



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DA QUEIMA DE RESÍDUOS
GERADOS EM UMA INDÚSTRIA DE TABACO PARA OBTENÇÃO DE
ENERGIA TÉRMICA A SER APROVEITADA EM UMA CALDEIRA
GERADORA DE VAPOR**

PRISCILA ROMERO WINCK

Orientador: Prof. Aline Schilling Cassini

Porto Alegre, Julho de 2011

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais, Carlos e Mirna, pela incrível formação que me foi dada, pelo amor incondicional e pelos sacrifícios realizados para que eu chegasse até aqui;

A todos aqueles que são ou foram meus mestres um dia;

Aos meus amigos por me apoiarem e me incentivarem, estando sempre presentes em minha vida, nos momentos alegres e nos momentos tristes;

Aos meus colegas da Souza Cruz, pela disponibilidade e pela colaboração para realização deste trabalho;

À minha orientadora, Prof^a. Aline Schilling Cassini, pela disponibilidade, clareza nas respostas, e pela autonomia dada no desenvolvimento deste trabalho;

Por fim, a todas as pessoas que acreditaram em mim e me apoiaram de alguma forma, indicando o caminho da luz nos dias mais nublados.

“Compreender que há outros pontos de vista é o início da sabedoria.”

Campbell

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A empresa	1
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Resíduos sólidos	4
2.2. Gestão de resíduos	5
2.3. Disposição e tratamento de resíduos sólidos	6
2.3.1. Aterro industrial	7
2.3.2. Reciclagem de resíduos sólidos	7
2.3.3. Compostagem	8
2.3.4. Tratamento térmico de resíduos	8
2.3.5. Outros processos de tratamento	10
2.4. Legislação Ambiental	10
3. GERAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NA INDÚSTRIA DE TABACO	12
3.1. Processo Primário	12
3.2. Processo Secundário	13
3.3. Procedimentos de manutenção	16
3.4. <i>Regional Product Centre</i> (RPC) e Planta Piloto	16
3.5. Departamento gráfico	17
3.6. Caldeiras	17
4. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS	18
4.1. Resíduo de pó de fumo	19
4.2. Resíduo de papel e papelão	20
4.3. Cabo acetato	21
4.4. Madeira	21
5. SISTEMA DE QUEIMA	22
6. CONTROLE DE EMISSÕES DE PARTICULADOS	26

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
7.1. Potencial para aplicação de resíduos	28
7.2. Estimativa da economia de lenha	29
7.3. Minimização de impactos ambientais	30
8. CONCLUSÕES	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO A – caracterização do resíduo de pó de fumo pela NBR 10.004	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O processo de fabricação do cigarro (RS).	12
Figura 2 - Fluxograma de geração de resíduos no processo primário (PMD).	13
Figura 3 - Fluxograma de geração de resíduos na fabricação de cigarros no SMD.	14
Figura 4 - Fluxograma de geração de resíduos na formação da carteira no SMD.	14
Figura 5 - Fluxograma de geração de resíduos na colocação da pelica e fitilo nas carteiras no SMD.	15
Figura 6 - Fluxograma de geração de resíduos na área de selos.	15
Figura 7 - Fluxograma de geração de resíduos na manutenção de máquinas/equipamentos em toda unidade.	16
Figura 8 - Fluxograma de geração de resíduos nas caldeiras a lenha.	17
Figura 9 - Percentual de participação de cada um dos resíduos estudados para queima.	19
Figura 10 - Fórmula estrutural do polímero de celulose.	20
Figura 11 - Fórmula estrutural do acetato de celulose.	21
Figura 12 - Fornalha de queima de pó ao lado da caldeira a lenha.	22
Figura 13 - Caldeira a lenha, com queimador acoplado à esquerda.	23
Figura 14 - Câmara de queima primária.	24
Figura 15 - Câmara de queima secundária.	24
Figura 16 - Tubulação de insuflamento de gases quentes na caldeira.	25
Figura 17 - Detalhe do insuflamento de gases na caldeira.	25
Figura 18 - Multiciclone para remoção de partículas e de fagulhas.	26
Figura 19 – Filtros de manga e chaminé da caldeira.	27
Figura 20 - Esquema da casa de caldeiras e do sistema de controle de particulados. .	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Uso da incineração (e recuperação de energia) para disposição de resíduos em vários países.....	9
Tabela 2 - Resíduos não perigosos gerados na unidade Cachoeirinha da Souza Cruz.	18
Tabela 3 - Resultados de análise das emissões atmosféricas no teste de queima de pó de fumo com combustível auxiliar.....	29
Tabela 4 - Composição da mistura de resíduos para queima.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RS – Rio Grande do Sul

SC – Santa Catarina

PR – Paraná

PB – Paraíba

PMD – *Primary Manufacturing Department*

CFD – Central de Fumo Desfiado

SMD – *Secondary Manufacturing Department*

CD – Centro de Distribuição

RPC - *Regional Product Centre*

DG – Departamento Gráfico

GNI – Gás natural industrial

CO₂ – Dióxido de carbono

NO_x – Óxidos de nitrogênio

NO – Óxido nítrico

NO₂ – Dióxido de nitrogênio

MP – Material particulado

SO_x – Óxidos de enxofre

SO₂ – Dióxido de enxofre

CH₄ – metano

CO – monóxido de carbono

RESUMO

A crescente preocupação com as questões ambientais leva a um maior interesse com relação à geração e destinação de resíduos sólidos. Buscando, portanto, encontrar uma alternativa para destinação dos resíduos sólidos gerados numa indústria de tabaco, a Souza Cruz, foi proposto este estudo, cujo objetivo foi avaliar a possibilidade de efetuar a queima com aproveitamento de energia térmica dos resíduos gerados na empresa.

Para avaliação da viabilidade técnica, ambiental e econômica da queima dos resíduos gerados foi realizada uma pesquisa bibliográfica para formar a estruturação conceitual, bem como o levantamento de dados na empresa. Esses levantamentos possibilitaram o melhor conhecimento da origem do resíduo, facilitando a sua caracterização. Buscou-se, então, diagnosticar os resíduos gerados e a possibilidade de queima destes. Verificou-se que é possível realizar a queima de alguns tipos de resíduos com a utilização da estrutura existente, podendo-se obter uma economia de consumo de lenha de mais de 3.000 toneladas ao ano. Entretanto, há a necessidade de redução granulométrica de alguns resíduos, de forma que a queima seja mais efetiva.

Assim, com o presente estudo constatou-se que a utilização de um sistema de queima de resíduos sólidos com reaproveitamento de energia é viável, pois além de apresentar um retorno econômico através da redução no consumo de lenha, há também a redução das emissões atmosféricas provenientes dos meios de transporte, bem como a redução dos espaços utilizados em aterros sanitários.

