

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**REJANE AFONSO PRIES**

**RISCOS QUÍMICOS NO PROCESSO DE BLENDAGEM DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS  
PARA COPROCESSAMENTO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2017**

REJANE AFONSO PRIES

**RISCOS QUÍMICOS NO PROCESSO DE BLENDAGEM DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS  
PARA COPROCESSAMENTO**

Monografia apresentada para obtenção do título de especialista no curso de pós graduação em engenharia de segurança do trabalho, Departamento acadêmico de construção civil, Universidade Tecnológica do Paraná UTFPR.

Orientador: Prof. Esp. Antônio Denardi Júnior

**CURITIBA  
2017**

**REJANE AFONSO PRIES**

**RISCOS QUÍMICOS NO PROCESSO DE BLENDAGEM DE RESÍDUOS  
INDUSTRIAIS PARA COPROCESSAMENTO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. Esp. Antônio Denardi Júnior  
Professor do CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2017

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## RESUMO

A destinação de resíduos industriais para a tecnologia de coprocessamento em fornos de cimento é eficaz e comprovada mundialmente pelos seus benefícios ambientais. Entretanto, os resíduos, na maioria das vezes, precisam ser adequados para que a alimentação não cause prejuízos ao processo de produção normal numa cimenteira. Desta forma, empresas de adequação desses resíduos, chamadas de blendeiras, recebem os resíduos na sua forma bruta e os colaboradores dessas empresas são os responsáveis por descarregá-los e manipulá-los até adequação final para sua utilização como substitutos de combustíveis ou matérias-primas nos fornos de cimento. Esses colaboradores podem estar expostos aos mais variados riscos químicos, muitas vezes não mapeados como é o caso dos compostos orgânicos. As análises feitas no recebimento dos resíduos, por seguirem somente legislações ambientais, baseiam-se em metais pesados e análises físicas (granulometria, pH, entre outros) e compostos orgânicos podem estar sendo negligenciados. Há que se considerar ainda o custo elevado para amostras e analisar todos os compostos químicos orgânicos presentes e tóxicos ao trabalhador. Este trabalho teve o objetivo de definir quais os compostos orgânicos mínimos que deveriam ser analisados e aplicar este estudo, escolhendo um composto orgânico representativo em aspectos de saúde e segurança dos trabalhadores para aplicação desta análise em um estudo de caso numa blendeira brasileira avaliando os aspectos de saúde e segurança do trabalho dos operadores desta planta. A importância deste trabalho foi mostrar que há compostos químicos não estudados na manipulação de resíduos industriais, cujos colaboradores podem estar expostos a riscos relacionados à saúde ocupacional e segurança não gerenciados.

**Palavras-chaves:** Resíduos industriais. Riscos químicos orgânicos. Avaliação de riscos.

## ABSTRACT

The disposal of industrial waste to the technology of co-processing in cement kilns is effective and proven worldwide for its environmental benefits. However, the waste most of the time must be adequate so that the feed does not damage the normal production process in a cement plant. In this way, companies of adaptation of this waste, called blenders, receive the waste in its raw form and the employees of these companies are responsible for unloading and handling them until final suitability for their use as substitutes for fuels or raw materials in cement kilns. These employees may be exposed to a wide range of chemical risks, often unmapped, such as organic compounds. The analysis of environmental waste based on heavy metals and physical analyzes (particle size, pH, among others) and organic compounds may be neglected. We must also consider the high cost for samples and analyze all organic chemical compounds present and toxic to the worker. The objective of this study was to define which minimum organic compounds should be analyzed and to apply this study, choosing a representative organic compound in health and safety aspects of the workers to apply this analysis in a case study in a blender in the metropolitan region of Curitiba evaluating the health and safety aspects of the work of the operators of this plant. The importance of this work was to show that there are chemical compounds not studied in the handling of industrial waste, whose employees may be exposed to risks related to occupational health and unmanaged security.

**Keywords:** Industrial waste. Organic chemical risks. Risk assessment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ciclo de vida resíduos coprocessados.....	17
Figura 2 -	Principais pontos de alimentação dos resíduos nos fornos de cimento	18
Figura 3 -	Laudo - parâmetros apontados x resultados das análises.....	32
Figura 4 -	Luvas de neoprene.....	34
Figura 5 -	Macacão TYVEC.....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Resíduos permitidos e não permitidos para coprocessamento.....	15
Quadro 2 -	Parâmetros e limites para aceitação de um resíduo para coprocessamento no Paraná.....	20
Quadro 3 -	Cronograma da metodologia do trabalho.....	22
Quadro 4 -	Dados da planta a ser estudada.....	23
Quadro 5 -	Proposta de compostos orgânicos aromáticos simples presentes nos resíduos.....	26
Quadro 6 -	Proposta de compostos orgânicos aromáticos Policíclicos presentes nos resíduos.....	27
Quadro 7 -	Símbolos de gravidade e sua classificação de perigo e gravidade.....	28
Quadro 8 -	Análise de risco segundo os compostos orgânicos definidos.....	29
Quadro 9 -	Proposta de uso de EPI's para resíduos com compostos orgânicos..	33
Quadro 10 -	Inclusão do fenol como agente químico no PPRA da planta.....	39
Quadro 11 -	Pontuação referente à Probabilidade.....	40
Quadro 12 -	Indicadores para inclusão no PCMSO.....	41
Quadro 13 -	Limites de tolerância para o fenol.....	42

## LISTA DE SIGLAS

ACGHI- *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

ABCP – Associação Brasileira Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

CO – Monóxido de carbono

CEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CSI - Iniciativa de sustentabilidade do cimento

EPI - Equipamento de Proteção individual

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental

FISPQ - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

MET – Ministério do Trabalho e do Emprego

NBR – Norma Brasileira

NR – Norma Regulamentadora

NOX – Dióxido de nitrogênio

PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PEG - Polietilenoglicol

PVC - Policloreto de polivinila

PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SOx – Dióxido de enxofre

PCOPs – Compostos orgânicos perigosos

HCl – Ácido Clorídrico

Cl<sub>2</sub> - Cloro

HF – Ácido Fluorídrico

THC - Hidrocarbonetos totais



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivos Específicos.....	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
3.1	DEFINIÇÃO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS PRESENTES NOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS.....	22
3.2	DADOS DO ESTUDO DE CASO.....	23
3.3	ESCOLHA DO CARGO DO COLABORADOR.....	23
3.4	ESCOLHA DO COMPOSTO ORGÂNICO PARA ESTUDO.....	24
3.5	REVISÃO DO PADRÃO DE EPI'S E CONTROLE.....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>26</b>
4.1	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS ORGÂNICOS PERIGOSOS NOS RESÍDUOS.....	26
4.2	IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS RELACIONADOS À SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL.....	27
4.3	ESTUDO DE CASO E APLICAÇÃO DO ESTUDO.....	32
4.3.1	Revisão do padrão de EPI's e controle.....	33
4.3.1.1	Descontaminação de EPI.....	35
4.3.2	Revisão do plano de emergência.....	36
4.3.3	Revisão do item agentes químicos do PPRA da planta.....	37
4.3.4	Revisão do PCMSO.....	40
4.3.5	Medidas de controle – Proposta.....	42
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Todo processo industrial pode gerar resíduos, e são necessárias ações efetivas de não geração/aproveitamento desses resíduos no processo produtivo. Quando esgotadas essas possibilidades, o resíduo precisa ser destinado para outras tecnologias que podem dar destino final, como o aterro, ou aproveitamento energético como o coprocessamento.

Segundo a norma NBR 10.004 (ABNT, 2004) os resíduos podem ser classificados em perigosos e não perigosos. Resíduos perigosos, geralmente precisam de outra destinação, que pode ser aterro, pirolise ou o coprocessamento através de fornos de cimento, que utilizam os resíduos como fonte alternativa de energia ou matéria-prima (ABCP, 2011).

Os resíduos encaminhados as cimenteiras, na sua grande maioria, não podem ser alimentados nos fornos de forma direta e precisam ser primeiramente manipulados e adequados. Esse trabalho de adequação é realizado por empresas chamadas de blendeiras.

Os parâmetros que identificam todos os compostos químicos presentes nos resíduos podem ser insuficientes nas unidades de blendagem, pois as legislações que regularizam o coprocessamento são leis ambientais, baseadas principalmente em limites para metais pesados. Desta forma, todos os riscos que o trabalhador está exposto podem não estar sendo mapeados de forma suficiente, já que há compostos orgânicos presentes nesses resíduos, podendo ser citados, por exemplo, resíduos oriundos de empresas produtoras de resinas fenólicas, petrolíferas, fertilizantes, entre outros que possuem compostos orgânicos em sua composição.

