

## **Gestão dos riscos inerentes à execução de atividades de co-processamento de resíduos: estudo de caso de uma indústria cimenteira em Pedro Leopoldo/MG**

**DENILSON ANDRADE DE ARAÚJO (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG)**

**DIOGO VENÂNCIO PENNA FORTE SILVA (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG)**

**MARLON LUCAS FERREIRA (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG)**

**VINÍCIUS ROBERTO ANDRADE E GOMES (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG)**

**Resumo:** *Aprimorar a execução das atividades de operação de co-processamento de resíduos de forma segura e ambientalmente adequadas pode contribuir diretamente para os resultados da empresa. A proposta deste trabalho tem como finalidade a elaboração de um procedimento operacional para execução de atividades de operação de co-processamento de resíduos em uma indústria cimenteira do município de Pedro Leopoldo – MG. Para isso foram feitas análises do ambiente de trabalho em questão, objetivando identificar oportunidades de melhorias e propor medidas de controle para que acidentes pessoais e ambientais sejam evitados. Portanto, buscou-se com essa pesquisa contribuir para o gerenciamento dos riscos ocupacionais, que por sua vez tem grande relevância para o setor de co-processamento de resíduos, para a indústria em si e para o meio ambiente, afinal a continuidade dos processos de produção, a valorização da integridade física do trabalhador e a preservação do meio ambiente são pilares fundamentais para a sustentabilidade das empresas contemporâneas. Os resultados alcançados demonstraram que, para atender ao gerenciamento do setor de co-processamento de resíduos sólidos, a empresa necessita ser direcionada através de um plano, onde o mesmo deve atender as diretrizes para obtenção de resultados eficientes e eficazes no processo de gestão de resíduos sólidos.*

**Palavras chave:** *Co-processamento; Meio ambiente; Segurança do trabalho; Riscos; Acidentes.*

### **1. Introdução**

Com a crescente demanda de produção de edifícios residenciais, comerciais, indústrias, rodovias dentre outras grandes obras, a produção de cimento está em grande expansão. Com isto, o co-processamento de resíduos inerentes destes segmentos tem sido uma prática cada vez mais adotada nas indústrias cimenteiras, afinal a economia de combustíveis que alimentam os fornos é diretamente proporcional ao aproveitamento térmico dos resíduos injetados no sistema de funcionamento dos fornos.

Assim sendo, o objetivo deste documento é identificar os riscos ocupacionais aos quais estão expostos os colaboradores do setor de co-processamento de resíduos sólidos em uma indústria cimenteira, bem como propor medidas de controle para neutralizar e/ou reduzir a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho neste setor.

A escolha do tema se justifica devido ao fato de que, por meio do aprimoramento das técnicas de operação e adoção de boas práticas durante o processo de co-processamento de resíduos, será possível a manutenção da integridade física dos trabalhadores envolvidos, conservação das máquinas e equipamentos, alcance dos objetivos e metas de produção determinados pela empresa e degradação final ambientalmente correta de resíduos que poderiam ser agressores ao meio ambiente.

Por isso, buscou-se responder ao seguinte questionamento: Como aperfeiçoar as técnicas de execução de atividades de operação de co-processamento de resíduos sólidos em uma indústria cimenteira, de forma a proporcionar maior segurança para os trabalhadores e para o meio ambiente?

Tendo em vista os riscos ocupacionais aos quais os trabalhadores da área de co-processamento de resíduos estão expostos, torna-se de extrema importância a adoção de procedimentos de segurança para se executar toda a operação relacionada aos resíduos industriais da empresa pesquisada.

## **2 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): definição e classificação dos RSU**

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004) conceitua-se resíduos sólidos como sendo os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. Incluem-se em tal definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis mediante a melhor tecnologia disponível na atualidade.

