiva (PIRES, 2017).

O processo produtivo do cimento tem sido apontado como gerador de impactos, tanto ambientais como sociais. Impactos relacionados com as comunidades no entorno das fábricas são corriqueiros e alguns deles causam conflitos com seus habitantes, tanto por gerarem problemas no meio natural como por questões relacionadas à saúde humana, tais como: contaminações no ar, na água ou no solo (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012, p. 78).

2 - OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo geral realizar uma revisão bibliográfica para apresentar um pouco sobre como funciona uma fábrica e a importância do cimento e apontar os impactos que a fabricação de cimento causa tanto na saúde quanto no meio ambiente. Como objetivos específicos, tem-se os seguintes:

1. Identificar as principais doenças decorrentes da produção de cimento;
2. Descrever como as pessoas que vivem perto das fábricas são afetadas;
3. Refletir sobre como a legislação aborda o tema, além de descrever impactos ambientais que são diretamente causados pelo processo utilizado na indústria de cimento.

2.1 - JUSTIFICATIVA

O presente trabalho se justifica pelo crescimento da produção de cimento no mundo nos últimos anos. A produção de cimento chamou a atenção não apenas pela sua funcionalidade e importância na atualidade, mas também pelos riscos que seu processo pode causar. Desta forma, este mercado ganhou uma grande importância para o país, tornando-se importante pesquisar novas maneiras de melhorar a sua produtividade com novas tecnologias, mas também de resguardar a saúde das pessoas que estão envolvidas diretamente é indiretamente na sua produção.

3 - METODOLOGIA

Para essa pesquisa foi realizada uma análise sobre os processos que a indústria de cimento conduz e como ela afeta o ambiente e as pessoas. O foco foi na revisão bibliográfica, almejando construir uma base concreta e bem delimitada de conceitos e criar um plano de fundo em relação à problemática. Segundo Boccato (2006), a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema por meio de referenciais teóricos publicados, analisando-se e discutindo-se as várias contribuições científicas da literatura, tudo à luz de uma hipótese e trabalho que no presente estudo foi a de que essa atividade industrial gera não só riscos ergonômicos para as equipes de trabalho das fábricas como também provoca emissões poluentes potencialmente prejudiciais às comunidades que vivem no entorno dessas fábricas.

Na busca de um levantamento de dados a respeito da caracterização dos principais problemas gerados pelos processos de fabricação de cimento realizou-se pesquisa de estudos acadêmicos a respeito das doenças mais comuns e frequentes causados pela produção de cimento.

O levantamento das informações foi realizado, por revisão bibliográfica em livros, artigos e sites científicos bem como análise da norma regulamentadora relacionada à normas ambientais de âmbito nacional com foco em comunidades que vivem perto da fábrica e dos funcionários que vivem em situações precárias trabalhando diretamente com o cimento.

A escolha temporal da pesquisa bibliográfica baseou-se na seleção de períodos entre os anos de 1992 e 2020, onde primeiro utilizaram-se as palavras chave “história + cimento” com finalidade de entender o processo histórico da indústria cimenteira no mundo e no Brasil. Em seguida, utilizaram-se as palavras chave “processo de fabricação + cimento” para descrever como é feito o cimento, e por fim focou-se nas palavras “cimento + saúde”, “cimento + meio ambiente” para entender e descrever como esse tema afeta o meio ambiente e a saúde das pessoas. Na pesquisa foram inclusas matérias de sites e legislação, mas procedeu-se a exclusão de artigos e sites em outras línguas que não a portuguesa pelo fato de o autor não dominar outro idioma.

Para fins de registro de imagem foi utilizado o aplicativo *Google Earth*, com a finalidade de que as imagens fossem atualizadas, e posteriormente foi feito o recorte das imagens. O trabalho está dividido em pontos essenciais para a compreensão da problemática que é a dos efeitos que o cimento causa na saúde e no meio ambiente, além da introdução, objetivo, justificativa e discussão crítica.

O tópico intitulado *A Indústria cimenteira no Brasil* tem como finalidade mostrar alguns dados referentes à consolidação da indústria cimenteira no país e como se deu sua evolução. Em seguida, o tópico *O processo de fabricação do cimento* tem como objetivo descrever o processo produtivo deste insumo. Já no tópico *Impactos da indústria de cimento* demonstram-se alguns impactos ambientais, dando continuidade ao tópico 7 da relevância para os impactos que afetam as pessoas que trabalham com o cimento. Os tópicos *Saúde da população* e *Meio ambiente* destacam os impactos gerados ao meio ambiente e às comunidades que vivem no entorno das fábricas.

Por fim, chega-se então no tópico sobre *Aspectos legais* e aqui destaca-se um pouco sobre como a legislação vem abordando alguns temas relacionados à produção de cimento, e a seção sobre *Cimento na Fercal* aborda as questões socioambientais referentes à fábrica de cimento localizada no Distrito Federal.

4 - INDÚSTRIA CIMENTEIRA NO BRASIL

Iniciada no final do século XIX, o cimento começou a ser produzido no Brasil em escala industrial, a partir de 1926. Na década de 1970, a produção cresceu intensamente, com uma elevação da produção de 9,8 milhões de toneladas para 27,2 milhões de toneladas (SNIC, 2006 *apud* CARVALHO, 2008). O ano de 1999 foi recorde, alcançando 40,2 milhões de toneladas de cimento devido, especialmente, ao advento do Plano Real e a partir de 2004, o consumo ficou estável, indicando o início de uma retomada (CARVALHO, 2008).

A constituição/consolidação do ramo cimenteiro só foi possível porque houve a conjunção positiva de uma série de fatores, quais sejam o Estado com políticas alfandegárias e isenção de impostos, os empresários nacionais e suas estratégias de diversificação da produção, os empresários estrangeiros pela

iniciativa inicial e, por fim, o crescimento da renda interna e o aumento populacional nas cidades (SANTOS, 2011).

A evolução da indústria de cimento no Brasil retrata o próprio desenvolvimento das forças produtivas e a inserção do país na divisão internacional do trabalho (SANTOS, 2011). Percebe-se que o ritmo do crescimento das indústrias de cimento no território está ligado ao desenvolvimento do setor da construção civil.

Sobretudo pela aceleração do processo de industrialização e urbanização, que leva à dinamização de outros setores da economia, inclusive da construção civil, transporte, infraestrutura, entre outros (GARBELINI, 2020). O cimento tem grande importância para a sociedade, por imprimir na civilização atual e em suas cidades uma espécie de “face” comum (MAURY; BLUMENSCHIN, 2012). Na Tabela 1 são apresentadas as características gerais da maioria das fábricas que constituem a indústria brasileira de cimento.

Tabela 1 - Características tecnológicas da indústria brasileira de cimento

PARÂMETRO	DADO
Processo	via seca
Planta de clínquer	forno rotativo horizontal, pré-aquecedor, pré-calcinador, resfriador de clínquer
Sistema de moagem	75% dos moinhos operando em circuitos fechados
Utilização	98% da capacidade instalada no país
Consumo específico de energia térmica	3260 à 3770 kJ/kg de clínquer (780 à 900 kcal/kg de clínquer)
Consumo específico de energia elétrica	80 à 150 kWh/t, 70% nos sistemas de moagem
Combustíveis	óleo combustível, coque de petróleo, finos de carvão vegetal, resíduos industriais

Fonte: (SANTI, 1997; BEN, 2001 *apud* SANTI, 2003).

Até 2011 o setor cimenteiro reunia 12 grupos empresariais, responsáveis pela operação de 69 fábricas distribuídas por todo o território nacional, na maioria grupos de empresas nacionais (CAJAZEIRA, 2011).

5 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CIMENTO

Os sítios de produção de cimento são constituídos por duas grandes atividades: a mineração de calcário e a fabricação de cimento, em plantas que estão interligadas fisicamente por correias transportadoras ou teleféricos que transportam o calcário extraído das minas até a área industrial (SANTI; FILHO, 2004).

A atividade minerária é realizada em minas a céu aberto. As rochas são desmontadas com explosivos e levadas por caminhões às unidades de britagem, onde o minério é cominuído que significa o mesmo que ser esmigalhado para granulometria adequada à sua alimentação nos moinhos de matérias-primas da planta de fabricação de cimento (SANTI, 2003).