Neste trabalho, a ideia é indicar os principais compostos químicos orgânicos, presentes nos resíduos e identificar os possíveis riscos químicos relacionados à segurança do trabalhador no processo de recebimento e blendagem para adequação desses resíduos para o processo de coprocessamento.

Para este estudo, serão usados os critérios para a classificação das substâncias químicas presentes nos resíduos baseados na diretiva europeia 1999/45/EC e as

normas regulamentadoras, em especial as normas NR 7, NR 9 e NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O principal objetivo desta monografia é propor melhorias nos aspectos de segurança e saúde do trabalho em uma blendeira de resíduos para coprocessamento.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Indicar os principais compostos orgânicos presentes nos resíduos;
- Identificar os riscos relacionados à segurança e saúde ocupacional no manuseio desses resíduos considerando a presença dos compostos orgânicos definidos;
- Apresentar estudo de caso com um dos compostos orgânicos selecionados, adotar medidas de prevenção e controle para o agente identificado, citando plano de emergência e EPI's e revisar o PPRA e o PCMSO para o agente químico selecionado.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O coprocessamento evoluiu significativamente nos aspectos de meio ambiente, porém nos aspectos de saúde e segurança do trabalhador ainda ha muito a ser estudado principalmente riscos relacionados aos compostos orgânicos presentes nos resíduos. As legislações ambientais brasileiras solicitam para aceite de um resíduo nas plantas de cimento, somente análises de metais pesados e análises físicas como umidade e poder calorífico, desta forma, a análise de compostos orgânicos presentes no resíduo não é feita e, portanto pode não ocorrer mapeamento dessas substâncias ocasionando erros na identificação dos riscos que os trabalhadores estão expostos.

Consequentemente o PPRA e o PCMSO não contemplam todos os riscos de exposição e futuramente há riscos claros de processos trabalhistas e multas aplicados pelo ministério do trabalho.

Embora o coprocessamento no forno elimine quase 100% dos compostos orgânicos e incorpore os inorgânicos na estrutura do clínquer, a importância de se estudar os procedimentos pretéritos aos fornos, ou seja, a manipulação do resíduo até a alimentação no forno justifica o estudo deste trabalho, uma vez que os trabalhadores estão expostos a estes procedimentos.

## 2 REVISÃO BIBLOGRÁFICA

Segundo a norma da ABNT, NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são aqueles que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, lodos e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

A norma ABNT NBR 10.004:2004, classifica os resíduos em três categorias:

- Classe I - Resíduos perigosos
- Classe II A- Resíduos não inertes
- Classe II B - Resíduos inertes

Para fins de classificação de resíduos industriais, há as seguintes normas, a NBR 10004 (ABNT, 2004) para a classificação de resíduos, a ANTT 5.232 (2016) para o transporte de produtos perigosos, as NBR 11.174 (ABNT, 1990) e NBR 12.235 (ABNT, 1992) para o armazenamento temporário de resíduos classe II A e B e classe I, respectivamente, assim como as Normas Regulamentadoras, em especial as NR7, NR9 e NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Todas as indústrias estão se tornando cada vez mais eficientes no que se refere ao uso e reuso e à reciclagem de matérias-primas, de energia e de resíduos. Porém, alguns resíduos contaminados com determinados compostos químicos, chamados de resíduos perigosos precisam de outra destinação que não seja a reciclagem. Essa destinação pode ser aterro, incineração ou o coprocessamento de resíduos em fornos de cimento. O coprocessamento utiliza os resíduos como fonte alternativa de energia pela substituição do combustível principal ou também substituindo parte da matéria-prima (ABCP, 2011).

A importância do coprocessamento deve-se ao fato de que, ao se utilizarem resíduos e/ou subprodutos como combustíveis, reduzem-se as quantidades 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. A utilização de resíduos e/ou subprodutos em fornos de cimento diminui ainda a demanda por locais para aterros e incineradores e reduz os impactos ambientais, incluindo a poluição potencial do lençol freático e a geração de metano e de cinzas perigosas. Os fornos de cimento podem ser utilizados para recuperação de energia de diversos resíduos não-perigosos tais como pneus e biomassas, assim como de resíduos perigosos (borras oleosas, borras de tinta, solos contaminados com hidrocarbonetos, entre outros). Em alguns países (Noruega, Suíça e Japão são exemplos), os fornos de cimento têm um papel importante no gerenciamento e na disposição de resíduos perigosos (AFONSO, 2006).

O termo coprocessamento, já consagrado no Brasil entre os setores envolvidos, expressa a integração de dois processos em um, mais especificamente a utilização da manufatura industrial de um produto a altas temperaturas em fornos, fornalhas ou caldeiras, para a destruição de resíduos industriais. No caso particular da indústria de cimento, coprocessamento significa a produção de clínquer Portland concomitante à queima de resíduos industriais no sistema forno (MARINGOLO, 2001).

As primeiras experiências com a queima de resíduos em fornos de produção de clínquer portland (KIHARA, 2015) foram realizadas com sucesso na década de 70. De 1974 a 1976, a fábrica de cimento Saint Lawrence, no Canadá, fez testes para avaliar a eficiência de destruição de resíduos clorados em fornos via úmida. Na Europa, a França realizou os primeiros testes em 1978, na Ciment Français (Desvres), e no mesmo ano registraram-se experimentos também com resíduos clorados na Suécia, na fábrica Stora-Vika. Em 1979, o grupo Lafarge iniciou as atividades de coprocessamento nos Estados Unidos, na fábrica de Paulding, Ohio (KIHARA, 2015).

No Brasil, as atividades de coprocessamento de resíduos industriais iniciaram-se na década de 1990, no Estado de São Paulo, estendendo-se posteriormente para o Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (ABCP, 2016).

O inventário de coprocessamento realizado em 2015, com levantamento de dados relativos a 2014, mostra um panorama da atividade. Em 2014, das 60 plantas integradas que possuíam fornos rotativos para a produção de clínquer, 37 delas

estavam licenciadas para o coprocessamento de resíduos, representando 62% do parque industrial brasileiro de produção de cimento (ABCP, 2016).

O volume coprocessado no Brasil, no ano de 2014 foi acima de 800.000 toneladas de resíduos nos fornos e fábricas licenciadas. O potencial de coprocessamento de resíduos industriais em fornos de cimento avaliado pela ABCP é de, aproximadamente, 1,5 milhão de t/ano, ou seja, o dobro dos valores atuais (ABCP, 2016).

O CONAMA 264/99 é a legislação que orienta as questões de coprocessamento e estabelece que o pessoal envolvido com a operação das unidades de mistura, pré-condicionamento e coprocessamento de resíduos deverá receber, periodicamente, treinamento específico com relação ao processo, ao manuseio e à utilização de resíduos, bem como sobre procedimentos para situações emergenciais e anormais durante o processo, e que os resíduos a serem recebidos pela unidade de mistura e/ou pela instalação responsável por sua utilização sejam previamente analisados para determinação de suas propriedades físico-químicas e registro das informações relativas ao resíduo (AFONSO, 2006).

O CONAMA 264/99 indica quais os resíduos que podem ser coprocessados e os proibidos para coprocessamento. O Quadro 1 exemplifica esses resíduos.

<b>RESÍDUOS PERMITIDOS</b>	<b>RESÍDUOS NÃO PERMITIDOS</b>
Borras oleosas	Radioativos
Borras de tinta	Explosivos
Solventes, óleos e graxas contaminados	Hospitalares
EPI's, estopas, panos e papéis contaminados	Domésticos brutos
Resíduos da indústria química	Pesticidas
Lodos industriais	Organoclorados
Sólidos diversos contaminados	Resíduos com alto teor de cloro
Solos contaminados	Ascarel
Pneus, entre outros	-

Quadro 1 - Resíduos permitidos e não permitidos para coprocessamento.  
Fonte: Adaptado de CONAMA 264 (1999).

Alguns estados brasileiros, como Minas, Gerais, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul possuem instruções normativas próprias que também regulam as taxas de emissões e alguns parâmetros operacionais adicionais a CONAMA 264/1999 (AFONSO, 2006).