### **2.2 Gestão de resíduos sólidos**

O Gerenciamento dos Resíduos Sólidos (GRS) consiste em coletar, transferir, tratar, reciclar, recuperar recursos e dispor dos mesmos em áreas urbanas. O GRS é uma das principais responsabilidades dos governos locais e um serviço complexo envolvendo capacidade organizacional, técnica, gerencial e cooperação apropriada entre numerosos agentes em ambos os setores privado e público (BARROS, 2012).

### **2.3 Os impactos ambientais causados pela indústria cimenteira**

De acordo com Boscov (2008), os resíduos, ou os chamados “entulhos”, recebem a seguinte denominação: resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

De acordo Chahud *et al.* (2007), Resolução 203/2002, amparada pela Lei do Meio Ambiente, sendo que a referida Lei teve como diretriz a diminuição dos impactos ambientais gerados por tais resíduos e também a degradação da qualidade do meio ambiente quando são

depositados em locais inadequados.

## **2.4 O co-processamento**

Conceitua-se co-processamento, segundo Chahud *et al.* (2007), como sendo uma destinação final ambientalmente adequada de resíduos em fornos de cimento com o aproveitamento da energia contida nestes materiais e/ou substituição das matérias-primas e operação regulamentada e licenciada por órgãos ambientais competentes.

Como vantagens, o co-processamento da indústria cimenteira pode ser definido como a redução de matérias-primas; a conservação de matérias-primas não renováveis (SINDUSCON-MG, 2008).

Segundo Chahud *et al.* (2007), o co-processamento, além de representar uma redução de até 75% do custo de remoção e tratamento de doenças para o município, produz uma cadeia de benefícios de relevante importância.

De acordo com Barros (2012), o processo co-processamento consiste em seleção preliminar: em função da composição e da proporção dos componentes; limpeza: retirada de materiais inconvenientes visando também que sejam reciclados ou reaproveitados; moagem/britagem: processo de produção dos agregados segundo granulometrias desejadas – a ser realizado em equipamentos específicos.

## **2.6 Importância do co-processamento**

Conforme Chahud *et al.* (2007), o co-processamento em fornos de cimento se apresenta como uma alternativa de destruição ambientalmente adequada para uma variedade de resíduos, incluindo os sólidos urbanos. A tecnologia consiste na destruição térmica dos resíduos com a substituição parcial da matéria-prima e/ou do combustível. Apenas em 2011, foram co-processadas 1,16 milhão de toneladas de resíduos por meio dessa tecnologia.

## **2.7 A segurança do trabalho e acidentes de trabalho**

A busca pela garantia da integridade física, mental e social dos trabalhadores durante o desenvolvimento de suas atividades, passa pela implantação de métodos eficazes de gestão de segurança e saúde do trabalho. Tais métodos podem contribuir de forma direta para o aumento ou melhoria da produtividade, mesmo tendo como foco principal a redução e/ou eliminação das condições de riscos existentes no ambiente de trabalho.

Para o Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil (2010), o acidente de trabalho é aquele que geralmente não é planejado, que resulta em dano à saúde ou integridade física do trabalhador.

Por isso, nota-se a relevância do SESMT na empresa. Este dimensionamento é embasado na quantidade de funcionários, Grau de Risco e atividade econômica da instituição.

## **3. Metodologia**

No presente trabalho, aplica-se a metodologia qualitativa descritiva, baseada em pesquisas bibliográficas e em um estudo de caso específico. As técnicas para a coleta dos dados foram questionário semiestruturado de entrevistas com 10 (dez) questões para avaliação da percepção dos riscos dos profissionais do setor em estudo; bomba coletora de ar, fabricante Gilian, modelo BDX II, calibrado em 09/03/2014, para coleta de amostra de vapores químicos

e poeira mineral; audiodosímetro, fabricante Instrutherm, modelo DOS 500, calibrado em 15/02/2014, para coleta de amostra de ruído ocupacional; medidor de stress térmico, fabricante Instrutherm, modelo TGD 400, calibrado em 02/03/2014, para coleta de amostra de calor ocupacional e luxímetro, fabricante Instrutherm, modelo LD 200, calibrado em 30/01/2014, para coleta de amostra de luminosidade no local de trabalho. O universo de pesquisa foi a empresa Intercement Brasil.