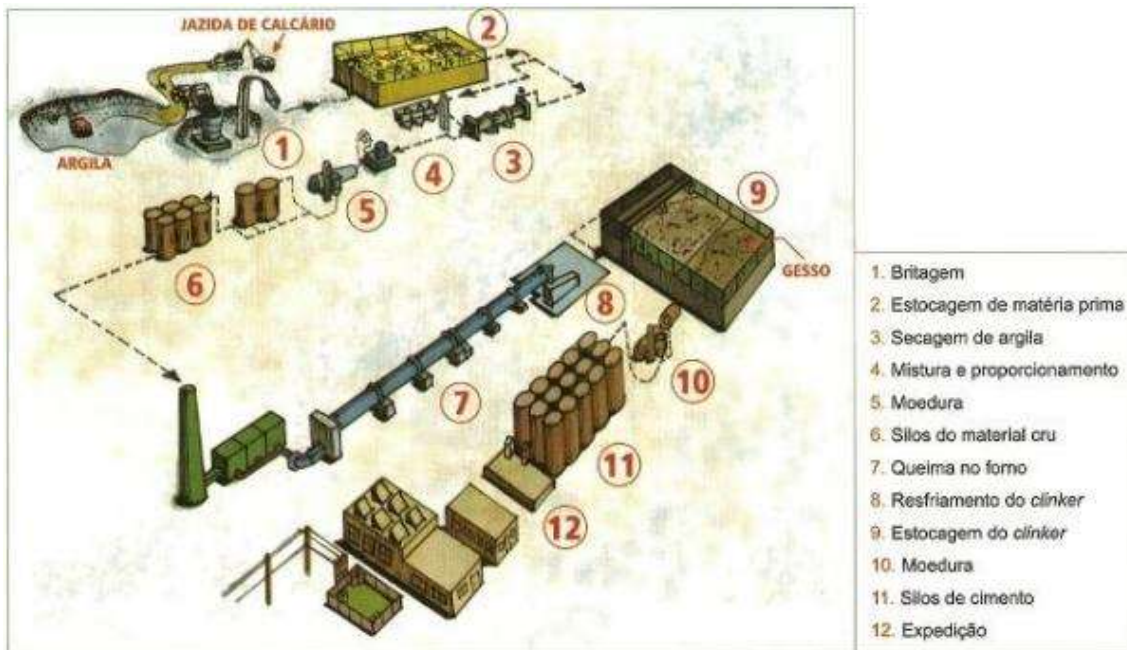
A fabricação de cimento utiliza-se das matérias-primas calcário, argila, minério de ferro e gesso (CAJAZEIRA, 2011). A partir de uma mistura de rocha carbonática e argila, essa mistura, finamente moída, é submetida ao forno em temperaturas próximas a 1.450°C (BUJOKAS, 2011). O processo envolve reações químicas que transformam os minerais das matérias-primas, dando origem ao clínquer. O cimento é, então, obtido através da moagem deste junto com aditivos, tais como o gesso e o próprio calcário (SHIMADA, 1999 *apud* BUJOKAS, 2011).

O processo tecnológico de fabricação de cimento, implantado na maioria das cimenteiras instaladas no Brasil, é o processo via seca (CARVALHO, 2008).

O processo de produção de cimento por via seca é constituído pelas seguintes etapas: pré-homogeneização e moagem das matérias-primas; dosagem e homogeneização da farinha crua; clínquerização e resfriamento do clínquer; adições e moagem do cimento; e embalagem e expedição do produto final (SANTI; FILHO, 2004 p.3).

A produção de cimento exige elevados investimentos em equipamentos pesados e maquinaria, o que a torna uma atividade econômica intensiva em capital (SANTI, 2003). Na figura 1 veem-se os processos de produção do cimento.

Figura 1 - Processo de produção do cimento



Fonte: (Bugalho 1998, apud SILVA; LIMA, 2012)

O PRODUTO

Mais conhecido como “cimento Portland”, é um aglomerado hidráulico, que, ao se adicionar uma quantidade de água, forma uma pasta com capacidade de endurecer. Depois de endurecido, mesmo que seja colocado novamente em contato com a água, ele não se decompõe mais (SILVA; LIMA, 2012). Muito utilizada em vários serviços como por exemplo em construção de casas representado na figura 2.

Figura 2 - Colaboradores executando o serviço e produzindo a mistura dos materiais



Fonte: MARCELLO, 2018.

5.2 - CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DE DO CIMENTO

A indústria do cimento é concentrada com atuação de grandes empresas, no Brasil essa dinâmica não é diferente com atuação de empresas nacionais e multinacionais. Os fatores econômicos e de mercado como as características de ser uma indústria intensiva em capital, a necessidade de grandes escalas de produção e a posse de jazidas minerais próximas aos grandes mercados consumidores funcionam como barreira à entrada de empresas.

A localização das jazidas e, conseqüentemente, das fábricas, não muito distantes dos mercados compradores é um fator importante na indústria cimenteira. Devido à homogeneidade e leveza do produto e seu baixo valor unitário, o custo de transporte é um item considerável na formação do preço do produto (SILVA; LIMA, 2012). Na Figura 3 é mostrada uma foto referente a uma mina de calcário da Votorantim.

Figura 3 - Mina de calcário Votorantim

FONTE: Site web da Votorantim, 2016.

A indústria do cimento atende à demanda dos segmentos de edificações (residências, escritórios, fábricas, shoppings, hotéis etc.), construção pesada e obras de infraestrutura (barragens, rodovias, estradas, saneamento etc.) e os consumidores industriais como as concreteiras e os fabricantes de produtos e artefatos de cimento e argamassas (SILVA; LIMA, 2012). Na Tabela 2 abaixo tem-se a representação dos canais de distribuição do cimento.

Tabela 2 - Canais de distribuição do cimento

Canal de Distribuição	Consumo(t)	%
1 - Revendedores	33.460.049	51%
2 - Consumidores Industriais	19.192.758	30%
i - Concreteiras	11.951.041	18%
ii - Fibrocimento	1.493.165	2%
iii - Pré-moldados	1.564.882	2%
iv - Artefatos	2.920.983	4%
v - Argamassas	1.262.687	2%
3 - Consumidores finais	8.168.458	13%
i - Construtoras e Empreiteiras	7.846.562	12%
ii - Órgãos Públicos/Estatais	3.576	0%
iii - Prefeituras	318.320	0%
4 - Importação	1.091.047	2%
5 - Ajustes	2.764.000	4%
Total Brasil	64.976.312,00	100%

Fonte: Relatório para imprensa do SNIC 2011 apud (SILVA; LIMA, 2012).

O transporte no Brasil é realizado essencialmente por rodovias, embora pelas características do produto o meio mais racional seja o transporte ferroviário. A inexistência de uma rede ferroviária adequada e as condições desfavoráveis da infraestrutura rodoviária são dificuldades que repercutem no preço final do produto (SILVA; LIMA, 2012). Além disso, e de acordo com o relatório do SNIC (2011):

‘como o produto é perecível, os fabricantes não podem ter grandes estoques e o mesmo ocorre no varejo, pois o cimento se deteriora em, no máximo, 90 dias. Essa característica, aliado à capilaridade de entrega, aumenta a importância da logística e da sua eficiência nas operações de abastecimento de mercado. As entregas devem ser constantes e devem acompanhar as flutuações da demanda, que, nos últimos anos, tem se mantido aquecida, requerendo uma maior velocidade das empresas (SILVA; LIMA, 2012 p.31).’

6 - IMPACTOS DA INDÚSTRIA DE CIMENTO

Na perspectiva de Carvalho (2008) o impacto ambiental é qualquer alteração do meio ambiente desconforme ou benéfica, que resulte no todo ou em parte das atividades, dos produtos ou dos serviços de uma organização. Prosseguindo na linha de pensamento desta autora, o impacto ambiental pode ser positivo ou negativo, e causar ou não alterações, tanto de ordem física como social. No caso da indústria de cimento, tal qual será visto, algumas de suas práticas e atividades de produção geram impactos tanto no meio físico, como alterações sociais e conflitos socioambientais.

Enfim, a indústria de cimento apresenta elevado potencial poluidor em todas as etapas do processo (SANTI; FILHO, 2004). Os impactos relacionados

ao processo produtivo do cimento acontecem em todas as suas fases, desde a extração, passando pela produção, até sua disposição final.