Os principais produtores de cimento mundial participantes da Iniciativa de Sustentabilidade do Cimento definiram e publicaram, em 2005, um manual de boas práticas para a seleção de combustíveis e matérias-primas, o *Guidelines for the selection and use of fuels and raw materials in the cement manufacturing process*, no qual está inserido o coprocessamento (CSI, 2016).

Mesmo considerando todos os parâmetros do CONAMA 264/99, algumas legislações estaduais que possuem leis específicas para resíduos destinados a coprocessamento e a própria NBR 10.004, os parâmetros que identificam todos os compostos químicos presentes nos resíduos podem ser insuficientes e gerar dúvidas nas unidades cimenteiras e nos responsáveis pelas plantas de coprocessamento nessas unidades, principalmente nos quesitos de segurança do trabalhador (MONTENEGRO, 2006).

Segundo Sevá- Filho e Santi (2003), o sistema de coprocessamento de resíduos pode ser representado por quatro fases:

- I) Geração do resíduo;
- II) Transporte do resíduo da fonte geradora até a fábrica de cimento ou unidade de pré-tratamento ou mistura;
- III) Preparação da mistura de resíduos (*blends* ou misturas);
- IV) Fabricação e despacho do cimento.



O ciclo de vida do coprocessamento segundo Figura 1 a seguir, pode ser feito em 9 etapas:



Figura 1 - Ciclo de vida resíduos coprocessados.

Fonte: MONTENEGRO (2006).

Cada uma das etapas, mostradas na Figura 1, desde o carregamento no gerador, transporte, alimentação, destruição e a “reciclagem” através da utilização do cimento na construção civil e a reutilização da construção civil no coprocessamento e em outras fontes mostra a sustentabilidade do processo de coprocessamento.

Segundo trabalho anterior (AFONSO, 2006), um exemplo dos principais pontos de alimentação de resíduos industriais em fornos de cimentos pode ser identificado na Figura 2, a seguir.

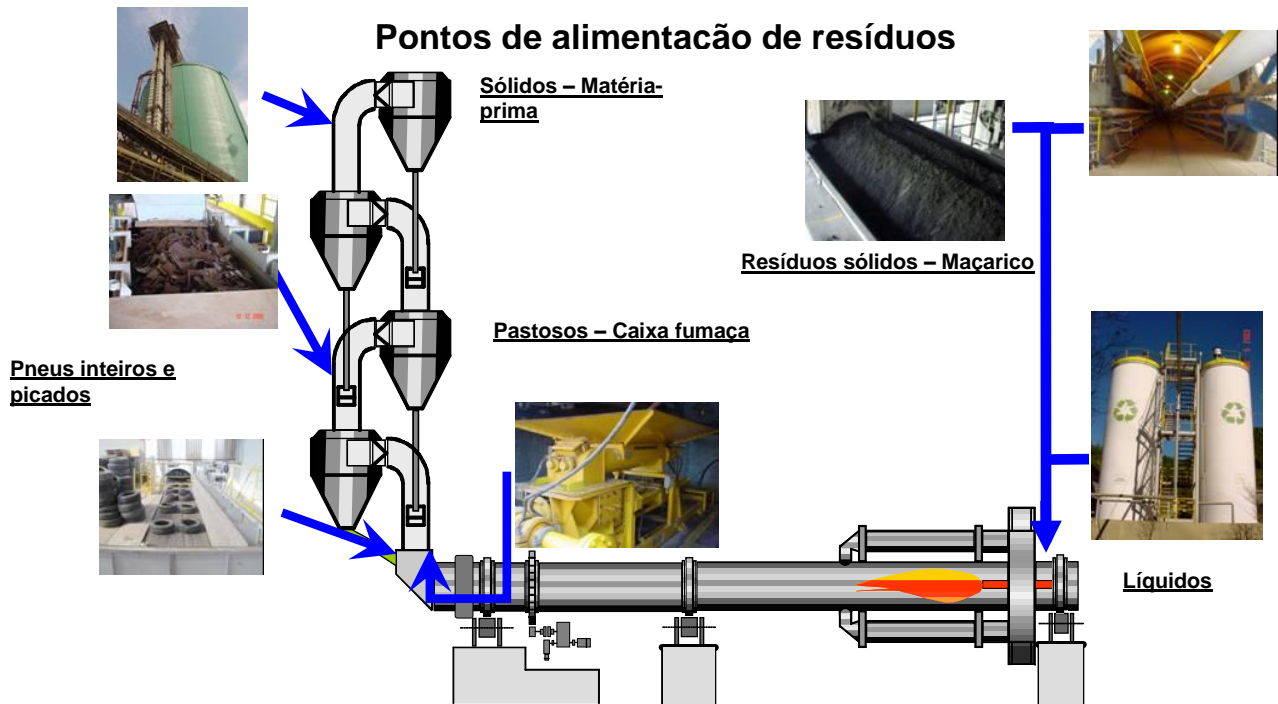


Figura 2 - Principais pontos de alimentação dos resíduos nos fornos de cimento.  
Fonte: AFONSO (2006).

A segurança do coprocessamento, relacionada à destruição total e definitiva dos resíduos pode ser verificada pelas principais vantagens:

- Complexo sistema de filtração de gases;
- Matérias-primas em contracorrente com os gases de exaustão;
- turbilhonamento favorece a incorporação das cinzas ao clínquer;
- Ambiente alcalino;
- Altas temperaturas 1.450 – 2.000 °C;
- Alta permanência dos gases 4 - 6 seg. e do material até 35 min.;
- Forno e chaminé monitorados 'on line' 24 horas por dia;
- Incorporação das cinzas pelo clínquer.

Todas essas vantagens fazem do coprocessamento a forma mais definitiva e eficaz de destruição térmica de resíduos industriais.

## **Aspectos Ambientais do Coprocessamento**

A Resolução 264/1999 estabelece os procedimentos para o monitoramento ambiental, a serem seguidos após aprovação do Teste de Queima e subsequente licenciamento da instalação. Os seguintes parâmetros deverão ser monitorados de forma contínua: pressão interna, temperatura dos gases do sistema forno e na entrada do precipitador eletrostático, vazão de alimentação do resíduo, material particulado, O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, e/ou THC quando necessário. De forma não contínua devem ser monitorados os seguintes parâmetros: SO<sub>x</sub>, PCOPs, HCl/Cl<sub>2</sub>, HF e as mesmas substâncias inorgânicas que foram monitoradas no Teste de Queima (CONAMA, 1999).

## **Licenciamento Ambiental do coprocessamento**

### NACIONAIS:

- CONAMA 264/1999 - Regulamenta o coprocessamento em fornos de clínquer
- Política nacional de resíduos sólidos- lei federal 12.305/2010
- Instrução normativa n ° 1 do IBAMA 25 Jan/2013

### ESTADUAIS:

- MG: COPAM 154 Ago/2010
- RS: FEPAM portaria 016/2010
- PR: CEMA 076/2009 em processo de revisão
- SP: CETESB P4.203/dez 203

A legislação CEMA 76/2009 cita os parâmetros necessários para a aceitação de um resíduo para coprocessamento, segundo artigo 3º, inciso XI da resolução supracitada:

<b>Parâmetro químico</b>	<b>Concentração máxima permitida em mg/Kg</b>
Cádmio+ Mercúrio + Tálho	< 200 mg/kg
Mercúrio	< 10 mg/kg
Arsênio+ Cobalto + Níquel+ Selênio + Telúrio	< 5000 mg/kg
Selênio	< 100 mg/Kg
Cromo	< 5000 mg/kg
Chumbo	< 5000 mg/kg

Quadro 2 - Parâmetros e limites para aceitação de um resíduo para coprocessamento no Paraná.  
Fonte: CEMA 76 (2009).

### **Aspectos de saúde e segurança ocupacional**

Considerada a variabilidade do processo produtivo e dos resíduos que chegam na planta de cimento, os procedimentos de avaliação dos riscos para novos resíduos e monitoramento das exposições, na forma em que são realizados na atualidade, são inadequados tecnicamente e necessitam ser reformulados com base em fundamentação teórica consistente (TRIVELATO, 2003).

No que se refere à legislação de proteção da saúde dos trabalhadores e da população em geral, segundo informação de Trivelato (2003) é importante destacar as prescrições contidas na Lei Orgânica da Saúde Nº. 8.080/90. Na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), as normas regulamentadoras (NR) da Portaria 3214/78, do Ministério do Trabalho, detalham e complementam as exigências estabelecidas no

capítulo V da CLT, estabelecendo os parâmetros fundamentais para a proteção da saúde dos trabalhadores. Entretanto, não existe uma norma regulamentadora específica para a atividade de coprocessamento de resíduos, e a variabilidade intrínseca ao processo produtivo dificulta a adaptação das normas existentes.