1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 1970, vem aumentando a preocupação e o comprometimento com as questões ambientais e a geração de resíduos sólidos é um dos problemas mais agravantes. Segundo VANZIN (2006), no século XXI, o crescimento acentuado da população e das atividades industriais tem como consequência uma demanda cada vez maior de energia e, conseqüentemente, o aumento de descarte de resíduos sólidos, que podem gerar problemas ambientais.

O tratamento de resíduos é um dos grandes gargalos para avançar na manutenção da sustentabilidade do planeta. Afinal, os resíduos industriais representam um grande problema para indústrias, pois a sua maioria vai parar em aterros (GESTÃO DE RESÍDUOS, 2010).

A geração de resíduos sólidos, de acordo com NASCIMENTO e MOTHÉ (2007), justifica a obrigatoriedade da criação de mecanismos que produzam a conscientização, o desenvolvimento e a implantação de novas tecnologias para reverter este quadro.

Os estudos desses autores vêm ao encontro do principal objetivo deste trabalho que visa avaliar, como possibilidade para tratamento dos resíduos sólidos gerados na indústria de tabaco, a combustão destes com recuperação de energia térmica. Nesse sentido, LANÇA e SILVA (2006) ressaltam que essa tecnologia visa à destruição completa de um material, reduzindo, dessa forma, seu volume e o provável impacto que poderia ocorrer se disposto em condições inseguras.

Além disso, segundo KINLAW (1997) *apud* MISSIAGGIA (2002), as empresas que operam com base na previsão e no planejamento em longo prazo, estão em persistente busca de meios de melhorar o seu desempenho ambiental.

Visando, portanto, à utilização de estratégias de produção mais limpa em uma indústria de tabaco foi realizada uma pesquisa bibliográfica para formar a estruturação conceitual que dará sustentação ao desenvolvimento do trabalho, bem como o levantamento de dados na empresa. Buscou-se, então, diagnosticar os resíduos gerados e a possibilidade de queima destes, observando aspectos técnicos, ambientais e econômicos.

1.1. A empresa

A Souza Cruz iniciou suas atividades no dia 25 de abril de 1903, em um sobrado no Centro da cidade do Rio de Janeiro, produzindo sua primeira marca de cigarros (Dalila). Em 1910, a Souza Cruz comprou a Imperial Fábrica de Rapé Paulo

Cordeiro e instalou a sua primeira fábrica. Em 1914, a companhia passou o controle acionário ao grupo British American Tobacco. Esta mudança alavancou o crescimento da Souza Cruz, levando-a a se tornar a maior indústria de fumo da América Latina. A partir daí, a empresa aumentou sua produção, internacionalizou-se, evoluiu tecnologicamente e tornou-se líder absoluta de mercado e referência internacional no marketing de produtos de consumo de massa.

Em abril de 2003, inaugurou a fábrica de Cachoeirinha, no Rio Grande do Sul, colocando em operação uma das mais modernas unidades produtoras de cigarros do mundo.

Em uma ampliação do complexo industrial de Cachoeirinha, em 2007, foi inaugurado o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, que hoje se chama *Regional Product Centre Americas*, um dos mais avançados centros de pesquisa do mundo.

A Souza Cruz possui seis das dez marcas de cigarros mais vendidas no Brasil, produzindo cerca de 80 bilhões de cigarros por ano e tendo uma participação de 62,3% do mercado total brasileiro. Atua em todo o ciclo do produto, desde a produção e processamento de fumo até a fabricação e distribuição de cigarros, atendendo diretamente a cerca de 260 mil varejos em todo o país, além de chegar a quase cinco mil municípios.

A fábrica situada no município de Cachoeirinha, objeto deste trabalho, por sua vez, tem produção média anual de 30 bilhões de cigarros por ano (aproximadamente 40% do volume fabricado pela companhia).

Uma vez que a Souza Cruz tem uma forte atuação no campo socioambiental e investe em um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, o objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade da queima de resíduos gerados na unidade da Souza Cruz, situada no município de Cachoeirinha, Rio Grande do Sul, buscando minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes da disposição dos resíduos gerados.

Para tanto, primeiramente, foram abordados os conceitos fundamentais para a compreensão deste trabalho, na seção de Fundamentos Teóricos e Revisão Bibliográfica. Esta abrange tópicos tais como Resíduos Sólidos, sua gestão e formas de disposição e tratamento, bem como uma explanação sobre a origem dos resíduos sólidos abrangidos neste estudo. Na sequência, é apresentada a caracterização de tais resíduos, seguida da apresentação do sistema de queima destes, existente na indústria, e da forma como é realizado o controle das emissões de materiais particulados geradas essa queima. Por fim,

na seção de Resultados e Discussões são abordados o potencial para aplicação dos resíduos estudados, uma estimativa da economia de lenha a partir da queima de uma formulação sugerida de resíduos, além de uma discussão a respeito da minimização de impactos ambientais a partir da queima destes resíduos.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos sólidos

Resíduo é qualquer material que sobra de uma ação ou processo produtivo, considerado inútil por quem o descarta (SAQUETO, 2010). Há de se destacar, no entanto, a relatividade da característica inservível do lixo, pois aquilo que já não apresenta nenhuma serventia para quem o descarta, para outro pode se tornar matéria-prima para um novo produto ou processo (MONTEIRO et. al., 2001).

Ainda segundo MONTEIRO et. al. (2001), resíduos são gerados em praticamente todas as operações (agrícolas, industriais, mineração, serviços, entre outros), isso porque são raríssimos, em nossa sociedade, os balanços de massa que não gerem ineficiências e perdas, o que acarreta em maiores consumos de matérias-primas, oferecendo parte delas como resíduo ou poluição.

Neste trabalho será utilizado o termo resíduo e resíduo sólido como equivalentes e, segundo a definição de resíduo sólido de acordo com a NBR 10.004 “Resíduos Sólidos – Classificação”:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1).

Ainda segundo a ABNT NBR 10.004 “Resíduos Sólidos – Classificação” (2004), os resíduos podem ser enquadrados como:

- Classe I – Resíduos perigosos

São aqueles que apresentam periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

- Classe II A – Não Inertes

Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I. Os resíduos não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

- Resíduos classe II B - Inertes

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme teste de solubilização, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

2.2. Gestão de resíduos

A gestão ambiental nas indústrias é de grande importância, visto a quantidade de energia que requerem para a geração de seus produtos, bem como a quantidade que geram de resíduos, sejam perigosos ou não (LANÇA e SILVA, 2006).