Os metais pesados contidos nas matérias-primas e combustíveis, mesmo em concentrações muito pequenas, devido à sua volatilidade e ao comportamento físico-químico de seus compostos, podem ser emitidos na forma de particulado ou de vapor através das chamas das fábricas (SANTI; FILHO, 2004).

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), as plantas de fabricação de cimento estão entre as maiores fontes de emissão de poluentes atmosféricos perigosos, dos quais destacam-se as dioxinas e furanos; os metais tóxicos como mercúrio, chumbo, cádmio, arsênio, antimônio e cromo; os produtos de combustão incompleta e os ácidos halogenados (USA, 1991; USEPA, 1996, apud SANTI; FILHO, 2004, p.7).

Com o progressivo aumento da produção de cimento e o crescimento demográfico na região, alguns problemas passaram a afetar os moradores dos bairros próximos às fábricas e a impactar a saúde dos trabalhadores. Diversas pessoas passaram a se queixar de problemas respiratórios e dermatológicos, além do visível incômodo causado por um pó branco que cobria as habitações e a vegetação (OLIVEIRA; PARDO, 2007).

7 - A SAÚDE DOS TRABALHADORES

A exposição de trabalhadores a material particulado na indústria de produção de cimento é potencialmente uma das mais preocupantes em função do fato de trabalharem com material sólido, onde a possibilidade de geração de poeiras é elevada, expondo o trabalhador a riscos (CARVALHO, 2008). Outra característica da exposição ao cimento é que esta não se restringe aos muros das fábricas, atingindo especialmente os trabalhadores da construção civil, como, por exemplo, metais que podem estar presentes no produto final (CESTEH, 2000 apud CARVALHO, 2008, p. 57).

Os processos de trabalho são muitas vezes insalubres e podem colocar em risco a saúde dos trabalhadores. A tecnologia utilizada contribui para a alta concentração de material particulado (MP), e para o elevado nível de ruído (RIBEIRO *et al.*, 2002). Os trabalhadores estão constantemente expostos a vários fatores de risco à saúde, tais como a alta concentração de partículas em suspensão; a falta de equipamentos de proteção, segurança e comunicação (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012).

As rotas de exposição ao cimento incluem a via dérmica, responsável pelo desenvolvimento de dermatites alérgicas, que são a maior causa de afastamento do trabalho dos operários da construção civil, além da via oral – com desenvolvimento de câncer de estômago – e da via respiratória (SANTI; FILHO, 2004).

Para melhor identificação, consideram-se agentes – de risco – químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador sejam por inalação, através das vias respiratórias, sob a forma de poeiras, gases, neblinas, névoas, fumos, vapores, por absorção dérmica (através da pele) ou pela ingestão. Segundo Costa (2004), estes agentes podem gerar efeitos mutagênicos, carcinogênicos, teratogênicos, organo tóxicos e imunotóxicos no organismo (MARCELLO, 2018 p.15).

Com altos níveis de contaminação individual que se reflete em casos de pneumoconioses, dermatites de contato e irritações diversas das vias aéreas superiores, altos índices de incidentes críticos e acidentes leves (RIBEIRO, 2002 apud, MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012, p. 81), a dermatite é uma doença de pele, geralmente causada por fatores alérgicos de caráter inflamatório, identificada por seus sintomas de vermelhidão, coceira e bolhas na pele, conforme exemplificado na Figuras 4 e Figura 5.

Figura 4 - Dermatite nos pés



Fonte: (SCHOTTFELDT, 2012 *apud* MARCELLO, 2018)

Figura 5 - Dermatite nas mãos



Fonte: (SCHOTTFELDT, 2012 *apud* MARCELLO, 2018)

O cimento é irritante para a pele em virtude de ser abrasivo, higroscópico e altamente alcalino. Sua alcalinidade muitas vezes atinge pH próximo a 14. Por esta peculiaridade, o cimento deve ser manipulado com cuidado de higiene e

proteção pessoal (MARCELLO, 2018). A utilização do cimento, sem o uso de equipamentos de proteção adequados, poderá acarretar sérios danos à saúde do trabalhador. É classificado como 'material irritante', ou seja, reage em contato com a pele, com os olhos e vias respiratórias (SCHLOTTFELDT, 2012 apud, MARCELLO, 2018).

Quando um cimento com pouco teor de umidade entra em contato com a pele e não é logo removido, absorve umidade; após algum tempo, torna a pele seca, endurecida e espessa. A habitualidade deste contato deixa a pele frágil, resultando em fissuras e rachaduras denominadas "lesões indolentes", nas quais podem ocorrer infecções secundárias (ALI, 2009).

O cimento, a argamassa de cimento ou concreto, quando em contato frequente com a pele, podem ressecar, irritar ou ferir as mãos, os pés ou qualquer local da pele onde a massa de cimento permanecer por determinado tempo, ou produzir reações alérgicas, dependendo do contato do cimento com essas partes do corpo (ALI, 2009)

Ainda, há estudos que avaliam que o período entre 10 a 20 anos de exposição às poeiras é suficiente para o desenvolvimento de doenças pulmonares, as chamadas pneumoconioses. As pneumoconioses são patologias resultantes da deposição, por inalação, de partículas sólidas nos pulmões. O quadro é agravado com o passar dos anos. A poeira inalada permanece depositada nos pulmões, criando um quadro de fibrose, ou seja, o endurecimento do tecido pulmonar. A capacidade elástica dos pulmões é comprometida (MARCELLO, 2018).

Estudos epidemiológicos sobre doenças ocupacionais no Brasil são raras; não há notificação obrigatória e o subdiagnóstico é alto, pois muitos trabalhadores não procuram os serviços de saúde, temendo a perda do emprego e do salário (MARCELLO, 2018).

Ainda há também a subnotificação das doenças ocupacionais ocorridas nas cimenteiras que acabam sendo notificadas como doenças comuns, não entrando nas estatísticas oficiais de acidentes de trabalho.

7.1 - MÉTODOS DE PROTEÇÃO

Os métodos de proteção com o objetivo de evitar o contato com os agentes químicos, como o cimento, são, sem dúvida, as proteções individuais e as coletivas (MARCELLO, 2018).

A norma regulamentadora de número seis (NR 6) estabelece um conjunto de regras para a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) nas empresas, a fim de assegurar a proteção dos trabalhadores durante sua jornada laboral. Tal NR é uma disposição complementar ao capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), que versa a respeito da segurança e da medicina do trabalho, conforme previsto na Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977 (BRASIL, 1977).

No caso da fabricação e manipulação do cimento, dentre os EPIs da NR6, listamos luvas e botas de borracha (impermeáveis), máscaras e óculos de proteção, além de capacete e vestimentas adequadas resistentes à atividade. Quanto aos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), são listados: isolamento e sinalização das áreas de riscos; ventilação por exaustor local; medidas de higiene pessoal e coletiva sendo eles os lavatórios, chuveiros, vestiários e sanitários (MARCELLO, 2018).

A NR-06 expõe que toda empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidente de trabalho, para atender situações de emergência (MARCELLO, 2018).

A utilização correta de seus EPIs, acompanhada de uma boa gestão de um profissional técnico durante a jornada de trabalho, bem como a conscientização de cada colaborador sobre o zelo pela sua saúde, é possível o desempenho laborais dos serviços citados, compostos pelos materiais estudados, possa ser realizado de forma segura, preservando assim a saúde e integridade do colaborador (MARCELLO, 2018 p.35).

8 - SAÚDE DA POPULAÇÃO

A produção de cimento demanda grande quantidade de energia e normalmente as empresas utilizam combustíveis fósseis. Na tentativa de redução de custos e do uso de combustíveis virgens, as fábricas utilizam a técnica de coprocessamento (queima) de diversos tipos de resíduos em seus fornos (FREITAS; NOBREGA, 2014).

Durante a fabricação do cimento há emissões de poluentes variados conhecidos por terem efeitos tóxicos à saúde humana, sobretudo no que se refere à saúde respiratória. A pesquisa de sinais e sintomas respiratórios é um importante meio de se conhecer os possíveis efeitos dessa poluição em populações residentes em áreas próximas às fábricas de cimento (JUNIOR; FILHO; SOUZA, 2014).