Não há atualmente legislação específica para saúde e segurança do trabalhador na área de coprocessamento (MONTENEGRO, 2006).

### 3 METODOLOGIA

A fim de atingir os objetivos supracitados, a metodologia deste estudo seguiu alguns passos conforme destacado abaixo e executados de acordo com o apresentado no Quadro 3:

Etapa I: Determinação via revisão bibliográfica dos compostos químicos orgânicos mais importantes e perigosos contidos nos resíduos;

Etapa II: Estudo de caso – Blendeira no Brasil;

Etapa III: Escolha do cargo do colaborador da blendeira a ser estudado;

Etapa IV: Escolha do composto químico orgânico a ser estudado;

Etapa V: Aplicação das revisões do plano de emergência da planta, EPI's, PPRA e PCMSO com a inclusão do composto orgânico escolhido.

<b>Etapas do trabalho</b>	<b>Outubro/2016</b>	<b>Novembro/2016</b>	<b>Dezembro/2016</b>	<b>Janeiro/2017</b>
i	x			
ii	x	x	X	
iii		x		
iv		x		
v			X	x

Quadro 3 – Cronograma da metodologia do trabalho.  
Fonte: O autor (2017).

#### 3.1 DEFINIÇÃO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS ORGÂNICOS PRESENTES NOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS

A partir da avaliação da lista holandesa (AFONSO, 2006) de compostos orgânicos perigosos e das fichas químicas para compostos orgânicos da CETESB (AFONSO, 2006), foram definidos por método de escolha quais seriam os compostos orgânicos mínimos, de acordo com sua periculosidade e exposição ao trabalhador.

### 3.2 DADOS DO ESTUDO DE CASO

Os dados do Quadro 4 referem-se a blendeira do estudo de caso deste trabalho.

<b>Razão Social</b>	Blendeira A de resíduos para coprocessamento
<b>Números de funcionários</b>	Mais de 20
<b>Produção mensal ( ton/mês)</b>	Cerca de 3.500 ton/mês de bends de resíduos produzidos entre pastosos, líquidos e sólidos triturados.
<b>Matérias primas t/ano</b>	Resíduos industriais líquidos, pastosos e sólidos
<b>Porte do empreendimento</b>	Médio
<b>Turnos de trabalho</b>	3 turnos
<b>Sistema de operação da planta</b>	Segunda a sexta: 24 horas e aos Sábados opera até as 23 horas
<b>Tempo de trabalho</b>	6 horas/dia

Quadro 4 - Dados da planta a ser estudada.  
Fonte: Blendeira A (2016).

Cada colaborador trabalha 6 horas/turno, sendo que o tempo de exposição de cada funcionário é de 6 horas de trabalho, justamente por estarem operando em turnos.

A planta em questão recebe os resíduos, realiza o descarregamento e seu armazenamento bem como manipulação através de equipamentos e máquinas que beneficiam o resíduo através de trituração e mistura ate conseguir o *blend* (mistura) ideal para encaminhar aos fornos de cimento e realizar o coprocessamento.

### 3.3 ESCOLHA DO CARGO DO COLABORADOR

Cargo definido: Ajudante de produção. A escolha deste cargo para análise foi determinada pela tipologia das atividades executadas e também pelo tempo de exposição desses colaboradores aos resíduos. Em média, o ajudante de produção trabalha 6 horas/dia em turnos de trabalho. Das atividades feitas por ele, destacam-se:

- Desenvase dos resíduos que chegam em tambores (abrir tambores);

- Coletar amostra dos tambores, materiais que chegam a granel na planta (líquidos, pastosos e sólidos) e também da mistura de resíduos já pronta para envio ao forno;
- Seguir o cronograma da receita do mix de resíduo no dia – Diariamente são elaborados lotes através de um balanço de massa compondo quais resíduos serão misturados para envio do *blend* ao forno para coprocessamento;
- Elaborar o *blend* – Via pá carregadeira ou de forma manual em alguns casos;
- Limpeza da área de produção.

O ajudante de produção passa as suas 6 horas de trabalho exposto aos mais diversos riscos de agentes químicos presentes nos resíduos e inerentes a atividade. Há outros riscos de exposição, físicos e ergonômicos que não serão abordados neste trabalho.

### 3.4 ESCOLHA DO COMPOSTO ORGÂNICO PARA ESTUDO

Dos compostos orgânicos selecionados e apresentados neste estudo, foi escolhido, em comum acordo com a gerência da blendeira, o composto fenol. O critério adotado para a escolha do composto orgânico fenol foi devido ao volume de resíduos recebidos de indústrias químicas que trabalham com produtos a base de fenol que podem chegar a 15% dos resíduos recebidos na planta e o total desconhecimento sobre as concentrações de fenol nesses resíduos.

Quando se trabalha com resíduos químicos, que na verdade são fontes residuais de processos cujas quantidades variam muito, não há uma regra clara a esse respeito, ou seja, pode-se chegar à planta concentrações das mais variadas possíveis justamente por se tratar de resíduo e não de produto com controle de qualidade adequado.



### 3.5 REVISÃO DO PADRÃO DE EPI'S E CONTROLE

A escolha dos Equipamentos de Proteção Individual deve ser baseada nas necessidades, riscos intrínsecos das atividades e as partes do corpo a serem protegidas seguindo sempre as normas regulamentadoras.

De acordo com as normas no Ministério do Trabalho e Emprego, é preciso utilizar o Equipamento de Proteção Individual quando o trabalhador lida com determinados agentes químicos.

Conforme o disposto na Norma Regulamentadora NR 9 (BRASIL, 2017c), consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Segundo a Norma Regulamentadora NR15, (BRASIL, 2017d) agentes químicos que acarretam a caracterização de insalubridade, deverão ser eliminados ou neutralizados pelo uso de Equipamento de Proteção Individual adequado ao risco gerado pelo agente químico.

Compostos com hidrocarbonetos e carbonos no geral, listados na NR 15, (BRASIL, 2017d) deverão ser mapeados de forma a encontrar os EPI's adequados para eliminar e/ou neutralizar esses efeitos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS ORGÂNICOS PERIGOSOS NOS RESÍDUOS

Não há legislação específica no Brasil que identifica quais compostos orgânicos deverão ser analisados para que um resíduo seja aceito para coprocessamento, por avaliar-se somente aspectos ambientais (após entrada no forno o material orgânico é 99,999% destruído). Entretanto, considerando a saúde e segurança do trabalhador que manipula e alimenta esse resíduo, faz-se necessário conhecer quais orgânicos são perigosos e tomar as medidas necessárias para controle e prevenção.

Para este trabalho, escolheu-se listar compostos orgânicos listados na lista holandesa, promulgada pelo Ministério do meio ambiente Holandês e também nas fichas químicas da CETESB (AFONSO, 2006).

Assim, partindo dos parâmetros citados por esses órgãos, a proposta de identificação considerando principais compostos que devem ser avaliados é a que consta nos quadros 5 e 6:

<b>Compostos orgânicos aromáticos</b>	<b>Substância</b>
Compostos Aromáticos simples	Benzeno
	Tolueno
	Etilbenzeno
	Xileno
	Fenol
	Creosol
	Resorcinol
	Hidroquinona

Quadro 5 - Proposta de compostos orgânicos aromáticos simples presentes nos resíduos.  
Fonte: O autor (2017).

O quadro 5 mostra quais compostos orgânicos aromáticos simples, ou seja, compostos com somente um anel benzênico em sua composição, escolhidos para compor a lista de parâmetros para as análises químicas preliminares dos resíduos.

Para compostos com mais de um anel aromático, chamados de compostos aromáticos policíclicos, pode-se considerar os compostos listados no quadro 6.

<b>Compostos orgânicos aromáticos Policíclicos</b>	<b>Substância</b>
Compostos Aromáticos Policíclicos	Naftaleno
	Fenantreno
	Fluorantreno
	Benzo ( a) antraceno
	Crizeno
	Benzo ( k) fluorantreno
	Benzo ( a) Pireno
	Benzo ( g,h,i) perileno
	Antraceno
	Indeno (1, 2, 3 cd) pireno
	PAH ( hidrocarbonetos policíclicos totais)

Quadro 6 - Proposta de compostos orgânicos aromáticos Policíclicos presentes nos resíduos.  
Fonte: O autor (2017).