Ao longo dos anos, as políticas de controle de resíduos sólidos foram sendo alteradas, evoluindo da busca pelo estabelecimento de normas referentes à forma mais adequada de coleta e de disposição do material descartado nos anos 70, passando pela ênfase no pré-tratamento e destruição dos resíduos nos anos 80 e atingindo a busca pela redução de resíduos na fonte geradora, bem como a implantação de programas de recuperação dos recursos (BROLLO; SILVA, 2001).

Tem-se uma filosofia de que não poluir é a melhor maneira de se reduzir os impactos ambientais provenientes das atividades industriais. Segundo MISSIAGGIA (2002), a tendência mundial está baseada em:

- redução da geração na fonte, geração zero ou minimização, que pode variar desde a alteração de práticas operacionais até alterações tecnológicas no processo produtivo;
- reutilização de resíduos, que pode variar da simples utilização dos dois lados de uma folha de papel, passando pela reutilização de peças e componentes usados de produtos até profundas alterações no processo produtivo;
- reciclagem de resíduos, que pode ser através da utilização dos resíduos como matéria-prima em outro processo produtivo ou pelo aproveitamento dos materiais contidos nos resíduos e suas transformações em outro produto.

Outro processo utilizado é a incineração de resíduos com aproveitamento de calor que visa à redução de volume e toxicidade dos resíduos, bem como pode ser obtida a recuperação energética dos materiais contidos nos mesmos.

A implantação de monitoramento nos locais de disposição de resíduos e prevenção e controle da poluição ambiental são a última fase a ser adotada em um programa de produção mais limpa.

2.3. Disposição e tratamento de resíduos sólidos

O tratamento de resíduos sólidos compreende uma série de procedimentos realizados com a finalidade de reduzir a quantidade de resíduos gerada ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (MONTEIRO et. al., 2001).

Ainda segundo MONTEIRO et. al. (2001), é comum proceder ao tratamento de resíduos industriais com vistas à sua reutilização ou, pelo menos, torná-los inertes. Contudo, dada a diversidade dos mesmos, não existe um processo preestabelecido, havendo sempre a necessidade de realizar uma pesquisa e o desenvolvimento de processos economicamente viáveis.

Caso os resíduos gerados não tenham um tratamento adequado, o meio ambiente, por conseqüência, sofrerá sérios danos, dentre os quais pode-se citar:

- a poluição do solo: alterando suas características físico-químicas, representará uma séria ameaça à saúde pública tornando-se ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças, além do visual degradante associado aos montes de lixo;
- a poluição da água: alterando as características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica presente no lixo, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos;
- a poluição do ar: provocando formação de gases naturais na massa de lixo, pela decomposição dos resíduos com e sem a presença de oxigênio no meio, originando riscos de migração de gás, explosões e até de doenças respiratórias, se em contato direto com os mesmos.

A destinação final e o tratamento dos resíduos podem ser realizados através dos seguintes métodos:

2.3.1. Aterro industrial

O aterro industrial é uma alternativa para disposição final de resíduos sólidos industriais, através da utilização de técnicas que permitem a disposição controlada destes resíduos no solo, devendo possuir um controle da quantidade e tipo de resíduo, sistemas de proteção ao meio ambiente e monitoramento ambiental.

A construção do aterro obedece a rigorosas técnicas nacionais e internacionais de segurança, visando garantir proteção ao meio ambiente. Um aterro industrial requer impermeabilização rigorosa de sua base, com materiais naturais ou sintéticos, mantas plásticas especiais, e também uma cobertura impermeável para as células que já tiverem sido preenchidas, a fim de evitar a infiltração de águas de chuva e possibilitar o controle de emissões gasosas. É também importante manter uma distância de vários metros do fundo das valas do aterro até o nível do freático no local (TOCCHETTO, 2005).

Entretanto, as áreas destinadas para implantação de aterros têm uma vida útil limitada e novas áreas são cada vez mais difíceis de serem encontradas próximas aos centros urbanos. O distanciamento dos grandes centros urbanos resulta em custos com a operação mais elevados, além de uma maior poluição atmosférica resultante do aumento da distância percorrida pelos transportes dos resíduos.

Apesar dos cuidados que devem ser tomados para a instalação dos aterros, ainda existe a possibilidade de ocorrer poluição das águas subterrâneas, lixiviação, emissão de odores, e contaminação dos solos, além de ser a alternativa de maior geração de CO₂ equivalente.

2.3.2. Reciclagem de resíduos sólidos

A reciclagem trata de reintroduzir no sistema uma parte da matéria (e da energia), que seria descartada, gerando economias no processo industrial. Os resíduos são coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, os quais eram feitos anteriormente com matéria prima virgem. Dessa forma, os recursos naturais ficam menos comprometidos.

A reciclagem traz benefícios através da contribuição para diminuir a poluição do solo, da água e do ar, do prolongamento da vida útil de aterros sanitários, da geração de empregos para a população não qualificada e de receita com a comercialização dos recicláveis, além de estimular a concorrência, uma vez que

produtos gerados a partir dos reciclados são comercializados em paralelo àqueles gerados a partir de matérias-primas virgens.

2.3.3. Compostagem

A compostagem é uma forma de tratamento biológico da parcela orgânica do lixo, permitindo uma redução de volume dos resíduos e a transformação destes em composto a ser utilizado na agricultura, como condicionante do solo. Segundo MUSTIN (1987), apud ABES (1999), a compostagem pode ser definida como um processo aeróbico e controlado de decomposição biológica e estabilização da matéria orgânica em condições que permitam o desenvolvimento de temperaturas termofílicas resultantes de uma produção calorífica de origem biológica, com obtenção de um produto final estável, higiênico, rico em compostos húmicos e cuja utilização, no solo, não ofereça riscos ao meio ambiente.

Trata-se de uma alternativa interessante, não só pelo aproveitamento da fração orgânica biodegradável do lixo, que pode ser tratada e transformada num composto orgânico de qualidade, o húmus, como também por contribuir com a minimização dos impactos ambientais, o aumento de vida útil dos aterros sanitários e com a geração de empregos.

Algumas dificuldades que podem ser enfrentadas são a comercialização dos compostos em razão do comprometimento dos mesmos por contaminantes e possíveis aspectos negativos de cheiro no pátio de cura.

2.3.4. Tratamento térmico de resíduos

O tratamento térmico de resíduos consiste na utilização do conteúdo energético dos materiais através de sua queima ou incineração. Também chamada de reciclagem energética, esta difere dos tratamentos citados anteriormente por não gerar novos produtos que incorporem os materiais já utilizados. Trata-se, portanto, de um reaproveitamento dos resíduos.