Estudos epidemiológicos têm documentado a associação entre particulados presentes no ar e o risco de desenvolvimento de doenças respiratórias. Pesquisas que utilizaram questionários adaptados do *British Medical Research Council* demonstraram alta prevalência de sintomas respiratórios, alterações na função pulmonar e doenças respiratórias em trabalhadores expostos aos poluentes e nas populações que vivem ao redor das fábricas (JUNIOR; FILHO; SOUZA, 2014 p.2).

Os poluentes principalmente material particulado emitidos no processo de fabricação do cimento podem ser facilmente dispersos a grandes distâncias, ocasionando a contaminação do ambiente atmosférico nas proximidades das indústrias. Estudos demonstram que viver em uma localidade próxima às fábricas de cimento diversos representa um fator de risco importante para o desenvolvimento de doenças causadas pela inalação de metais pesados, doenças respiratórias crônicas e alterações na função pulmonar. Há ainda diversos estudos que demonstram estreita relação entre poluentes e o surgimento de sinais e sintomas respiratórios (JUNIOR; FILHO; SOUZA, 2014).

As plantas de fabricação de cimento estão entre as maiores fontes de emissão de poluentes atmosféricos perigosos. Na fase extrativa, causa contaminação de solos e cursos d'água, erosões, cavas abandonadas e rios assoreados. Na fase de produção do cimento, propriamente dita, há muita geração de material particulado suspenso que pode causar problemas de saúde,

tanto nas comunidades próximas às fábricas, como nos trabalhadores envolvidos no processo produtivo (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012).

Com o advento da revolução industrial a poluição passou a atingir a população em grandes proporções. A rápida urbanização verificada em todo o planeta trouxe um grande aumento no consumo de energia e também de emissões de poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis por fontes fixas, como as indústrias, e por fontes móveis, como os veículos automotores. Atualmente, aproximadamente 50% da população do planeta vivem em cidades e aglomerados urbanos e estão expostas a níveis progressivamente maiores de poluentes do ar (SANTOS; SALDIVA; BRAGA, p.644).

O material particulado lançado pela fábrica em determinados períodos provoca espessas camadas que se depositam nas ruas, nas casas e em toda a vegetação ao redor. A agressividade do pó gerado pela fabricação do cimento tem causado problemas a toda a população. Este material particulado de cimento atinge, principalmente, o sistema respiratório, ocasionando rinite, sinusite, bronquite e falta de ar. Moradores estão constantemente doentes por problemas respiratórios ou aqueles relacionados à garganta e cordas vocais (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012).

As vias de contaminação de acordo com (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012) são pelo: ar, solo e cadeia alimentar,

Ar: inalação ou contato dérmico com poluentes atmosféricos: material particulado, NOX, SOX, HCL, orgânicos tóxicos, dioxinas e furanos, materiais pesados.

Solo: inalação, ingestão ou contato dérmico com solos e poeiras contaminados, material particulado, metais pesados, dioxinas e furanos.

Água: ingestão ou contato dérmico com corpos d'água contaminados, metais pesados, dioxinas e furanos.

Cadeia alimentar: ingestão de alimentos contaminados, dioxinas, furanos e metais pesados.

Estudos epidemiológicos no Brasil têm evidenciado associações de material particulado com a incidência de doenças. (PANDYA, 2002 *apud* SPOHR; ZANINI, 2016) ressaltam que os gases e partículas ultrafinas

provenientes da queima de combustíveis, principalmente do diesel, são fatores responsáveis pela maior incidência de asma brônquica e outras doenças alérgicas em indivíduos.

Dentre as faixas etárias mais atingidas pelos efeitos da poluição do ar estão as crianças e os idosos. Pessoas que já sofrem de problemas respiratórios também se tornam mais suscetíveis a sofrer com a elevação nos níveis de poluentes atmosféricos (SPOHR; ZANINI, 2016).

Há outros problemas de saúde nas comunidades. As constantes explosões nas cavas de mineração que causam poluição sonora e com isso problemas auditivos, além de comprometer as estruturas das construções locais, muitas delas afetadas por rachaduras (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012).

Além de provocarem efeitos na saúde da população, os problemas causados pela poluição do ar também geram impactos negativos no que se refere à perspectiva econômica e social. Queda da produtividade agrícola, aumento de custos dos sistemas de saúde, maior vulnerabilidade das populações carentes que podem ser vistas como exemplos de problemas causados pela contaminação do ar (Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2014 *apud* SPOHR; ZANINI, 2016).

9 - MEIO AMBIENTE

As mudanças climáticas têm sido apontadas como um dos principais desafios para o mundo e para o Brasil no século XXI. Recentemente tem havido consenso científico sobre o impacto gerado pelo aquecimento global e as consequências que podem chegar a ser devastadoras, geradas, principalmente, pela emissão antrópica de gases de efeito-estufa.

Existe uma certa dificuldade em associar o crescimento da produção industrial com a preservação ambiental. O bem-estar coletivo está condicionado cada vez mais ao crescimento da produção, trazendo desafetos na relação do homem com seu meio ambiente (CAJAZEIRA, 2011).

Com o aumento da população brasileira e o proporcional crescimento da necessidade de moradias e de um volume crescente de cimento, os impactos urbanos são cada vez maiores, aumentando os problemas com o destino do lixo doméstico, a disposição dos esgotos sanitários, os descartes de resíduos, subprodutos metalúrgicos e industriais e inclusive, os descartes dos resíduos originários da construção civil, tornando urgentes e necessários ações que busquem a mudança deste cenário (CAJAZEIRA, 2011, p.83).

No Brasil, a história do movimento ambiental está intrinsecamente associada à questão da produção industrial e seus impactos à saúde humana (MAURY; BLUMENSCHHEIN, 2012).

Exemplo do que foi descrito anteriormente é que no processo fabricação do cimento o aquecimento e a reação química liberam grandes quantidades de dióxido de carbono, contribuindo para o aquecimento global e, como se sabe, a demanda por cimento está aumentando mais rápido do que diminuem as emissões de gases estufa por tonelada e em países com considerável déficit habitacional como o Brasil, a expectativa é de ampliação desse quadro (CAJAZEIRA, 2011).

Segundo (OSS; PADOVANI, 2002 *apud* CAJAZEIRA, 2011), o processo de produção do cimento requer cerca de 1,7 toneladas de material bruto por tonelada de clínquer fabricado o que produz aproximadamente uma tonelada de emissão de dióxido de carbono (CO₂). O volume total dessa emissão de CO₂ faz da indústria de cimento uma das principais fontes industriais dos gases de efeito estufa.

E como já foi exposto, com o progressivo aumento da poluição de cimento, e o crescimento demográfico na região, alguns problemas passaram a afetar os moradores próximos da fábrica. Diversas pessoas passaram a se queixar de problemas respiratórios e dermatológicos, além do visível incômodo causado por um pó branco que cobria as habitações e a vegetação (OLIVEIRA; PARDO, 2007).

No processo de mineração dos recursos para fabricação de cimento, que permanece sob exploração por décadas, são formadas grandes crateras, as quais geram grande quantidade de rejeito, que consiste de restos de solo com vários metros que se acumulam nas depressões dos terrenos das mineradoras.

Estes dejetos formam grandes pilhas soterrando a vegetação nativa das depressões e encostas e assoreando grotas e córregos gerando assoreamento dos mananciais e carreamento de solo pelas chuvas, comprometendo a bacia hidrográfica local (CARVALHO, 2008).

Não bastando o processo de mineração a produção de cimento envolve o coprocessamento que tem grande relevância sobre a saúde humana e o meio ambiente além disso esse processo aponta efeitos negativos tanto em países periféricos quanto em países centrais. Conforme será discutido a partir no próximo tópico.

9.1 - CO-INCINERAÇÃO E CO-PROCESSAMENTO

A presença do setor industrial de transformação e das minerações contribui de forma bem determinada para uma degradação o que provoca incômodo e agravos à saúde da população local (SANTI, 2003). Um dos materiais básicos para a produção do cimento é o clínquer como já foi descrito neste trabalho no tópico 5.

A energia térmica necessária ao processo é fornecida pela queima de óleo combustível ou carvão pulverizados nos queimadores do forno rotativo e do pré-calcinador, deve ser suficientemente alta para elevar a temperatura do material a 1450°C para que a reação de clínquerização se complete. A utilização de energia elétrica também é intensa, destinada, principalmente, ao acionamento de motores dos moinhos de farinha, de clínquer e de cimento, das esteiras transportadoras, de rotação do forno, das máquinas ensacadeiras etc (SANTI, 2003, p.24).