Os compostos orgânicos citados nos quadros 5 e 6 são os compostos químicos propostos que deverão ser analisados antes do recebimento de qualquer resíduo na planta de cimento para coprocessamento.

#### 4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS RELACIONADOS À SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL

Após identificar quais compostos orgânicos mínimos necessários para análise antes do recebimento de resíduos nas plantas de blendagem para coprocessamento o próximo passo é verificar a periculosidade relacionada a segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores expostos aos riscos.

Para isso, faz-se necessário um estudo preliminar referente a classificação de riscos e perigos com a simbologia a ser adotada para elaborar a análise de risco específica para este estudo, que trata de agentes químicos orgânicos e sua periculosidade e riscos com a saúde do trabalhador.

Os avaliadores de risco ou gravidade, expostos no quadro 7, através de símbolos, referem-se a categorias de efeito e perigo aos quais cada um dos agentes químicos orgânicos citados pode causar na saúde humana. Cada um dos símbolos representa essa classificação de perigo. Os símbolos e indicações de perigo que devem ser utilizados são: Corrosivo: (C); Explosivo: (E); Comburente: (O); Inflamável: (F); Tóxico: (T) e muito tóxico T+; Nocivo: (Xn); Irritante: (Xi); Perigoso para o meio ambiente: (N).

A classificação do efeito e perigo, indicando a simbologia do agente químico pode ser verificada no quadro 7:

Classificação do Efeito	Efeito	Classificação de perigo	Símbolo
Risco á saúde Humana	Agudos letais	Muito Tóxico	T+
		Toxico	T
		Nocivo	Xn
	Irreversíveis não letais após única exposição	Muito tóxico	T+
		Toxico	T
		Nocivo	Xn
	Graves a saúde em caso de exposição prolongada	Toxico	T
		Nocivo	Xn
	Sensibilizantes	Nocivo	Xn
		Irritante	Xi
	Carcinogênicos	Carc. Cat 1 e 2	T
			Xn
	Mutagênicos	Mut. Cat. 1 e 2	T
			Xn
	Tóxicos para a Reprodução	Rep Cat 1 e 2	T
Rep cat 3		Xn	
Perigo por aspiração	Nocivo	Xn	

Quadro 7 - Símbolos de gravidade e sua classificação de perigo e gravidade.  
Fonte: Adaptado de European Waste Catalogue (2000).

A partir desta classificação e utilizando as fichas químicas (FISPQ) de cada uma das substâncias encontradas e pelo estudo dessas substâncias segundo o *European Chemical Bureau* chegou-se em uma proposta de análise de risco para os compostos orgânicos apontados neste trabalho. Segue análise de risco abaixo, segundo quadro 8 apresentado na sequência.

<b>Agente Químico</b>	<b>Perigo/Fator de Risco</b>	<b>Medidas de Segurança</b>	<b>Indicadores de Perigo/Gravidade</b>
Benzeno	- Nocivo por inalação; - Pode causar Sensibilização e em contato com a pele.	- Usar vestuário de proteção e luvas adequadas; - Usar equipamento respiratório adequado; - Em caso de ingestão acidental procurar médico imediatamente.	Xn
Xileno	- Inflamável - Nocivo por inalação e em contato com a pele; - Irritante para a pele.	- Evitar contato com os olhos; - Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	X
Estireno	- Inflamável; - Nocivo por inalação; - Irritante para olhos e pele.	- Não respirar os gases/vapores/fumos/aerosóis - Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	Xn
Etilbenzeno	- Facilmente inflamável; - Nocivo por inalação.	- Evitar o contato com a pele e olhos - Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	F; Xn
Antraceno	- Facilmente inflamável; - Perigoso para a pele e olhos.	- Evitar contato com o produto sólido e em pó - Evitar o contato com a pele e olhos; Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	F; Xn
Benzo(a)antraceno	Carcinogênico	- Evitar a exposição; - Obter instruções específicas antes da utilização; - Em caso de acidente consultar imediatamente o médico.	T

Quadro 8 - Análise de risco segundo os compostos orgânicos definidos.  
Fonte: Adaptado de European Chemical Bureau (2000); AFONSO (2006).

<b>Agente Químico</b>	<b>Perigo/Fator de Risco</b>	<b>Medidas de Segurança</b>	<b>Indicadores de Perigo/Gravidade</b>
Benzo ( a) Pireno	-Carcinogênico; - Pode causar alterações genéticas hereditárias; - Pode comprometer a fertilidade; - Riscos durante a gravidez; - Pode causar sensibilização em contato com a pele.	- Evitar a exposição; - Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	T
Criseno	-Carcinogênico; -Possibilidade de efeitos irreversíveis.	- Evitar a exposição - Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	T
Fenantreno	Carcinogênico	-Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular .	T
Benzo(g,hi) Perileno	Carcinogênico	- Usar vestuário e luvas de proteção adequados;	T
Benzo(k) Fluorantreno	Carcinogênico	- Usar vestuário adequado de proteção ocular e facial, luvas	T
Indeno (1, 2, 3 cd) pireno	-Possibilidade de efeitos cancerígenos; - Provoca danos aos olhos.	- Não inalar; - Usar vestuário adequado de proteção ocular e facial, luvas.	T
Naftaleno	- Nocivo por ingestão; - Possibilidade de efeitos cancerígenos.	- Usar vestuário e luvas de proteção; - Usar proteção respiratória e ocular.	Xn
Creosol	- Tóxico por inalação, em contato com a pele e por ingestão; - Provoca queimaduras.	- Usar vestuário e luvas de proteção adequados; - Usar proteção respiratória e ocular.	T

Quadro 8 - Análise de risco segundo os compostos orgânicos definidos.  
Fonte: Adaptado de European Chemical Bureau (2000); AFONSO (2006).

<b>Agente Químico</b>	<b>Perigo/Fator de Risco</b>	<b>Medidas de Segurança</b>	<b>Indicadores de Perigo/Gravidade</b>
Hidroquinona	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nocivo por ingestão;</li> <li>-Possibilidade de efeitos cancerígenos;</li> <li>- Risco de lesões oculares graves</li> <li>-Pode causar sensibilização em contato com a pele.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar vestuário de proteção, luvas e equipamento protetor para olhos/face adequados.</li> </ul>	Xn
Fenol	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tóxico por inalação, em contato com a pele e por ingestão;</li> <li>- Provoca queimaduras;</li> <li>-Nocivo, riscos de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contato com pele e por ingestão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar vestuário de proteção, luvas e equipamento protetor para olhos/face adequados;</li> <li>- Em caso de acidente procurar atendimento médico e indicar o uso do fenol.</li> </ul>	T; C
Resorcinol	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nocivo por ingestão;</li> <li>- Irritante para olhos e pele.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar vestuário e luvas de proteção adequados;</li> <li>- Usar proteção respiratória e ocular.</li> </ul>	Xn
Fluorantreno	Carcinogênico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar vestuário e luvas de proteção adequados;</li> <li>- Usar proteção respiratória e ocular.</li> </ul>	T

Quadro 8 - Análise de risco segundo os compostos orgânicos definidos.  
 Fonte: Adaptado de European Chemical Bureau (2000); AFONSO (2006).

Ao avaliar-se o quadro 8, percebe-se que os trabalhadores estão expostos a riscos que poderiam não estar sendo apontados na avaliação dos riscos e perigos. Novamente cita-se a importância desse mapeamento para apontar os riscos e a partir disso definir medidas de prevenção na planta para diminuir e controlar a exposição dos trabalhadores.

#### 4.3 ESTUDO DE CASO E APLICAÇÃO DO ESTUDO

O primeiro passo é realizar laudos de caracterização desses resíduos, indicando os compostos orgânicos.

A figura 3 apresenta um laudo de caracterização de um resíduo recebido na planta de blendagem.

PARÂMETRO	RESULTADO	V.M.P	UNIDADE	EXPRESSO
Óleos e Graxas	2,86	5	%	-
pH	3,8	≥2 ou ≤12,5	UpH	-
Umidade	5,96	-	%	-
Líquidos Livres	0	-	mL/100g	-
Benzeno	ND	-	mg/Kg	-
Tolueno	ND	-	mg/Kg	-
Xilencs	ND	-	mg/Kg	-
Etilbenzeno	ND	-	mg/Kg	-
<b>PAH</b>				
Acenaftileno	0,996	-	mg/Kg	-
Acenafteno	27,803	-	mg/Kg	-
Antraceno	93,991	-	mg/Kg	-
Benzo-a-antraceno	76,786	-	mg/Kg	-
Benzo (a) pireno	59,606	-	mg/Kg	-
Benzo (b) fluoranteno	77,243	-	mg/Kg	-
Benzo (g,h, i) perileno	19,645	-	mg/Kg	-
Benzo (k) fluoranteno	26,306	-	mg/Kg	-
Criseno	77,523	-	mg/Kg	-
Dibenzo (a, h) antraceno	6,79	-	mg/Kg	-
Fluoranteno	297,616	-	mg/Kg	-
Fluoreno	12,042	-	mg/Kg	-

Figura 3 – Laudo químico de parâmetros apontados x resultados das análises  
Fonte: Documento interno (2016).