A incineração é um processo tecnológico que emprega a decomposição térmica, via oxidação em alta temperatura (usualmente entre 800 °C e 1000 °C com o objetivo de evitar a produção de gases tóxicos), para destruir a fração orgânica de um resíduo ou reduzir o seu volume. Durante o processo de incineração, os gases gerados são adequadamente tratados e as cinzas são depositadas em aterros apropriados, reduzindo, de acordo com LANÇA e SILVA (2006), o provável impacto que poderia ocorrer se os resíduos fossem dispostos em condições inseguras.

A incineração é uma estratégia usual em vários países da Europa, e no Japão, pois reduz o volume do lixo em até 90 %, sem produzir odor e lixiviação, além de não causar problemas biológicos. Essa escolha deve-se, principalmente à escassez de espaço físico para a construção de aterros.

A Tabela 1 apresenta o percentual de utilização do processo de incineração como tratamento do lixo urbano em diferentes países.

Tabela 1 - Uso da incineração (e recuperação de energia) para disposição de resíduos em vários países.

Fração com recuperação de energia	Incineração de resíduos como tratamento do lixo urbano (%)	Fração com recuperação de energia
Dinamarca	65	100 (maioria aquecimento)
França	42	68
Japão	72	Poucas plantas
Holanda	40	50
Suécia	55	100 (maioria aquecimento)
Estados Unidos	16	60
Reino Unido	8	Poucas plantas

Fonte: HENRIQUES et. al. (2003), *apud* WILLUMSEN (1999).

Como pode ser observado na Tabela 1, diversos países desenvolvidos utilizam a incineração de resíduos como tratamento do lixo urbano utilizando-se da energia que pode ser obtida dos resíduos.

HENRIQUES (2004) recomenda o uso de resíduos de maior poder calorífico como plásticos e papéis como os mais adequados para serem submetidos ao tratamento térmico. Algumas das vantagens observadas nesse processo são: o uso direto da energia térmica para geração de vapor e/ou energia elétrica, a necessidade de alimentação contínua de resíduos, o fato de este ser um sistema relativamente sem ruídos e odores, além de necessitar de pequena área para instalação. Entre as desvantagens, pode-se denotar a inviabilidade de utilização deste processo com resíduos de baixo poder calorífico e clorados, o fato de umidade excessiva e presença de resíduos de baixo poder calorífico prejudicar a combustão, a necessidade de utilização e equipamento auxiliar para manter a combustão, a possível concentração

de metais tóxicos nas cinzas, a possibilidade de emissão de dioxinas e furanos e o alto custo de investimento e de operação e manutenção.

Vários estudos vêm sendo realizados na tentativa de explicar as variáveis que determinam o desempenho da incineração de resíduos com aproveitamento energético para o tratamento de resíduos, tais como os trabalhos de REIS (2000) e MORGADO (2006), entre outros.

2.3.5 Outros processos de tratamento

Outros processos comuns de tratamento são:

- neutralização, para resíduos com características ácidas ou alcalinas;
- secagem ou mescla, que é a mistura de resíduos com alto teor de umidade com outros resíduos secos ou com materiais inertes, como serragem;
- encapsulamento, que consiste em revestir os resíduos com uma camada de resina sintética impermeável e de baixíssimo índice de lixiviação;
- incorporação, onde os resíduos são agregados à massa de concreto ou de cerâmica em uma quantidade tal que não prejudique o meio ambiente, ou ainda que possam ser acrescentados a materiais combustíveis sem gerar gases prejudiciais ao meio ambiente após a queima;
- esterilização a vapor e desinfecção por microondas (tratamento dos resíduos patogênicos, sépticos, hospitalares).

2.4. Legislação Ambiental

A preocupação com o meio ambiente tem sido crescente e, conseqüentemente, há o surgimento de uma legislação mais rígida que obriga a tomada de atitudes ambientalmente corretas e a adaptabilidade, por parte das indústrias, de seus processos, para o atendimento das legislações em vigor.

Ao encontro das novas normas, leis, decretos e resoluções vêm as exigências por parte dos consumidores, os quais possuem uma consciência ecológica cada vez maior e exigem o engajamento das empresas na causa ambiental.

As normas brasileiras referentes à incineração são:

- a Resolução 316/2002 do CONAMA e
- a norma ABNT 11.175.

No estado do Rio grande do Sul se aplicam:

- a resolução CONSEMA 009/2000,
- o Decreto 38.356/1998,
- a Lei nº 9.921/1993, e
- a Lei nº 10.099/1994.

O cumprimento das normas citadas acima são exigências legais ao processo de licenciamento que abrangem as características de projeto, operacionais, construtivas do sistema, bem como seu desempenho.

3. GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE TABACO

Os resíduos gerados pelas atividades industriais são resíduos muito variados que apresentam características diversificadas, pois estas dependem do tipo de produto manufaturado. Devem, portanto, ser estudados caso a caso (MONTEIRO, et al., 2001).

O processo de fabricação do cigarro é apresentado na Figura 1. Conforme pode ser observado nesta figura, a matéria prima é recebida das Usinas de Fumo, localizadas em Santa Cruz do Sul (RS), Blumenau (SC), Rio Negro (PR) e Patos (PB). Os fardos de fumo são então processados no *Primary Manufacturing Department* (PMD), responsável por condicionar o fumo, aplicar melados e aromatizantes, bem como realizar o *blend* - mistura de fumos para cada marca. Na seqüência, o fumo desfiado é separado em sacos de 200 Kg, para posicionamento no estoque intermediário na Central de Fumo Desfiado (CFD). O fumo, através de transporte pneumático, é enviado para o *Secondary Manufacturing Department* (SMD), responsável pela fabricação de cigarros e para o respectivo encarteiramento. As carteiras de cigarro são então empacotadas e enviadas aos Centros de Distribuição (CD), que são os responsáveis pela colocação do produto no varejo.

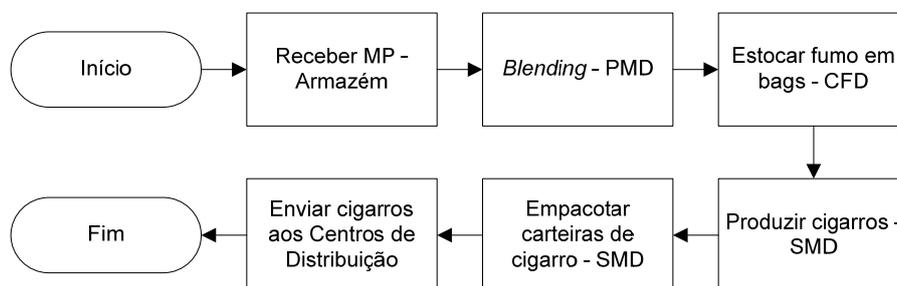


Figura 1 - O processo de fabricação do cigarro (RS).