O coprocessamento de resíduos é uma tentativa de reduzir o uso de tais combustíveis. Coprocessamento estabelece a integração de dois processos, a queima de resíduos sólidos industriais que seriam descartados em aterros sanitários e a fabricação de itens que requerem altas temperaturas em seus processos produtivos. Isso ocorre principalmente com as indústrias de cimento (MILANEZ, 2007).

Ainda seguindo as ideias de Milanez (2007), o coprocessamento é um processo de destruição de resíduos na fabricação de produtos que requerem

altas temperaturas na sua fabricação. É uma tecnologia de queima de resíduos provenientes de diversas indústrias em fornos que transformam argila e calcário em clínquer.

Co-incineração é o tratamento térmico de resíduos nos fornos de clínquer visando, exclusivamente, a geração de energia para o processo de clínquerização e coprocessamento, a alimentação dos resíduos nos fornos. A literatura e a legislação não fazem distinção entre essas duas formas de emprego de resíduos, denominando-as, genericamente, por coprocessamento (SANTI, 2003).

A co-incineração de resíduos industriais em fornos de clínquer é, portanto, prática que remonta à época das crises do petróleo, e, atualmente está sendo vista como uma ação coordenada entre as indústrias cimenteiras e as indústrias geradoras de resíduos, contextualizada mais na esfera ambiental e menos na esfera energética, é considerada pelos geradores de resíduos, com aprovação dos órgãos de meio ambiente, como uma solução definitiva para a destinação de seus rejeitos industriais (SANTI, 2003).

A Resolução do Conama nº 264/99 (MMA, 1999) que regulamenta esta prática, de Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos define que: **CAPÍTULO II, dos Procedimentos, Seção I Dos Critérios Básicos para a Utilização de Resíduos:**

Art. 8o São considerados, para fins de coprocessamento em fornos de produção de clínquer, resíduos passíveis de serem utilizados como substituto de matéria prima e/ou de combustível, desde que as condições do processo assegurem o atendimento às exigências técnicas e aos parâmetros fixados na presente Resolução, comprovados a partir dos resultados práticos do plano do Teste de Queima proposto.

§ 1o O resíduo pode ser utilizado como substituto matéria-prima desde que apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer incluindo neste caso os materiais mineralizadores e/ou fundentes.

§ 2o O resíduo pode ser utilizado como substituto de combustível, para fins de reaproveitamento de energia, desde que o ganho de energia seja comprovado.

Nesse processo, os resíduos precisam ser triturados e misturados de forma a adquirir algumas propriedades semelhantes aos combustíveis normalmente usados. Esse coquetel de resíduos é chamado genericamente de *blend* (SANTI, 2003).

Apesar desse processo ser uma tentativa de diminuir o consumo de outros combustíveis, a combustão em fornos é um processo complexo, que envolve diversas reações químicas, muitas das quais não são totalmente compreendidas. Além disso fica ainda mais complicado, quando vários resíduos com diversos níveis de toxicidade são usados como matéria prima (MARINGOLO, 2001 apud MILANEZ, 2007).

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 diversos impactos sobre o meio ambiente e a saúde das pessoas que entram em contato com esses materiais (MILANEZ, 2007).

As reações químicas que entram no ambiente como resultado das diversas atividades antropogênicas, podem causar efeitos físicos, químicos e biológicos sobre o meio ambiente e os seres vivos, os quais vão desenvolvendo um efeito tóxico crônico. Além disso, muitas vezes o resultado dessa exposição não pode ser identificado de imediato por se tratar de quantidades muito baixas (SANTI, 2003). No Quadro 1 abaixo são apresentados os principais resíduos que vão para os fornos de coprocessamento.

Quadro 1 - Principais resíduos

Principais resíduos co-processados		
Pneumáticos	Tintas e solventes	Resíduos de madeira
Borrachas	Papel e papelão	Borras oleosas e graxas
Lodo de esgoto	Borras ácidas	Entulhos da const. civil
Plástico	Refratários	Terra contaminada

Fonte: (ADAPTADO SNIC, 2006 apud CARVALHO, 2008)

No Brasil, o coprocessamento de resíduos ainda não está plenamente estudado e desenvolvido, embora haja legislação prevista para a sua aplicação, ainda há dúvidas sobre os diversos impactos que poderão ser gerados com a sua aplicação (CARVALHO, 2008).

9.2 - COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO

A indústria de cimento e a sua alta demanda por energia foi responsável por 1,4% de toda a energia consumida no Brasil (MME; EPE, 2006 apud MILANEZ, 2014). Como forma reduzir essa dependência, as principais estratégias adotadas vêm sendo o aumento da eficiência energética e a substituição de combustíveis. Ao longo do tempo, as empresas vêm investindo em mudanças de processo e novas tecnologias e obtendo resultados significativos no aumento de sua eficiência energética (MILANEZ, 2014).

Um desses processos consistiu na coleta e destinação final dos pneus inservíveis para utilização como combustível em fornos de fabricação de clínquer. O pneu inservível é um resíduo que deve ser manuseado corretamente até sua disposição final, pois quando disposto inadequadamente pode causar danos ao meio ambiente e à saúde pública (FREITAS; NOBREGA, 2014).

A produção crescente de veículos no mundo todos os anos torna a questão dos pneus inservíveis um grande problema, mas vale lembrar que antes de se tornarem inaproveitáveis eles podem ser reformados para que sua vida útil como equipamento automotivo seja prolongado por mais alguns anos (MILANEZ, 2014). No Brasil, a prática é permitida, desde que seja realizada com componentes que foram utilizados em território nacional e podem ser de três tipos: recapagem, recauchutagem e remoldagem (CONAMA, 2020).

O pneu inaproveitável é bem-encarado para utilização como combustível alternativo ao petróleo e carvão mineral na indústria cimenteira devido ao seu elevado poder calorífico (MARQUES, 1999 apud FREITAS; NOBREGA, 2014).

A recuperação de energia contida nos resíduos contribui adicionalmente para a conservação de combustíveis fósseis não

renováveis, reduzindo os custos de fabricação, pois os combustíveis provenientes de resíduos energéticos são mais baratos do que qualquer combustível fóssil tradicional, o que incentiva esse potencial de energia. A grande vantagem da utilização de pneus em fornos de cimento é sua total destruição, em função das elevadas temperaturas, e retenção de cinzas na matriz do clínquer, pois todo o processo ocorre num sistema fechado, não gerando fumaça ou pó (MARQUES, 1999). (FREITAS; NOBREGA, 2014, p.294).

Figura 6 - Ecoporto em Sobradinho (DF)



FONTE: Site web da Votorantim, 2016.

Pneus recolhidos serão utilizados no sistema de coprocessamento da fábrica para produção de cimento. Pode-se vislumbrar que, ao ser inserir o pneu inservível na coleta de resíduos, é criado automaticamente um mecanismo de coleta pela sociedade, retirando os mesmos das ruas e possibilitando ganhos econômicos aos catadores, melhorando sua qualidade de vida. Portanto, as ações realizadas pelo setor de pneus em conjunto com a indústria cimenteira podem ajudar a resolver os graves problemas ambientais resultantes do descarte de pneus inaproveitáveis (FREITAS; NOBREGA, 2014).

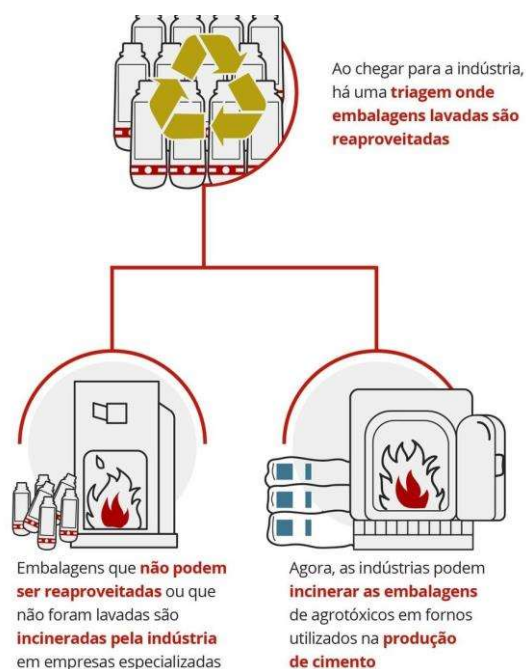
10 - ASPECTOS LEGAIS

As principais normas federais para controle de emissões dos fornos de cimento são a Resolução CONAMA 264/1999, que dispõe sobre procedimentos e critérios específicos da co-incineração, e a Resolução CONAMA 316/2002, que trata dos procedimentos e os critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos (MILANEZ, 2007). Dessa forma, foram definidas as substâncias que não podem ser tratadas em fornos de cimento, tais como resíduos hospitalares, radioativos, explosivos e de agrotóxicos.