O laudo mostra claramente a presença de 12 compostos orgânicos, citados na lista deste trabalho, e que apresentam riscos a segurança e saúde do trabalhador provando que é necessário fazer uma análise de risco completa, contando com todos os compostos orgânicos perigosos a saúde e segurança do trabalhador.



#### 4.3.1 Revisão do padrão de EPI's e controle

A partir da análise realizada das normativas referentes aos EPI's que devem ser utilizados para o manuseio do composto escolhido nesse estudo de caso, a revisão dos EPI's no para o cargo de ajudante de produção segue quadro apresentado a seguir.

O Quadro 9 apresenta quais os EPI's utilizados e a avaliação, segundo exposição aos produtos orgânicos presentes nos resíduos:

<b>Classificação de acordo com a proteção</b>	<b>Proposta de EPI</b>
Proteção cutânea	Óculos ampla visão
Proteção Respiratória	Mascara facial com filtro orgânico
Proteção cutânea	Calçado de segurança do tipo bota de PVC
	Capacete de segurança aba frontal classe B
	Luva de neoprene Punho 20 cm
	Macacão Tyvec Teflon

Quadro 9 - Proposta de uso de EPI's para resíduos com compostos orgânicos.  
Fonte: O autor (2017).

Como mencionado anteriormente, não há controle específico das concentrações de fenol na saída do resíduo da planta e desta forma, a escolha dos EPI's foi indicada considerando-se concentrações acima de 5% no resíduo.

As Figuras 4 e 5 demonstram exemplos dos tipos de EPI's a serem utilizados nessas plantas pelos colaboradores.



Figura 4 – Luvas de neoprene indicadas para trabalhos com resíduos a base de fenol.  
Fonte: DALMORO (2017).



Figura 5 – Macacão TYVEC para trabalhos com resíduos a base de fenol.  
Fonte: SUPEREPEI (2017).

As principais mudanças propostas foram na escolha da luva de látex para neoprene e na escolha da máscara, levando-se em conta o tempo de exposição bem como a concentração de gases no local. Porém, como se trabalha com resíduos e esses não têm um padrão de chegada na planta, e tomando como premissa que em caso de dúvida ou desconhecimento do grau de exposição e/ou da contaminação a que o trabalhador estará exposto sempre deverão ser utilizados EPI's de proteção máxima, desta forma adotou-se a máscara montada com cartucho por ser a mais indicada para

maiores concentrações desses vapores orgânicos atingindo assim a neutralização necessária.

Os óculos de segurança ampla visão, selecionado para evitar respingos durante o manuseio e alimentação do material, deverão ser utilizado em situações de manutenção dos equipamentos e desentupimentos.

Após a revisão de EPI's, faz-se necessário a adoção de alguns itens de segurança relacionados ao uso, descarte dos EPI's, lavagem dos mesmos para reutilização.

#### 4.3.1.1 Descontaminação de EPI

Para que um EPI possa ser considerado reutilizável, esse deve ser descontaminado e armazenado de forma segura entre cada utilização do colaborador. Desta forma, destaca-se alguns pontos que deverão ser utilizados na confecção/revisão dos procedimentos de segurança da planta do estudo, quanto ao uso e descontaminação dos EPI's, segundo Rodhia (2015 e 2017).

- 1) Todos os EPIs reutilizáveis devem sempre ser enxaguados depois de serem utilizados. Citando os EPI's reutilizáveis:
  - a. Luvas
  - b. Máscaras – Lavadas após uso diário, retirando os cartuchos para a lavagem.
  - c. Botas
  - d. Uniforme sob o macacão
  - e. Capacete

#### 4.3.2 Revisão do plano de emergência

O Plano de Emergência tem por objetivo atender a qualquer situação anormal que envolva vítimas, danos materiais ou afete ao meio ambiente, onde as ações tomadas devem interromper ou minimizar os danos pela ação daqueles que estão juntos ou próximos da emergência. Abandonar a área de operação o mais rápido possível, observando as rotas de fuga determinadas, para evitar riscos à vida humana em caso de sinistros.

Com a inclusão de novos agentes químicos na planta de blendagem, faz-se necessária uma revisão no plano de emergência para que o risco com o fenol seja contemplado.

Considerando o agente químico orgânico fenol, a revisão no plano de emergência para casos de acidentes, derramamentos deverá contemplar vários pontos importantes. Os itens abaixo foram baseados na FISPQ referente ao composto do fenol da empresa Rhodia (RHODIA, 2015 e RODHIA, 2017), referente ao fenol. Os itens considerados importantes para revisão do plano de emergência são:

- 1) EPI : Usar óculos de segurança, luvas de neoprene e avental.
- 2) Em caso de exposição da pele: Entrar num chuveiro de segurança. Remover ou cortar todas as roupas contaminadas.
- 3) Em caso de exposição dos olhos: Lavar com grandes quantidades de água por 30 minutos. Manter as pálpebras abertas para garantir a remoção completa do composto químico. Acionar emergência médica.
- 4) Queimaduras: Lavar com sabão suave e utilizar bastante água no local. Aplicar PEG 300 ou 400 na pele queimada por 10 minutos ou até que não haja mais odor de fenol perceptível. Cobrir as queimaduras com bandagens estéreis secas.

#### 4.3.3 Revisão do item agentes químicos do PPRA da planta

O PPRA – Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais está regulamentado pela NR 9 (Portaria 3214/78) e faz parte de um conjunto de medidas mais amplas contidas nas demais normas regulamentadoras.

Segundo NR 9, que versa sobre o PPRA é um programa de gerenciamento de riscos ambientais que tem por objetivo a prevenção da saúde e integridade de todos os trabalhadores da empresa. Através da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle de riscos existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho. (BRASIL, 2017c).

O item 9.3 da norma NR 9, (BRASIL, 2017c) o PPRA deverá incluir as seguintes etapas:

- a) Antecipação e reconhecimento dos riscos;
- b) Estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle;
- c) Avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores;
- d) Implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia;
- e) Monitoramento da exposição aos riscos;
- f) Registro e divulgação dos dados.

A antecipação, segundo item da NR 9 9.3.2, (BRASIL, 2017c), deverá envolver a análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos de trabalho, ou de modificação dos já existentes, visando a identificar os riscos potenciais e introduzir medidas de proteção para sua redução ou eliminação. O item 9.3.3 da norma NR 9, informa da importância de se determinar e localizar as possíveis fontes geradoras, e os meios de propagação dos agentes no ambiente. Desta forma, a partir destes itens da norma a introdução dos agentes químicos orgânicos faz-se necessária no PPRA da planta.

Considerando o estudo de caso deste trabalho, bem como o composto químico escolhido, fenol, no item agentes químicos, do PPRA da planta em questão, precisa ser incluso o cargo de ajudante de produção e esse agente químico não mapeado.

A partir da própria definição de PPRA, e com a identificação de que há compostos orgânicos não mapeados anteriormente, mas que podem compor a composição química dos resíduos recebidos pela planta de blendagem, conforme comprovado neste trabalho, faz-se necessária a revisão do PPRA da planta.

Segue abaixo, inclusão do fenol como agente químico no PPRA da planta:

Agente	Perigo / Fator de risco	Possível Dano	Padrões legais / Limite de exposição	Fontes Geradoras	Controles existentes e sua eficácia						Perfil de exposição existente			Avaliação do Risco				Critério para Monitoração da exposição
					POAD/EPC		EPI				Intens. / conc.	Técnica Utilizada	Tipo de Exposição	P	G	Risco	IN	
					Nome	Eficaz S/N	Nome	CA	Atenuação / fator de proteção	Eficaz S/N								
Químico	Fenol	Irritação no trato respiratório superior, danos ao pulmão, Comprometimento dos sistema nervoso central, queimaduras na pele.	NR 15 e/ou ACGHI	Exposição ao realizar atividades de descarregamento do material, coleta de amostras, manipulação, tratamento e carregamento final.	Barreiras de contenção.	N AV	Luva de segurança contra agentes mecânicos e químicos	11263 / 31369	NA	S	N AV	Avaliação qualitativa	EV	1	2	Baixo	1	Anual (P1)
					Plano de emergência	N AV	Luva de segurança contra agentes químicos	9633	NA	S								
							Respirador purificador de ar tipo peça facial inteira	19376	N AV	S								

\*Para se chegar à avaliação de risco, foi utilizado modelo do PPRA (SESI) modificado pela autora.