De maneira a entender mais facilmente a geração de resíduos na unidade Cachoeirinha da Souza Cruz, deve-se observar, primeiramente, o processo de cada uma das áreas da empresa. Nos fluxogramas que serão apresentados a seguir, os resíduos não reaproveitados no processo estarão representados pelos quadros em destaque.

3.1. Processo Primário

O Processo Primário é responsável pelo processamento de fumos. Nele, a geração de resíduos é proveniente da matéria prima (melado, essência, fumo, cacau, entre outros), que chega à unidade embalada em bombonas plásticas, sacos de

aniagem, sacos plásticos, caixas de papelão e cintas plásticas bem como paletes de madeira; e do processamento do fumo, que possui desperdício de fumo que cai ao chão e que é rapado na lavagem dos equipamentos, bem como algumas vezes resulta em fumo contaminado, o qual deve também ser descartado. Além disso, o processo pode gerar metais e pó do esmeril.

A Figura 2 apresenta um fluxograma esquemático da geração de resíduos no processo primário. Nesta figura, os quadros em destaque indicam os resíduos não reaproveitados atualmente. Pode-se observar, nesta figura, a grande variabilidade de resíduos gerados nessa etapa primária do processo.

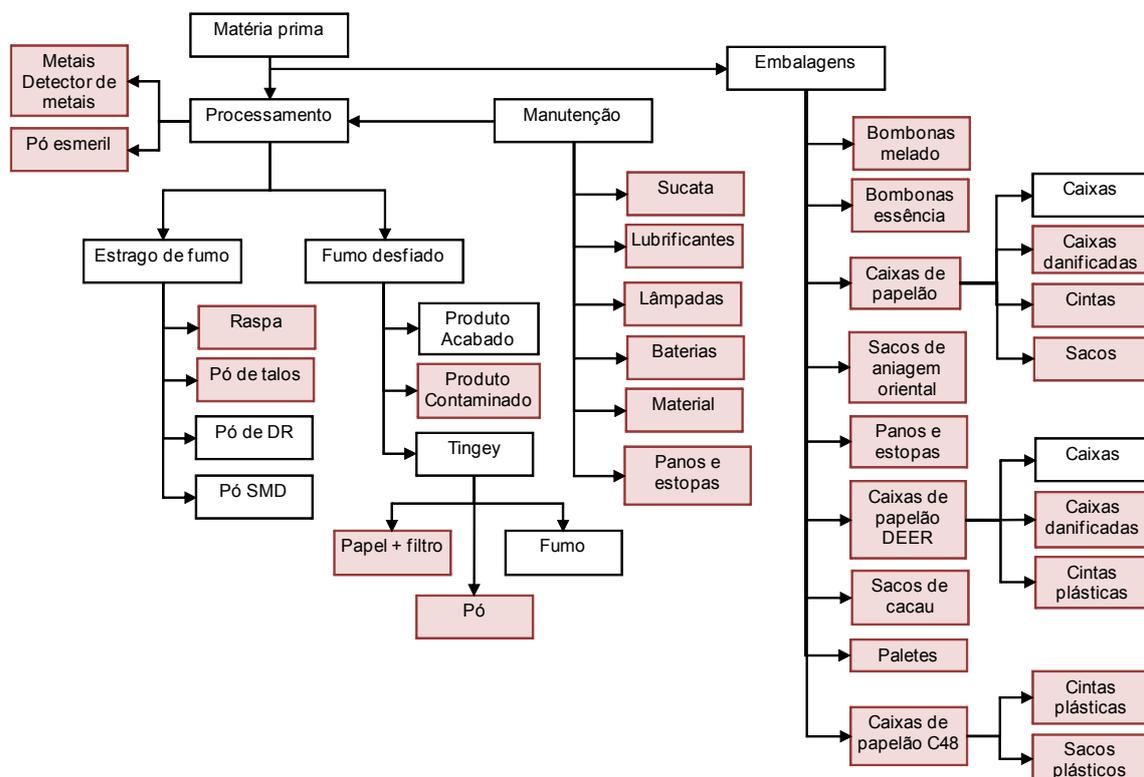


Figura 2 - Fluxograma de geração de resíduos no processo primário (PMD).

3.2. Processo Secundário

O Processo Secundário é responsável pela fabricação de carteiras de cigarros, a qual pode ser subdividida em produção de cigarros, encarteiramento, colocação da pelica e fitilo e setor de selos.

Na Figura 3 está apresentado um fluxograma simplificado do processo de fabricação de cigarros, no qual há o descarte de papeis, filtros, fumo e pó de fumo provenientes de cigarros com problemas de qualidade, além do material de varrição do setor.

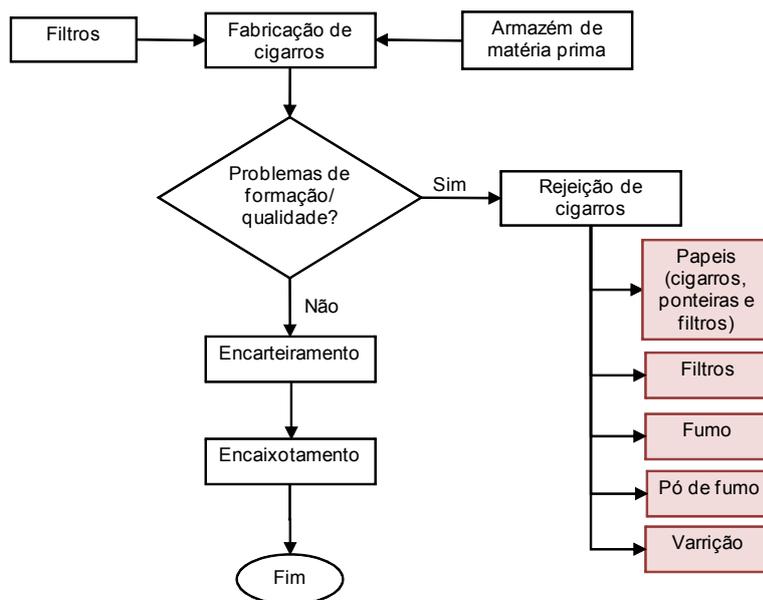


Figura 3 - Fluxograma de geração de resíduos na fabricação de cigarros no SMD.

A Figura 4 apresenta os resíduos resultantes do processo de formação da carteira de cigarro, no qual há a geração de resíduos de papel, abrasivos e varrição provenientes de problemas de formação das carteiras.