Porém, mais recentemente alterações atendendo um pedido da CNI (Confederação Nacional da Indústria) contando com apoio de cimenteiras e da indústria de pesticidas de incorporar uma resolução no Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) que autoriza a queima de resíduos tóxicos em fornos utilizados na produção de cimento, permitindo, entre outras coisas, a queima de embalagens de agrotóxicos (SALATI; TOOGE, 2020).

No entanto, ainda segundo estes derradeiros autores, os fornos de cimento não são preparados para queimar esse tipo de embalagem, podendo deixar no ar fuligem e gases que podem fazer mal às pessoas e animais. Ademais, segundo Mendes (2020) essas alterações são consideradas preocupantes por ambientalistas, uma vez que tais rejeitos de agrotóxicos e defensivos, ao sofrerem processo de incineração, acabam sendo expelidos para o meio ambiente, comprometendo a qualidade do ar.

Figura 7 - Destinação de embalagens de agrotóxicos



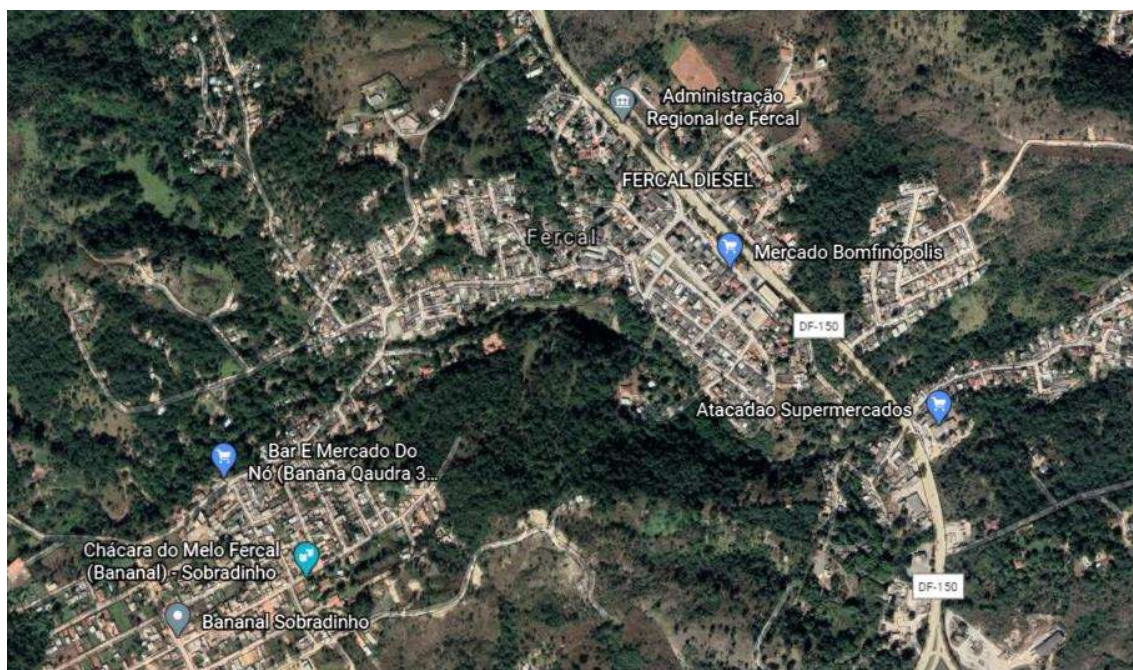
FONTE: (Ministério do Meio Ambiente e Inpev, 2020)

11 - CIMENTO NA FERCAL- DF

O Distrito Federal é totalmente ocupado pelo Cerrado, que é o segundo maior bioma da América do Sul e comporta a nascente das três maiores bacias dessa parte do continente. A região é conhecida como a savana mais rica do mundo, com 11.627 espécies de plantas. O cerrado é também conhecido como berço das águas, por ser o detentor de nascentes de três grandes bacias hidrográficas brasileiras: Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná (PRODEMA, 2000 apud CARVALHO, 2008).

A **Fercal** está situada às margens da APA Cafuringa, é muito rica em recursos minerais, a exemplo do calcário que contribui significativamente para o crescimento socioeconômico da região, complementado pela beleza geográfica e outras riquezas naturais e culturais que servem de atrações turísticas por meio das pequenas cachoeiras, grutas, cavernas, riachos, trilhas e áreas de preservação ambiental (IBRAM, 2020).

Figura 8 - Administração regional da Fercal



Fonte: (Google Earth, 2020).

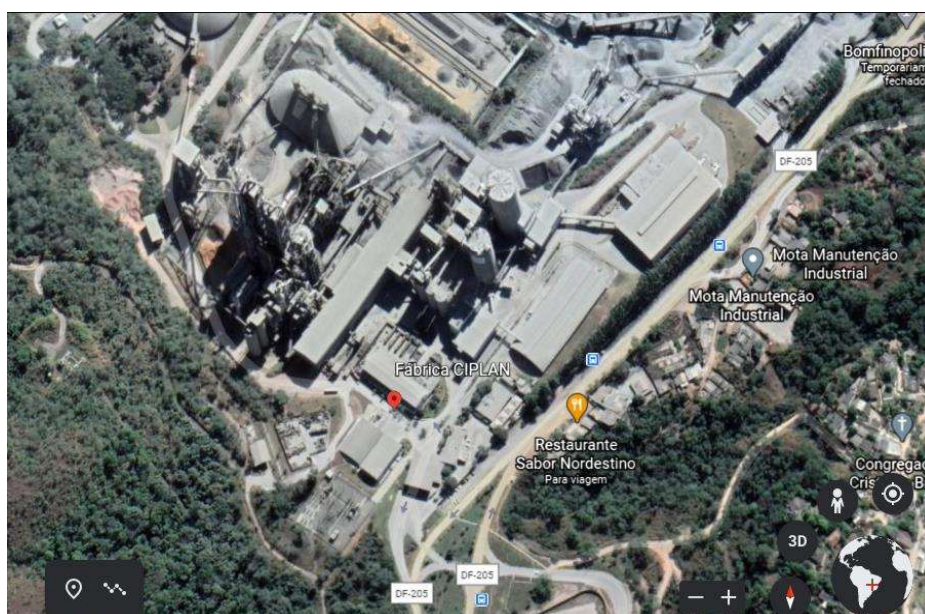
Conforme, já destacado e mostrado por este trabalho, o processo produtivo do cimento e gerador de uma série de impactos ao meio ambiente, e no Distrito Federal não tem sido diferente. As fábricas instaladas, Região Administrativa de Sobradinho, mais especificamente nas adjacências da APA de Cafuringa, a despeito de algumas iniciativas, também têm causado problemas e impactos socioambientais (CARVALHO, 2008).

As Áreas de Proteção Ambiental (APAs) são unidades de conservação de uso múltiplo, onde se pretende preservar os atributos físicos e culturais de um determinado ecossistema, evitando a ocupação desordenada e estimulando atividades de baixo impacto ambiental, por meio do zoneamento, fiscalização e educação ambiental (CARVALHO, 2008).

Levantamento do Instituto Brasília Ambiental (Ibram) mostra que a Fercal é a cidade com a pior qualidade do ar do Distrito Federal. Dos 12 meses de 2019, em pelo menos cinco a região administrativa apresentou poluição atmosférica avaliada como inadequada.

Observa-se na Figura 9, imagem de satélite da fábrica de cimento da Ciplan, a partir da qual em 2019 foi emitido poluente (PTS) cujo pico do valor de concentração ocorreu justamente no mês de julho (Figura 10), auge do período de seca no Distrito Federal, com conseqüente diminuição gradativa nos valores de concentração nos meses adjacentes, até o mês de dezembro quando se registrou a menor média mensal.