Quadro 10 - Inclusão do fenol como agente químico no PPRA da planta.  
Fonte: Adaptado do PPRA SESI (2015).

Para a Probabilidade, item P da avaliação de risco, foi adotado o critério:

<b>Pontuação</b>	<b>Probabilidade</b>
1	Altamente Improvável
2	Improvável
3	Pouco Provável
4	Provável

Quadro 11 - Pontuação referente à Probabilidade.  
Fonte: Adaptado do modelo de PPRA SESI (2015).

Para construção do quadro 10, PPRA, apresentado anteriormente utilizou-se como base os critérios de avaliação e pontuação de risco da empresa estudada, realizado pelo Senai, os quais são apresentados em anexo a este trabalho.

Importante destacar que o perfil P no Quadro 10 foi definido pelo perfil quantitativo, visto que não havia análises no quantitativo baseado na duração, intensidade e frequência da exposição do funcionário escolhido para este estudo de caso. Com relação às demais características apontadas, podem-se observar os quadros em anexo (ANEXO A, B e C).

#### 4.3.4 Revisão do PCMSO

O PCMSO é o programa de controle médico de saúde ocupacional e tem como objetivo a promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores, conforme indicação da NR 7 (BRASIL,2017b).

Segundo item 7.2.4 desta mesma NR, o PCMSO deverá ser planejado e implantado com base nos riscos à saúde dos trabalhadores, especialmente os identificados nas avaliações previstas nas demais NR.

Como visto no decorrer deste trabalho, há riscos não mapeados na atividade de recebimento e segregação de resíduos, desta forma, após o apontamento desses agentes bem como sua análise de riscos, o próximo passo é informar ao médico do trabalho que deverá inserir esses agentes nos exames dos trabalhadores.



Para fins de revisão do PCMSO, utilizando como base o fenol indicam-se os seguintes itens a serem incluídos no documento existente:

<b>Indicador biológico de Exposição (IBE)</b>	<b>Valor</b>	<b>Base</b>
Fenol	Fenol na urina – Realizar após fim do turno (logo que possível após a exposição cessar)	ACGIH – Biological Indices ( BEI)

Quadro 12 - Indicadores para inclusão no PCMSO.  
Fonte: ACGIH (2000).

Os exames adicionais deverão obedecer a NR 7 (BRASIL, 2017b) item 7.4.1 em que o PCMSO deve incluir, entre outros, a realização obrigatória dos exames médicos:

- a) Admissional;
- b) Periódico;
- c) Retorno ao trabalho;
- d) Mudança de função;
- e) Demissional.

Entende-se que o PCMSO deverá ser reavaliado por especialista da área, médico do trabalho, e que os itens acima são apenas sugestões.

#### 4.3.5 Medidas de controle - Proposta

A seguir, destacam-se algumas medidas de controle que seriam mais indicativas neste estudo de caso:

- 1) Treinamento da equipe com ênfase nos agentes químicos orgânicos encontrados
- 2) Treinamento referente ao uso dos EPI's e descarte dos mesmos
- 3) Adoção de O.S (ordem de serviço) identificando os riscos da atividade
- 4) Análise extensiva/qualitativa de todos os agentes químicos presentes e quantitativa dos agentes químicos mais agressivos (fenol, por exemplo) para uma exposição acima de 70% da jornada de trabalho. Lembrando que a metodologia indicada a ser utilizada para este monitoramento seria a NIOSH método 2546 para fenol.
- 5) Verificar na análise quantitativa, que quando ultrapassar o nível de ação, segundo NR 9 (BRASIL, 2017c), ou seja, 50% do valor limite de tolerância (concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral), deve-se iniciar ações preventivas imediatas. Para o caso em questão, fenol, o limite de tolerância pode ser destacado conforme quadro 13:

<b>Agente químico</b>	<b>Limite de Tolerância</b>	<b>Base</b>
Fenol	4 ppm 15 mg/m <sup>3</sup>	Limites de tolerância ( LTS) segundo NR 15

Quadro 13 - Limites de tolerância para o fenol.  
Fonte: NR 9 (2014).

O limite de tolerância, segundo quadro 13, é para até 48 hs/semana de trabalho, acima dessa carga horária considerar o disposto no artigo 60 da CLT. Não há valor teto para o fenol, segundo NR 15 (BRASIL, 2017d).

Segundo NR 9 (BRASIL, 2017c) item 9.3.6.1 considera-se nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a

probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição.

Conforme descrito acima, quando o nível de ação chegar a 50% de 4,0 ppm, ou seja, 2,0 ppm devem-se iniciar ações preventivas imediatas. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.

Seguindo este estudo de caso, o máximo de horas trabalhadas por semana, para o cargo de ajudante de produção, não ultrapassa 44 horas/semana mesmo considerando horas extras. Desta forma, o quadro para fenol pode ser considerado para análise neste estudo.

## 5 CONCLUSÃO

O gerenciamento dos riscos nas plantas de blendagem é feito através das ferramentas PPRA e PCMSO, entretanto como a legislação ambiental solicita análise dos compostos inorgânicos, alguns riscos podem não estar sendo apontados nesse gerenciamento, pois a composição química dos resíduos não é amplamente estudada.

O coprocessamento é uma tecnologia adequada para destinação de resíduos industriais, que podem substituir combustível e/ou matéria-prima nos fornos de cimento. Os resíduos destinados ao coprocessamento, precisam passar por processos de adequação para chegarem na cimenteira prontos para serem consumidos. Empresas chamadas de blendeiras fazem o serviço de adequação desses resíduos.

O estudo de caso apresentado provou que a empresa blendeira recebe resíduos industriais com compostos orgânicos presentes que não foram devidamente mapeados no gerenciamento de riscos da planta através de laudos de resíduos recebidos. Os principais compostos químicos encontrados foram: benzeno, xileno, estireno, etilbenzeno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, fenantreno, Benzo(g,h,i) Perileno, Benzo(k) fluorantreno, Indeno(1,2,3cd) pireno, naftaleno, creosol, hidroquinona, fenol, resorcinol, fluorantreno.

Dos principais compostos químicos orgânicos encontrados no estudo, destaca-se o composto fenol, por ser considerado um dos mais tóxicos e perigosos para revisão o gerenciamento de riscos da planta, PPRA e PCMSO da planta do estudo de caso.

A partir da escolha do fenol, foram revisados todos os EPI's utilizados pelo colaborador, uma vez que os EPI's utilizados anteriormente não estavam adequados conforme exposição ao resíduo contendo o composto.

Além disso, ações preventivas e medidas de controle como o monitoramento qualitativo dessas substâncias/agentes também foram abordados.

Este trabalho mostra-se de extrema importância para qualquer empresa que faça o gerenciamento, manuseio e o coprocessamento em si de resíduos contendo as substâncias orgânicas abordadas, uma vez que seus colaboradores ficam em constante exposição a perigos inerentes a esses compostos e podem ocorrer riscos de saúde de

alta gravidade. As empresas devem conhecer e estar cientes dos métodos de prevenção e segurança com relação à problemática apontada nesse trabalho.

Ainda recomenda-se a continuidade da aplicação deste estudo, utilizando os demais compostos químicos citados neste trabalho para revisão do PPRA e PCMSO da planta bem como medidas quantitativas dos demais agentes químicos mapeados.

## REFERÊNCIAS

ACGIH. **American Conference of Government Industrial Hygienists**. Threshold limiting values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, Ohio, USA. Technical Affairs Office ACGIH, 2000.

AFONSO, R. **Coprocessamento de resíduos da indústria do Petróleo em fornos de cimento**. (Especialização em Engenharia Ambiental), UFPR. Curitiba, 2006.