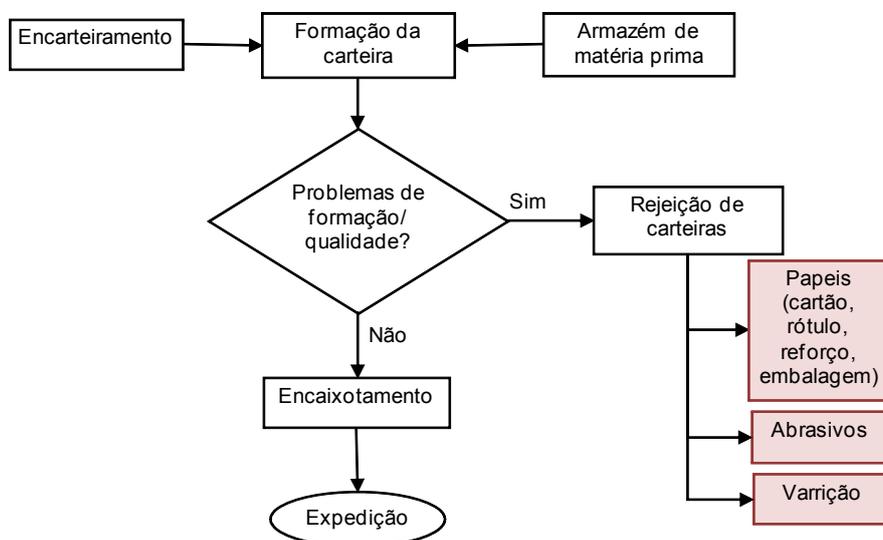


Figura 4 - Fluxograma de geração de resíduos na formação da carteira no SMD.

No processo de colocação de pelica e fitilo nas carteiras de cigarro também pode haver problemas de qualidade, resultando na geração de resíduos de papel, plástico, abrasivos e resíduos de varrição, como representado na Figura 5.

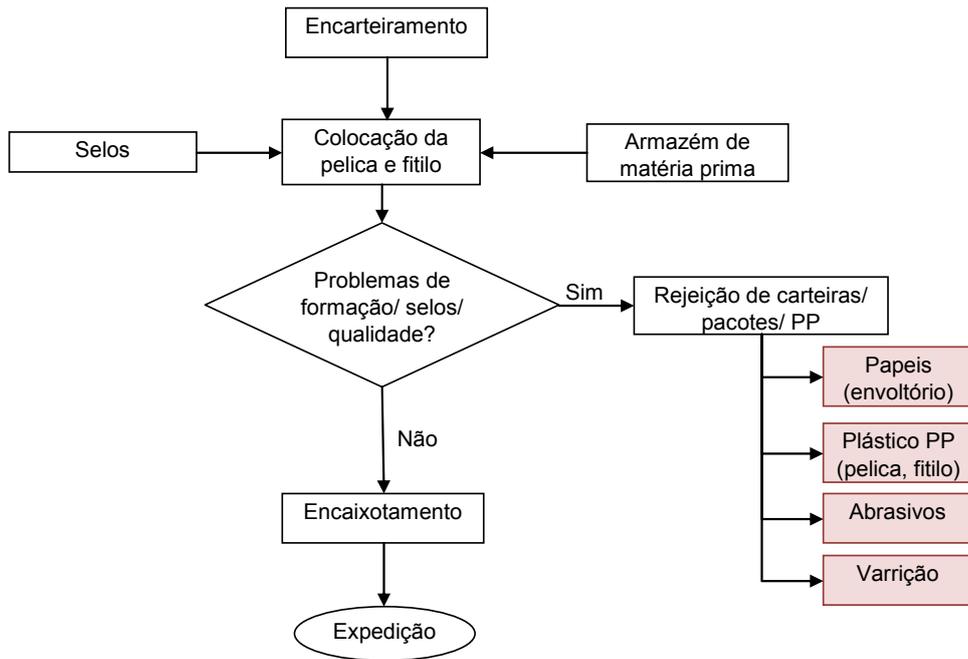


Figura 5 - Fluxograma de geração de resíduos na colocação da pelica e fitilo nas carteiras no SMD.

Concomitantemente aos processos anteriormente citados, há a impressão dos pacotes de selos, que, conforme apresentado na Figura 6, resulta na geração de panos sujos, solventes usados, resíduos de tinta, papel e plástico.

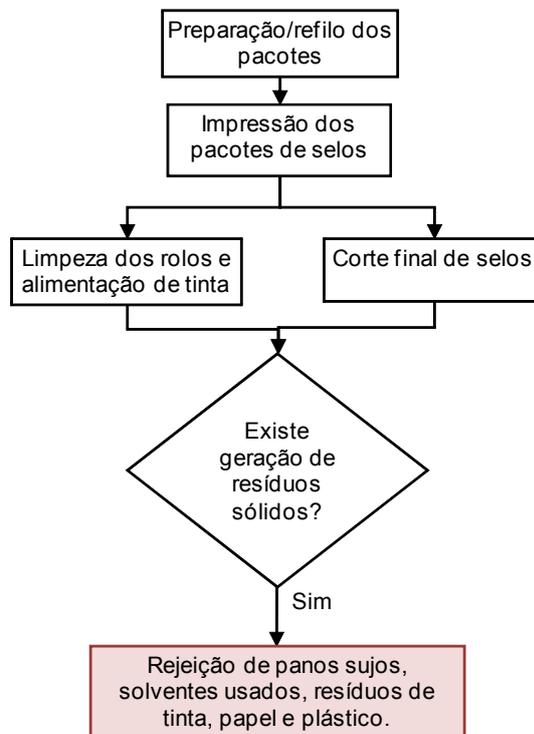


Figura 6 - Fluxograma de geração de resíduos na área de selos.

3.3. Procedimentos de manutenção

Como todo processo envolvendo máquinas e equipamentos, é necessária a realização de manutenções preventivas e corretivas durante o processo produtivo, as quais visam a otimização dos equipamentos, dos processos e dos orçamentos, de modo a alcançar uma melhor manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade desses.

Os procedimentos de manutenção também geram resíduos, tais como panos sujos, óleos, graxas, borra de tinta, metais, papel, plástico, pó de fumo e cera líquida, os quais estão representados no fluxograma da Figura 7.