#### 4. Análise dos resultados

##### 4.1 Análise do fluxo de operações

Através da análise realizada no fluxo das operações foi possível identificar as atividades em que ocorre a interação entre os profissionais e os riscos que estão expostos.

##### 4.2 Resultados das Avaliações

Para quantificar os valores de agentes agressivos no galpão de co-processamento de resíduos sólidos, foram avaliados o ruído; iluminação; vibração; poeira; e produtos químicos.

###### 4.2.1 Avaliação de Ruído

Foram avaliados os níveis de ruído ocupacional no galpão de co-processamento de resíduos sólidos em três funções distintas, conforme a Tabela 1:

**Tabela 1** - Níveis de ruídos no galpão.

Função	Limite de Tolerância - Anexo 1 da NR 15	Valor encontrado
Operador de Produção	85 dB(A)	92,75 dB(A)
Analista		65,1 dB(A)
Coordenador		76,53 dB(A)

Fonte: Os autores (2014).

###### 4.2.2 Avaliação de Iluminação

A avaliação do índice de conforto e capacidade de visualização do ambiente foi feita conforme os níveis de iluminação e comparados com os níveis pré-estabelecidos pela legislação e normatização brasileira conforme previsto na NBR 5.413 de 1992, conforme Tabela 2:

**Tabela 2** – Avaliação de iluminação.

Local	IML* NBR 5.413	Valor encontrado
Entrada principal 1	750 lux	660 lux
Entrada principal 2		600 lux

Fonte: Os autores (2014).

\*IML: Índice Médio de Iluminação exigido por lei.

###### 4.2.3 Avaliação de Vibração

No setor em estudo existe vibração na operação do equipamento denominado Pá Carregadeira, onde foram quantificados conforme Tabela 3:

**Tabela 3 - Avaliação de vibração.**

Eixos	Limite de tolerância Conforme ACGIH	Valor detectado
X		0,6109m/s <sup>2</sup>
Y		0,6753m/s <sup>2</sup>
Z		0,5144m/s <sup>2</sup>
Global	4m/s <sup>2</sup>	1,0429m/s <sup>2</sup>

Fonte: Os autores (2014).

O limite de tolerância aplicado se refere à duração total de exposição à vibração entre 4 a 8 horas diárias, constatando que se encontram abaixo do limite de tolerância.

#### 4.2.4 Avaliação de Poeira

Foi realizada a avaliação do agente poeira no galpão de co-processamento, como segue na Tabela 4.

**Tabela 4 - Avaliação da poeira.**

Função	Limite de tolerância Conforme NR 15	Valor encontrado
Operador de Produção		0,20 mg/m <sup>3</sup>
Analista	4 mg/m <sup>2</sup>	0,18 mg/m <sup>3</sup>
Coordenador		0,11 mg/m <sup>3</sup>

Fonte: Os autores (2014).

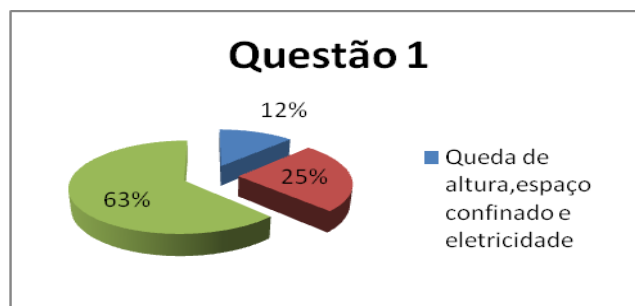
Os resultados se mostraram satisfatórios, pois a concentração de poeira respirável se encontra bem abaixo do limite de tolerância.