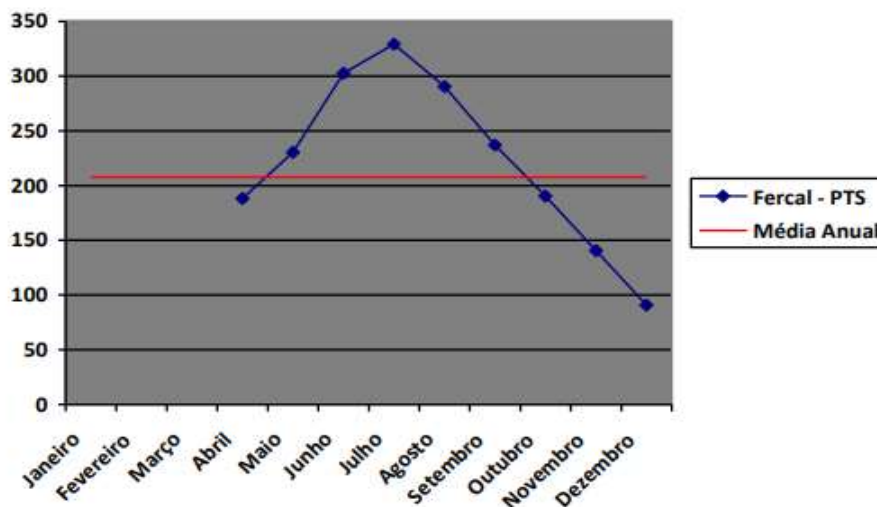
Figura 9 - Fábrica de cimento Ciplan



Fonte: (Google Earth, 2020).

Como pode se observar na figura 10, a concentração de partículas totais em suspensão (PTS) na Fercal chegou a bater a casa dos 300 microgramas por metro cúbico, e foi considerada “muito ruim”. Uma atmosfera em boas condições para a respiração humana não pode ultrapassar 80 microgramas por metro cúbico (Ibram, 2019).

Figura 10 - PTS na Fercal



Fonte: (Ibram, 2019).

Conforme visto, os impactos gerados pela produção do cimento não se restringem à dimensão ambiental. Há casos em que o processo produtivo do cimento gera também problemas de ordem social, com problemas de saúde que atingem tanto o interior das fábricas, como suas proximidades (MAURY; BLUMENSCHNEIN, 2012).

11.1 - CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS

De acordo com Carvalho, 2008 nem todo impacto ambiental gera necessariamente conflitos sociais, atingindo ou causando problemas a comunidade onde haja a presença humana. Ainda na mesma linha de raciocínio desse autor não é possível fazer uma generalização, afirmando que todas as fábricas são geradoras de conflitos socioambientais.

O vocábulo conflito origina-se do latim *conflictus*, que significa choque, embate, encontro, combate, luta, e está ligado ao verbo latino *confligere* que significa combater, lutar, pelear. Ainda conforme Houaiss, conflitos podem ser associados à profunda falta de entendimento entre duas ou mais partes. Por derivação e por extensão de sentido, conflito pode significar também choque ou enfrontamento, como exemplo: árabes e israelenses e outros. (Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, 2001 *apud* Carvalho, 2008, p. 103).

A indústria cimenteira, tem sido considerada como grande fonte poluidora e por sua vez geradora de conflitos socioambientais. Nas proximidades das unidades industriais, e também intramuros, entre os trabalhadores do setor, são bastante conhecidos os variados problemas de saúde (CARVALHO, 2008).

Geralmente fábrica de cimentos movimentam a economia da região, que é diversificada, entretanto segundo depoimentos de moradores e de levantamento feito pela Asconquel, sabe-se que boa parcela da população que vive em função das fabricas, não está empregada diretamente nelas, e sim em subempregos gerados a partir dela. Principalmente, descarregando matérias primas e carregando-os com produto final (CARVALHO, 2008).

Figura 11 - Igreja Evangélica, com a fábrica ao fundo.



Fonte: Maria Beatriz Maury, 2008.

Figura 12 - Posto de saúde e CEF- Centro de Ensino Fundamental



Fonte: Maria Beatriz Maury, 2008.

Segundo Carvalho (2008) o nível de poluição do ar é muito alto na Fercal, e especialmente no período da seca há raros momentos de ar limpo na região. As crianças são as mais atingidas: casas, escolas e igrejas que ficam a poucos metros da fábrica são muito afetadas como pode se observar nas figuras 11 e 12.

Em agosto de 2006, material altamente inflamável, rejeitado pela fábrica, foi disposto de forma inadequada causando em criança pequena, sequelas físicas. Moises de Souza Soares, figura 13, na época com quatro anos atravessou um terreno cujo superfície estava coberta por munha de carvão - material altamente inflamável que serve de combustível para fábrica de cimento. Depois de sofrer este acidente, a poucos metros de casa e da fábrica localizada na Fercal, ele teve cinco dedos amputados – quatro do pé e um da mão esquerda. A criança ficou, ainda, com os braços e as mãos contorcidos, consequência da alta temperatura encontrada no material depositado irregularmente (CARVALHO, 2008 p.107).

Figura 13 - Garotinho que se queimou



Fonte: Carvalho (2008)

O processo produtivo do cimento gera também conflitos de ordem social, com problemas que atingem tanto no interior das fábricas, como nas suas proximidades. Apenas medidas punitivas e de mitigação não têm sido suficientes, devidos as diversas complexidades e particularidades envolvidas no

processo, as quais remetem ao uso de ferramentas e processos participativos que possam vir auxiliar na busca por soluções (CARVALHO, 2008).

12 – DISCUSSÃO CRÍTICA

Seguindo a linha de raciocínio apresentado neste trabalho, fica evidente que a indústria cimenteira é uma grande fonte poluidora e por sua vez geradora de impactos à saúde e no meio ambiente. No decorrer do trabalho procurou-se demonstrar a importância que a fábrica de cimento tem para com a evolução da humanidade, mas o foco principal foi mostrar que os impactos da produção de cimento e da co-incineração de resíduos criam situações de risco ao

equilíbrio ambiental, à saúde dos trabalhadores e das populações que vivem próximas às unidades produtivas.

Foi diante desse cenário que foram realizados esses estudos para se tentar avaliar a incidência tanto dos problemas de saúde dos envolvidos diretamente e indiretamente com a produção do cimento, quanto da capacidade de fiscalização e competência dos órgãos que estão responsáveis pelo monitoramento das atividades industriais, como por exemplo os Ministérios Públicos de âmbito estadual e federal.

Concordando com Carvalho, 2008 acredito que uma abordagem exclusivamente punitiva não vem alcançando resultados positivos é necessário metodologias mais participativas, que façam a escuta das comunidades e dos atores envolvidos para tentar chegar em um ponto adequado e certo para todos os lados.

Um exemplo de um ponto adequado é referente a utilização correta de seus EPIs, que acompanhada de uma boa gestão de um profissional técnico durante a jornada de trabalho, bem como a conscientização de cada colaborador sobre o zelo pela sua saúde pode evitar muitos acidentes e mantendo um ambiente de trabalho saudável, esse é um ponto que concordo com Marcello, 2018.

A questão dos pneus inservíveis é um problema que está inserido diretamente na sociedade, podendo trazer graves consequências ambientais e de saúde pública, mas a co-incineração de resíduos em fornos de cimento não vem sendo realizada de forma adequada em países periféricos, pondo em risco o equilíbrio ambiental, a saúde dos trabalhadores e das populações que vivem próximas às unidades produtivas por isso não concordo plenamente com Freitas; Nobrega que esse no momento seja uma fonte alternativa de energia adequada.

13 – CONCLUSÃO

Todos os estudos incluídos nesta revisão sugerem que existe associação da poluição que as fábricas de cimento causam com problemas na saúde. CAJAZEIRA, 2011 destaca que para que sejam construídas políticas de saúde ambiental eficazes, tornam-se necessários estudos que mostrem a relação entre poluição do ar e a saúde, pois estes podem garantir uma melhoria da qualidade de informação a ser utilizada pelos gestores.