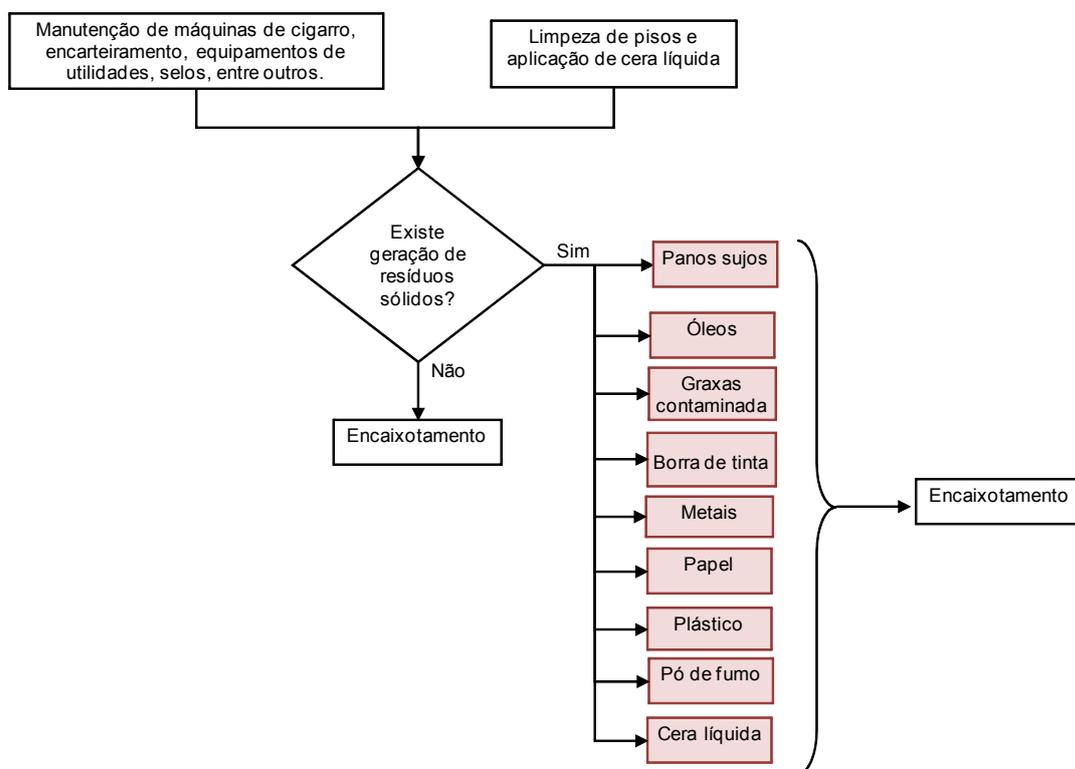


Figura 7 - Fluxograma de geração de resíduos na manutenção de máquinas/equipamentos em toda unidade.

3.4. *Regional Product Centre* (RPC) e Planta Piloto

Os laboratórios do RPC são responsáveis pela realização de análises físico-químicas das amostras. Durante os processos de análises, são gerados materiais contaminados (EPIs, papéis, cigarros, fumo, entre outros) e também reagentes. Por se tratarem de resíduos contaminados, enquadrando-se como resíduos classe I, estes são enviados para incineração e não serão levados em consideração neste estudo em

decorrência de o sistema de tratamento de emissões não ser adequado às emissões geradas na queima de resíduos perigosos.

Os resíduos gerados na Planta Piloto, por sua vez, possuem as mesmas características dos gerados nos processos primário e secundário.

3.5. Departamento gráfico

Os resíduos gerados no departamento gráfico (DG) e em seu processo são aparas de papel provenientes da área de corte, lodo e raspas de cobre, provenientes da galvanoplastia e embalagens de produtos químicos, contaminados ou não, além de panos e estopas sujas de óleo.

Tais resíduos são direcionados à central de subprodutos onde são acondicionados nas baias de descarte e enviados para tratamento.

3.6. Caldeiras

As caldeiras são utilizadas para geração de vapor, necessário no processo primário e no condicionamento de ar dos ambientes da unidade. A produção de vapor gera cinzas como resíduo. A Figura 8 apresenta o fluxograma da geração de resíduos nas caldeiras.

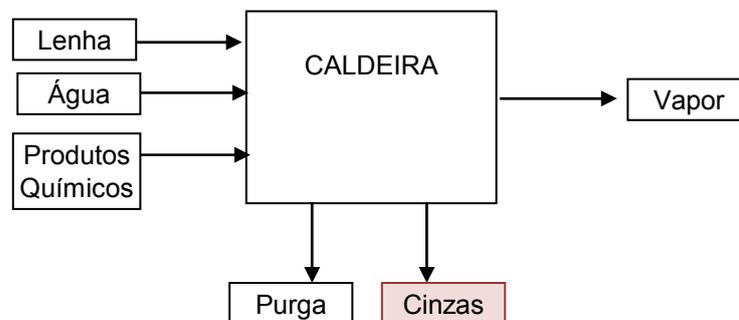


Figura 8 - Fluxograma de geração de resíduos nas caldeiras a lenha.

4. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Segundo SAQUETO(2010), conhecendo-se a diversidade dos resíduos gerados, é fundamental o conhecimento das características químicas destes, uma vez que elas possibilitam a seleção de processos de tratamento e técnicas de disposição final. Algumas das características básicas de interesse de cada resíduo são: o poder calorífico, o pH, a composição química (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e carbono) e a relação teor de carbono/nitrogênio, os teores de sólidos totais fixos e voláteis e o teor de umidade.

Contudo, MISSAGGIA (2002) ressalta que a caracterização de um resíduo é muitas vezes bastante difícil em função, principalmente, das limitações técnicas dos laboratórios. Em função disso, um conhecimento prévio a respeito da origem do resíduo e do processo industrial, que lhe deu origem, pode facilitar, grandemente, a classificação de um resíduo através das listagens da NBR 10.004.

Na unidade Cachoeirinha da Souza Cruz, empresa objeto deste estudo, são encontrados diversos tipos de resíduos, como citado anteriormente. A Tabela 2 apresenta os resíduos não perigosos gerados anualmente na unidade.

Tabela 2 - Resíduos não perigosos gerados na unidade Cachoeirinha da Souza Cruz.

Resíduos não perigosos	Quantidade gerada (kg/ano)
Cabo acetato	114.362
Cigarro triturado	31.307
Cinza de caldeira	201.142
Filtros de manga ou similares	5.190
Sucata metálica não ferrosa	26
Sucara metálica ferrosa	111.667
Madeira	197.109
Papel carteira	184.787
Papelão	792.612
Aparas de papel	2.192.709
Papel	10.218
Plásticos	230.231
Pó de fumo (processo)	2.334.721
Pó de fumo (varrição)	276.177
Pó de fumo exportação	199.662
Raspa de fumo (úmido)	224.877
Vidro	5.233
Resíduos de obra	75.000

Dos resíduos apresentados na Tabela 2, não foram abordados no estudo as cinzas de caldeira, filtros de manga ou similares, sucatas metálicas ferrosas e não

ferrosas, plásticos, vidro e resíduos de obra devido à não combustibilidade dos mesmos e à possibilidade de causar danos nos equipamentos ou, ainda, devido à dificuldade imposta à operação. Além destes, as aparas de papel são vendidas como subproduto, bem como uma parte do fumo é destinada à exportação, o pó de fumo de varrição não possui uma composição fixa e a raspa de fumo dos equipamentos chega úmida na central de resíduos, dificultando a queima.