#### 4.2.5 Avaliação de Produtos Químicos

Conforme avaliação quantitativa realizada no galpão, não foram detectadas concentrações mensuráveis do agente químico Arsênio, Cádmiio e Chumbo, Tolueno e Xileno nem Fluoreto de Hidrogênio.

#### 4.3 Análise dos questionários

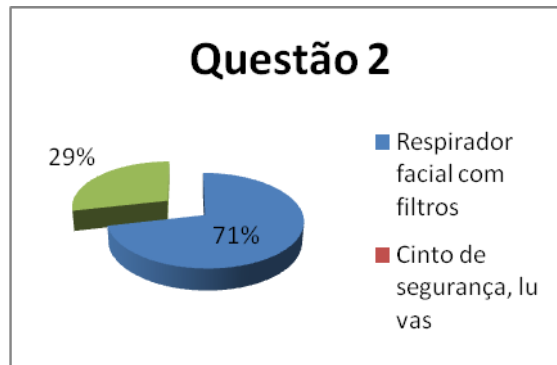
A questão de número 1 foi a seguinte: Quais são os principais riscos no setor de co-processamento de resíduos sólidos? O resultado obtido foi o seguinte:



**Gráfico 1: Questão 1. Fonte: Dados da pesquisa (2014).**

A questão mais escolhida pelos entrevistados foi a que o atropelamento, aprisionamento de membros e químicos é que são os principais riscos do setor de co-processamento.

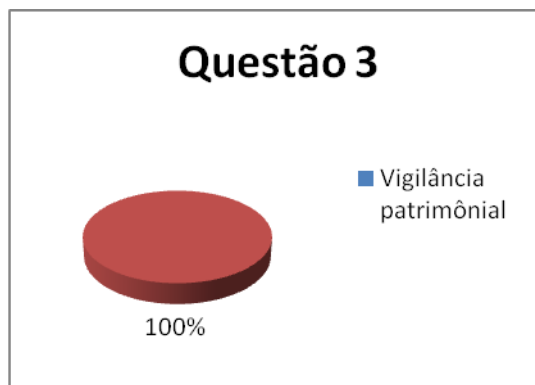
Na questão 2 a pergunta foi a seguinte: Quais EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) obrigatórios devem ser utilizados no interior do galpão de co-processamento de resíduos sólidos? Os entrevistados afirmaram que:



**Gráfico 2:** Questão 2. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A resposta mais utilizada foi a de número 5, com cerca de 71% das respostas, posto que os equipamentos obrigatórios são as roupas anti-chama, luvas isolantes de borracha, casaco de raspa, botas de borracha, mangotes de brim, e máscara contra poeira.

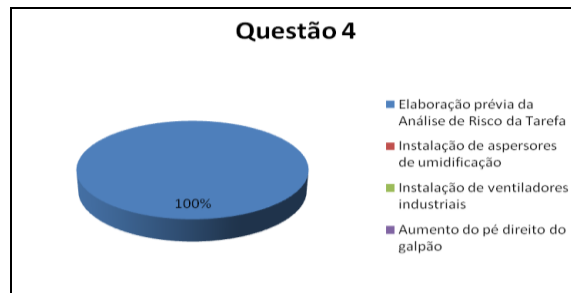
Já a questão de número 3 foi a seguinte: Quais EPC's (Equipamentos de Proteção Coletiva) devem ser mantidos de forma eficaz no galpão de co-processamento de resíduos sólidos? As respostas foram:



**Gráfico 3:** Questão 3. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na questão de número 3 a resposta mais utilizada, onde a mesma corresponde a 100% das respostas obtidas com os entrevistados é a de número 2, onde os mesmos afirmaram que os Equipamentos de Proteção Coletiva que devem ser mantidos no galpão são os de proteção física de partes móveis.