Enfim, é necessária uma grande aliança entre todos os afetados e os responsáveis pela fiscalização com o setor industrial para encontrar medidas e soluções que gerem ações mais efetivas. O poder público tem que ser mais ativo e determinado, buscando influenciar diretamente o processo. Além disso, devemos lutar para assegurar direitos já conquistados, principalmente referente às leis ambientais para que não ocorra um retrocesso que possa causar feridas que jamais poderão ser curadas no nosso meio ambiente.

14 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, S.A. **Dermatoses ocupacionais**. 2 ed. São Paulo: Funda Centro, 2009.

AYRES, M. L. A; DAEMON, I. G; FERNANDES, P. C. S. A indústria de cimento. Biblioteca digital, BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, p. 335-348, set. 1999.

ARBEX, M. A; SANTOS, U de. P; MARTINS, L. C; SALDIVA, P. H. N; PEREIRA, L. A. A; BRAGA, A. L F. A poluição do ar e o sistema respiratório. **J Bras Pneumol**. Vol. 38, nº5, p.643-655, 2012.

BOCCTO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo. 2006.

BUJOKAS, W. M. *Influência da poeira de fábrica de cimento nas características químicas da precipitação e no crescimento, nos teores de clorofila e na nutrição de Schinus terebinthifolius Raddi (Anacardiaceae)*. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 112. f. 2009.

CAJAZEIRA, M de. O. *Impactos e conflitos socioambientais na comunidade do entorno da fábrica de cimento do município de Nossa Senhora do Socorro/SE*. . Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe. 151. f. 2011.

CARVALHO, Giulia. [EXCLUSIVA] Justiça suspende as mudanças de Salles na proteção ambiental e MPF vai debater a legalidade das ações, entenda: Visão Agro, 01 de outubro de 2020, Agronegócio. Disponível em: [<https://visaoagro.com.br/agronegocio/exclusiva-trj-suspende-salles-mpf/>]. Acesso em: 27 de outubro de 2020.

CARVALHO; de M. B. M. *Impactos e conflitos da produção de cimento no Distrito Federal*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília. 162. f. 2008.

DAPPER, S. N; SPOHR, C; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **ESTUDOS**

AVANÇADOS, São Paulo, vol. 30, n°.86, p. 83-97, 2016 *apud* RUSSO, P. R. **A qualidade do ar no município do Rio de Janeiro: análise espaço- -temporal de partículas em suspensão na atmosfera**. Revista de Ciências Humanas, v.10, n.1, p.78-93, jan./jun. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v30n86/0103-4014-ea-30-86-00083.pdf>> Acesso em: 23 de janeiro de 2019.

DUCHIADE, M. P. Poluição do Ar e Doenças Respiratórias: Uma Revisão. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, Vol. 8, n°3, p.311-330, jul./set 1992.

FREITAS, S. S; NÓBREGA, C. C. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Eng Sanit Ambient**, v.19, n.3, p. 293-300, jul./set 2014.

Ecoponto é inaugurado em Sobradinho (DF) para impulsionar a coleta de pneus. Votorantim cimentos, 2016. Disponível em: <<https://www.votorantimcimentos.com.br/noticia/ecoponto-e-inaugurado-em-sobradinho-df-para-impulsionar-coleta-de-pneus/>>. Acesso em: 16, novembro de 2020.

GARBELINE, C. B. *Indústria da mineração e o território: uma análise das fábricas de cimento e o conceito de sustentabilidade*. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília. 321. f. 2020.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (IBRAM). Relatório do Monitoramento da Qualidade do Ar no Distrito Federal 2019. Acesso em <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Monitoramento-Qualidade-do-Ar.pdf> Acesso em:03 de novembro de 2019.

JÚNIOR, A. G. P; BRAGA, A. M. C. B. Trabalho e saúde: a atividade da queima de resíduos tóxicos em fornos de cimenteiras de Cantagalo, Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde coletiva** [online]. Vol.14, n.6, pp.2005-2014, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/08.pdf>> Acesso em: 23 de janeiro de 2019.

JUNIOR, C. J. A; FILHO, J. R. do C; SOUSA, A. L. L. Prevalência de sinais e sintomas respiratórios em população residente próxima a uma fábrica de cimento, Cezarina, Goiás, 2011. **Cad. Saúde Colet.** Rio de Janeiro, Vol. 22, nº 2, p.120-126, 2014.

MARCELLO, G. A. *O uso do cimento e argamassa de Cal na construção civil e riscos prejudiciais à saúde.* Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Monografia de especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, Londrina/PR, 37. f. 2018.

MATTOS, U. A. O; RIBEIRO, F. S. N. Coprocessamento de resíduos químicos e o impacto na saúde do trabalho e no meio ambiente: o caso da indústria de cimento de Cantagalo/RJ. **Anais XVIII ENEGEP Gramado: ABEPRO/ UFRGS,** São Paulo, p. 1-10, 1997

MAURY, M. B; BLUMENSCHNEIN, R. N; Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em Debate** - Brasília, v. 3, n. 1, p. 75-96, jan/jun 2012. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12110/1/ARTIGO_ProducaoCimento_Impacto.pdf> Acesso em: 23 de janeiro de 2019.

MENDES, Guilherme. Conama libera queima de resíduos de agrotóxicos em fornos de cimento. Congresso em Foco, Brasília, 08 de outubro de 2020. Meio Ambiente. Disponível em: [<https://congressoemfoco.uol.com.br/meio-ambiente/conama-resolucao-agrotoxicos/>]. Acesso em: 27 de outubro de 2020.

MILANEZ, B. Co incineração de resíduos industriais em fornos de cimento: problemas e desafios. **IX ENGEMA - ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE**. Curitiba, p. 1-17, 2007.

MILANEZ, B; FERNANDEZ, L. de O; PORTO, M. F. de S. A Co incineração de resíduos em fornos de cimento: riscos para a saúde e o meio ambiente. **Ciência & Saúde coletiva**. Vol.14, N°.6, Rio de Janeiro, p. 2143-2151, dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/21.pdf>> Acesso em: 23 de janeiro de 2019.

OLIVEIRA, V. M. S; PARDO, M. B. L. Fábrica de Cimento Portland: Impactos Ambientais e Gestão de Conflitos Ambientalistas no Bairro América (1975-1984). **Scientia Plena**. Vol. 3, n° 5, p. 124-132, 2007.

Projeto da Votorantim Cimentos é reconhecido como mais inovador na América Latina. Votorantim cimentos, 2016. Disponível em: <<https://www.votorantimcimentos.com.br/noticia/projeto-da-votorantim-cimentos-e-reconhecido-como-mais-inovador-na-america-latina/>>. Acesso em: 16, novembro de 2020.

RIBEIRO, F. S. N; OLIVEIRA, S; REIS, M. M. dos; SILVA, C. R. S da; MENEZES, M. A. C; DIAS, A. E. X de. O. Processo de trabalho e riscos para a saúde dos trabalhadores em uma indústria de cimento. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, Vol.18, n° 5, p.1243-1250, set-out, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.org/pdf/csp/2002.v18n5/1243-1250/pt>> Acesso em: 23 de janeiro de 2019.

SANTI, A. M. M. *CO-INCINERAÇÃO E CO-PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS PERIGOSOS EM FORNOS DE CLÍNQUER: Investigação no maior polo produtor de cimento do País, Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, sobre os riscos ambientais, e propostas para a segurança química*. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos), Faculdade de

Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 249. f. 2003.

SANTI, A. M. M; FILHO, A. O. S. 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 Ambiental e Sociedade - ANPPAS Campinas**, Campinas/ SP, p. 1-18, 2004.

SANTOS, L. B. A indústria de cimento no Brasil: origens, consolidação e internacionalização. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, Vol. 23, nº1, p. 77-94, abr. 2011.

SALATI, Paula; TOOGE, Rikardy. Resolução do Conama que permite queima de embalagens de agrotóxicos em fornos de cimento entra em vigor. G1, Brasília, 09 de outubro de 2020. Agronegócio. Disponível em: [<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2020/10/09/resolucao-do-conama-que-permite-queima-de-embalagens-de-agrotoxicos-em-fornos-de-cimento-entra-em-vigor-entenda.ghtml>]. Acesso em: 27 de outubro de 2020.

SILVA da, A. C; LIMA, F. M de. S. *Estudo de viabilidade econômica para implantação de uma fábrica de cimento*. Projeto de graduação (Graduação Engenharia de produção) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 86. f. 2012.