ACGIH. **American Conference of Government Industrial Hygienists**. TLVs® E BEIs®: baseado na documentação dos limites de exposição ocupacional (TLVs®) para substâncias químicas e agentes físicos & índices biológicos de exposição (BEIs®). Tradução Associação Brasileira de Higienistas Ocupacional. São Paulo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Co-processamento – Coletânea de Trabalhos Técnicos** Volumes 1, 2 e 3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-6 - EPI. Disponível em: <  
<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr6.htm>> . Acesso em: 08/05/2017a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-7 - PCMSO. Disponível em:  
< <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr7.htm>> . Acesso em: 09/05/2017b.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-9- Riscos Ambientais. Disponível em: <  
<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr9.htm>>. Acesso em: 08/05/2017c.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-15 - Atividades e operações insalubres. Disponível em: <  
<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm>>. Acesso em: 08/05/2017d.

BRITO, O., ALVES, F. Co-processamento não pode ser usado indistintamente – **Revista de Saneamento Ambiental** – São Paulo – V. 6, N. 33, p 14-20 – 1995

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <[http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha\\_completa](http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa)> Acesso em: janeiro 2017

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução Nº 264:** Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de Co-processamento de Resíduos. Brasília, 2000.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CEMA) PARANÁ: **Resolução Nº 76:** Autorizações Ambientais para coprocessamento de resíduos em fornos de cimento. Curitiba, 2009.

CSI, CEMENTE SUSTAINABILITY INICIATIVE. **Guidelines for Co-processing Fuels and Raw Materials in Cement Manufacturing.** Disponível em: <<http://www.wbcscement.org>.> Acesso em janeiro, 2017.

DALMORO, 2017. Disponível em: <<http://dalmoro.com.br/produtos/63-luva-latex-neoprene-neomix-ama-az>> Acesso em fevereiro de 2017.

ECB – European Chemical Bureau – Disponível em: <<http://ecb.jrc.ec.europa.eu>.> Acesso em: dezembro 2016

EUROPEAN COMMUNITIES. DIRECTIVE 793/93/EEC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 March 1993 on the evaluation and control of the risks of existing substances. Acesso em dezembro 2016.

EUROPEAN COMMUNITIES. European Waste Catalogue.2000. Disponível em: [http://www.europa.eu.it/eur-lex/en/consleg/pdf/2000/en\\_2000DO532\\_do\\_001.pdf](http://www.europa.eu.it/eur-lex/en/consleg/pdf/2000/en_2000DO532_do_001.pdf)  
Acesso em dezembro 2016.

KIHARA, Y. **A indústria do cimento e o desenvolvimento do Brasil**. Disponível em: <http://www.abcp.org.br>. Acesso em dezembro, 2016.

KIHARA, Y. Impacto da Normalização do co-processamento de resíduos em fornos de clínquer. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIMENTO, 5, São Paulo, Novembro, 1999. **Anais...**São Paulo, 1999.

MINISTRY OF HOUSING, PHYSICAL PLANNING AND ENVIRONMENT, **Soil Protection Act**. The Netherlands, 1987

MONTENEGRO, P. M. **Compostos orgânicos no coprocessamento**. Dissertação (Mestrado em engenharia química) – UNICAMP, Campinas SP, 2006.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL AND SAFETY. International Chemical Safety Cards. Disponível em: [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh) Acesso em janeiro de 2017.

RHODIA, Poliamida e Especialidades Ltda. **Ficha de informação de produto químico - Fenol**. Revisado em 12/11/2015. Disponível em: <http://www.solvay.com> Acesso em janeiro de 2017.

RHODIA, Poliamida e Especialidades Ltda. **Fichas de emergência**. Disponível em: <https://www.fca.unicamp.br/portal/images/Documentos/FISPQs/FISPQ-%20FENOL.pdf>  
> Acesso em janeiro de 2017

SESI. PR. **PPRA Programa de prevenção de riscos ambientais** – Monitore. Curitiba, 2015



SEVÁ-FILHO, A.O. e SANTI, A.M.M. Os princípios da Precaução e da Segurança Química diante de novos riscos: uso de resíduos industriais na fabricação de cimento. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23. **Anais...** Ouro Preto, MG Out 2003. 10p.

SHERIQUE, J. **Aprenda a fazer PPRA / PCMAT/ MRA**. Editora Ltr, 2002, São Paulo. Disponível em: <[www.ltr.com.br](http://www.ltr.com.br)> Acesso em janeiro de 2017.

SUPEREPI, 2017. Disponível em: <<http://www.superepi.com.br/macacao-tyvek-s155/>> Acesso em março de 2017.

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.

## ANEXO A

Para a pontuação referente à gravidade na avaliação de risco a seguinte metodologia foi adotada e aplicada, com base no modelo do SESI, conforme quadro abaixo:

<b>Gravidade</b>	<b>Carcinogenicidade, Mutagenicidade ou Teratogenicidade</b>	<b>Agente químico</b>	<b>Contaminantes</b>	<b>Patogenicidade</b>
1 Reversível leve	Suspeita, porém não há dados para correta classificação	Irritante leve para a pele, olhos e mucosas	Gás ou vapor > 500 ppm Particulados > = 10 mg/m <sup>3</sup>	Agente grupo risco 1: Risco individual e para a comunidade ausente ou muito baixo
2 Reversível severo	Agente confirmado para animais. Grupo A3 da ACHIH	Irritante leve para a pele, olhos, mucosas e sistema nervoso central	Gás ou vapor 101 a 500 ppm Particulados > 1 e < 10 mg/Nm <sup>3</sup>	Agente grupo risco 2: Risco individual moderado com baixo risco para a comunidade
3 Irreversível	Confirmado para seres humanos - Grupo A2 da ACGHI	Altamente irritante ou corrosivo para mucosas, pele, sistema respiratório e digestivo, resultando em lesões irreversíveis limitantes da capacidade funcional.	Gás ou vapor 11 a 100 ppm Particulados > 0,1 e < = 1 mg/Nm <sup>3</sup>	Grupo risco 3: Alto risco individual, baixo risco para a comunidade
4 Fatal ou Incapacitante	Confirmado para seres humanos - Grupo A1 da ACGHI	Efeito caustico ou corrosivo severo sobre a pele, mucosa e olhos( possível perda de visão), podendo resultar em morte ou lesões incapacitantes)	Gás ou vapor ,= 10 ppm Particulados ,= 0,1 mg/Nm <sup>3</sup>	Grupo risco 3: Alto risco individual, baixo risco para a comunidade

## ANEXO B

Na definição da análise de risco, foi utilizado o diagrama que referência a seguir, a pontuação de probabilidade (P) e gravidade (G), modelo SESI – PR:

PROBABILIDADE	4 Provável ( E > LEO )	RISCO MÉDIO	RISCO ALTO	RISCO ALTO	RISCO CRÍTICO
	3 Pouco provável ( E = 0,5 A 1,0 )	RISCO BAIXO	RISCO MÉDIO	RISCO ALTO	RISCO ALTO
	2 Improvável ( E = 0,1 A 0,5 )	RISCO BAIXO	RISCO BAIXO	RISCO MÉDIO	RISCO ALTO
	1 Altamente improvável ( E < 0,1 LEO )	RISCO IRRELEVANT E	RISCO BAIXO	RISCO BAIXO	RISCO MÉDIO
		1 Reversível leve	2 Reversível severo	3 Irreversível, severo	4 Fatal ou incapacitante

## ANEXO C

Por fim, o grau de incerteza foi baseado na análise dos dados do cargo do funcionário versus os dados conforme mostrado abaixo, modelo SESI – PR:

Incerteza	Descrição	Critérios
<b>0</b>	<b>CERTA</b> – A estimativa da probabilidade e dos danos à saúde são conhecidos e bem compreendidos. O avaliador tem confiança na aceitabilidade do julgamento.	Estimativa baseada em dados quantitativos confiáveis para agentes cujos efeitos à saúde são bem conhecidos ou dados qualitativos objetivos.
<b>1</b>	<b>INCERTA</b> – Existe informações suficientes para fazer um julgamento, mas a obtenção de informações adicionais é desejável para avaliar a exposição	Estimativa de exposição baseada em modelagem ou analogia com ambientes semelhantes para os quais existem dados seguros ou medições de caráter exploratório cujos dados são insuficientes
<b>2</b>	<b>ALTAMENTE INCERTA</b> – O julgamento de aceitabilidade foi feito na ausência de informação significativa sobre os perfis de exposição e/ou efeitos a saúde	A estimativa da exposição baseada em somente dados qualitativos subjetivos ou os efeitos nocivos sobre a saúde ainda não estão suficientemente claros.