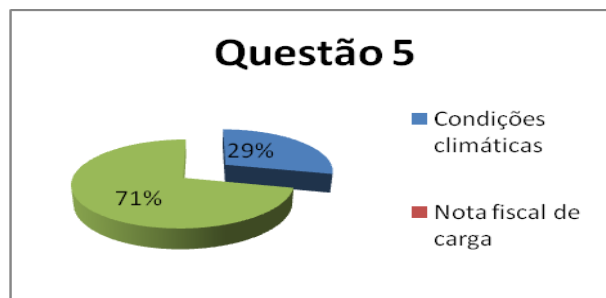
A questão de número 4 foi a seguinte: Qual opção representa uma forma de se prevenir acidentes de trabalho no galpão de co-processamento de resíduos sólidos?



**Gráfico 4:** Questão 4. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na questão de número 4 a resposta mais obtida que teve cerca de 100% de escolha dos entrevistados foi a de número 1, verificando que a prevenção de acidentes se dá com mais precisão após a elaboração prévia da análise de risco da tarefa.

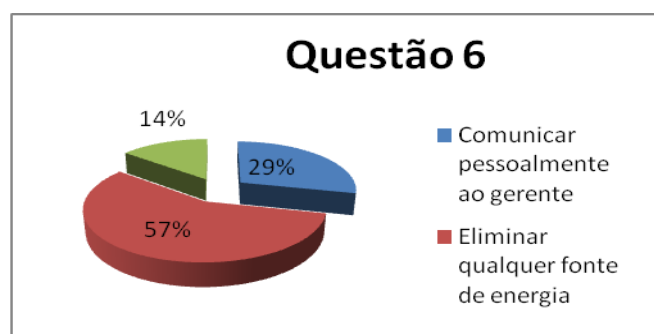
No que tange a questão 5 a mesma foi a seguinte: Quais os principais fatores de segurança devem ser observados no momento em que um caminhão executar o processo de descarregamento de resíduos sólidos no galpão de co-processamento? Os entrevistados afirmaram que:



**Gráfico 5:** Questão 5. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na questão de número 5, cerca de 71% dos entrevistados afirmaram que o nivelamento do piso e o comportamento da carga durante o basculamento do caminhão devem ser analisados durante o processo de descarregamento de resíduos sólidos.

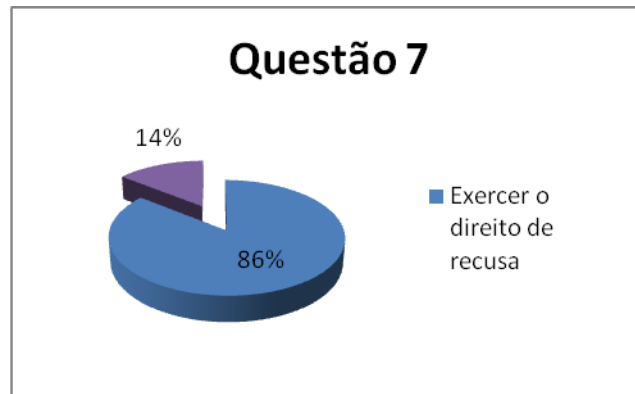
Já a questão 6 foi a seguinte: O que deve ser feito em caso de qualquer intervenção operacional em uma máquina ou equipamento móvel no galpão de co-processamento de resíduos sólidos?



**Gráfico 6:** Questão 6. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na questão de número 6 a resposta com maior índice de escolha foi a de número 2 com cerca de 57% das escolhas dos entrevistados.

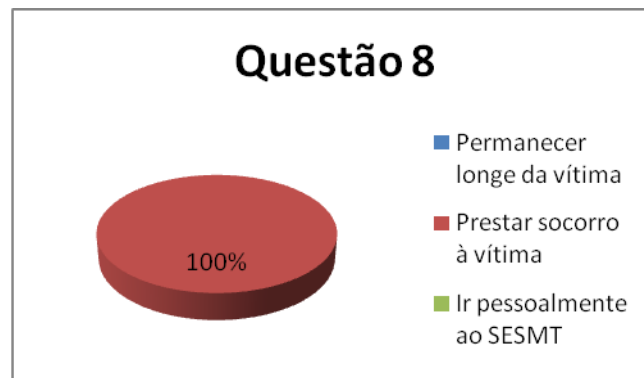
Na questão 7 abordou-se o seguinte ponto: Quais ferramentas de gestão podem ser utilizadas em caso de detecção de qualquer risco de acidente no galpão de co-processamento de resíduos sólidos?



**Gráfico 7:** Questão 7. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Já na questão de número 7 a resposta com maior índice de escolha foi a de número 1, com cerca de 86% de escolha entre os entrevistados desta pesquisa.

No que diz respeito a questão de número 8 abordou-se o seguinte foco: O que deve ser feito em caso de acidente de trabalho com vítima no galpão de co-processamento de resíduos sólidos?

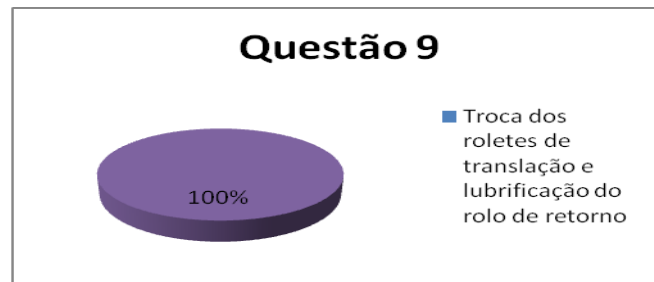


**Gráfico 8:** Questão 8. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na questão de número 8 a resposta com maior índice de escolha foi a de número 2, onde a mesma obteve cerca de 100% de escolha dos entrevistados, afirmando que no caso de acidentes dentro do galpão faz-se necessário prestar socorro à vítima imediatamente.

A penúltima questão, ou seja, a questão de número 9 foi: Do ponto de vista de segurança do trabalho, quais ações preventivas podem ser adotadas em relações às Correias Transportadoras do galpão de co-processamento de resíduos sólidos?

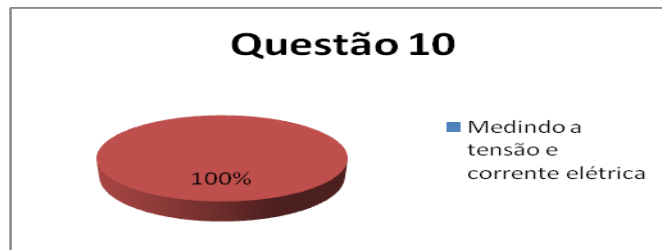




**Gráfico 9:** Questão 9. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na questão 9 a opção de resposta com maior índice de escolha foi a de número 4 com cerca de 100% das escolhas dos entrevistados.

A última questão foi a de número 10: Como identificar se uma máquina ou equipamento está totalmente desenergizado no galpão de co-processamento?



**Gráfico 10:** Questão 10. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Na última questão, ou seja, a questão de número 10 a resposta que obteve índice de 100% de escolha entre os entrevistados para responder a mesma foi a opção de número 2.

#### **4.4 Medidas Propostas**

Considerando os resultados obtidos através das avaliações quantitativas e questionário, constatou-se que algumas medidas de prevenção podem ser adotadas. Em relação ao fluxo das operações de co-processamento, não há recomendações relevantes, tendo em vista que as operações já ocorrem com uma programação pré-estabelecida, podendo-se desta forma planejar todas as operações. Quanto aos riscos do ruído ocupacional, recomenda-se o uso de protetores auditivos tipo plug de inserção ou concha e exames periódicos de audiometria semestralmente para os Operadores de Produção e anualmente para os demais cargos. No caso dos baixos índices de iluminância, propõe-se que sejam instaladas telhas translúcidas ao longo das laterais do galpão para aproveitar a iluminação natural.

Sobre a análise de vibração, recomenda-se que a ação preventiva seja de manutenção das boas condições de nivelamento do piso do local bem como a manutenção da pá carregadeira operante. Da mesma forma, as análises de poeira mineral, arsênio, cádmio, chumbo, tolueno, xileno e fluoreto de hidrogênio, apresentaram valores abaixo dos seus respectivos limites de tolerância, entretanto como medidas de prevenção, pode-se adotar o uso constante da máscara facial total, com filtros químicos especiais e vedação ajustada à face dos profissionais do setor.

Constatou-se que os resíduos mantidos no galpão de coprocessamento da empresa aqui analisada, segundo os entrevistados, ainda não possui análise de ponto de fulgor, ou seja, não se sabe ainda qual a temperatura que o material suporta sem entrar em combustão. Durante o co-processamento, a carga térmica é equivalente a 30% da realização da atividade. A peneira para separação dos sólidos maiores é de 45mm.

A coleta dos materiais é realizada, quando manualmente, com uma pá e enxada. Quando mecanizada é feita com o auxílio de uma concha de pá carregadeira. Pá carregadeira esta da marca Volvo, modelo 5040. A produção diária de coprocessamento possui variações, sendo de 3 a 3,5 toneladas por hora e 50 a 60 toneladas em cada tremonha (britador) por turno. Com a implantação de uma nova linha de produção, a expectativa é atingir a meta de 64 toneladas de resíduos co-processados por turno.

O galpão é impermeabilizado, possuindo 85 x 34,5 metros de área, com o pé direito de 12 metros. O estoque possui 5 baias que variam de 400m<sup>3</sup> a 600m<sup>3</sup> de capacidade, totalizando 3200m<sup>3</sup>. Por mais que haja separação dos materiais nas baias, todos vão para o mesmo processo. As baias separam materiais de fornecedores diferentes, mas com a mesma utilização.

## **5. Conclusão**

Através da elaboração deste estudo, observou-se que a gestão dos riscos inerentes à execução de atividades de co-processamento de resíduos, deve ser constante e principalmente atender às normas específicas para cada resíduo, devendo os mesmos serem devidamente gerenciados, reciclados ou reutilizados.

A escolha pela análise do setor de co-processamento da empresa aqui analisada deve-se ao fato de a empresa ser devidamente reconhecida e conceituada. A empresa analisada atende corretamente ao plano de gerenciamento de resíduos sólidos e um plano diretor com o objetivo de controlar a geração de resíduos.

Para atender ao gerenciamento do setor de co-processamento de resíduos sólidos, a empresa necessita ser direcionada através de um plano, onde o mesmo deve atender as diretrizes para obtenção de resultados eficientes e eficazes no processo de gestão de resíduos sólidos.

De modo a cumprir o que a empresa entende como valor, ou seja, a garantia da segurança e saúde das pessoas e operação em harmonia com o meio ambiente, a aplicação de métodos mais eficientes de segurança do trabalho vem contribuir para que o aproveitamento do poder combustível dos resíduos aplicados no método de co-processamento seja além de eficiente salutar aos profissionais envolvidos diretamente com estes.

Conclui-se que, com a evolução da sociedade com as questões ambientais, as pressões sobre as indústrias têm aumentado na mesma proporção, tornando-se mais críticas e passando a vir de todas as partes interessadas. Com o crescimento industrial, a geração de resíduo passa a ser inerente à aceleração do crescimento e a disposição ambientalmente correta torna-se um grande desafio para tais indústrias.

### **Referências**

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004. Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- BARROS, R.T.V. **Elementos de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.
- BOSCOV, G.M.E. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- CHAHUD, E. *et al.*. **Reciclagem de Resíduos para a Construção Civil**. Fumec/FEA. Belo Horizonte: Universidade Fumec- Faculdade de Engenharia e Arquitetura, 2007.
- SINDUSCON-MG. **Alternativas para a destinação de resíduos da construção civil**. Belo Horizonte, 2008.