Portanto, serão estudados os resíduos de cabo acetato, cigarro triturado, madeira, papel, papelão e pó de fumo proveniente do processo devido à má formação. A Figura 9 apresenta a distribuição dos resíduos estudados.

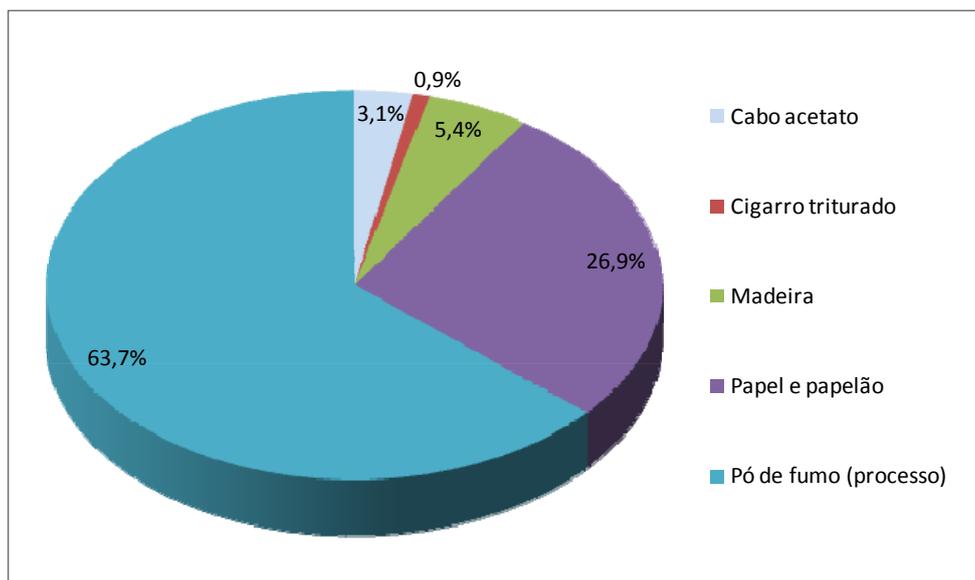


Figura 9 - Percentual de participação de cada um dos resíduos estudados para queima.

Como pode ser observado na Figura 9, o pó de fumo gerado como resíduo de processo, somado aos resíduos de papel e papelão, representam 90,6 % do total de resíduos a serem estudados; a seguir, discute-se um pouco mais de cada um deles.

4.1. Resíduo de pó de fumo

Biomassa é todo recurso renovável que tem como origem a matéria orgânica, tanto vegetal como animal. O pó de fumo trata-se de biomassa de origem vegetal e é, portanto, segundo RENDEIRO et. al. (2008), um hidrocarboneto que, diferentemente dos combustíveis fósseis, possui átomos de oxigênio na sua composição química. Ainda de acordo com RENDEIRO et. al. (2008), a presença desse átomo de oxigênio faz com que a biomassa requeira menos oxigênio do ar, sendo, dessa forma, menos poluente.

Os poluentes contendo enxofre são resultantes da reação com oxigênio dos combustíveis contendo enxofre, sendo convertidos, em sua maioria a SO_2 (aproximadamente 97 %) e, em menor proporção, em SO_3 que ao reagir com água a temperaturas abaixo de $400\text{ }^\circ\text{C}$ pode vir a formar ácido sulfúrico. No caso do pó de fumo, como na maior parte da biomassa vegetal, os teores de enxofre encontrados são muito pequenos, podendo ser desconsiderados.

Os óxidos de nitrogênio (NO_x), formados durante o processo de combustão, são constituídos de aproximadamente 95 % de óxido nítrico (NO) e o restante de dióxido de nitrogênio (NO_2).

O poder calorífico do pó de fumo é de 2300 kcal/kg , sendo um combustível auxiliar bastante interessante, visto seu elevado poder calorífico (Em <http://www.aalborg-industries.com.br>). Disponível em: 02 de junho de 2011).

4.2. Resíduo de papel e papelão

O papel é um composto de origem vegetal obtido a partir da justaposição artificial de fibras celulósicas. A composição química da fibra varia conforme o tipo de planta utilizado. Genericamente, pode-se caracterizar o papel como composto de dois grandes grupos: o dos constituintes maioritários (como a lenhina, a celulose e as hemiceluloses) e o dos minoritários (como substâncias minerais, proteicas, ácidos gordos e ácidos resínicos).

A Figura 10 apresenta a fórmula estrutural do polímero de celulose; a celulose é um polímero, um polissacarídeo construído a partir de monômeros de β -D-Glucose. A D-Glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) é um sacarídeo contendo cinco grupos álcool (OH) e um grupo aldeído (COH) no carbono 1. (Em: http://sigarra.up.pt/up/web_base.gera_pagina?P_pagina=2316). Disponível em: 02 de junho de 2011).

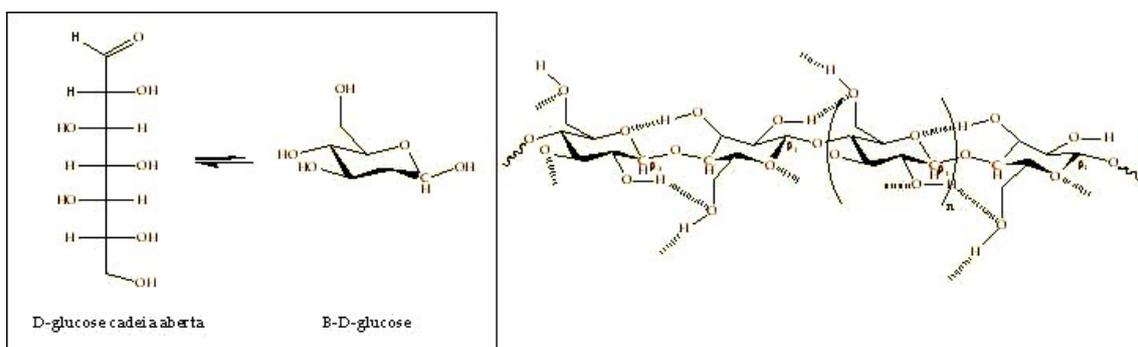


Figura 10 - Fórmula estrutural do polímero de celulose.

O revestimento do papel é principalmente de carbonato de cálcio, o qual não queima, constituindo parte das cinzas formadas na combustão.

O papel e o papelão possuem um poder calorífico de 4200 kcal/kg, sendo um combustível auxiliar bastante interessante, visto seu elevado poder calorífico (Em <<http://www.aalborg-industries.com.br>>. Disponível em: 02 de junho de 2011).

4.3. Cabo acetato

O acetato de celulose é um polímero derivado da polpa de celulose com alto grau de pureza. A primeira etapa do processo de fabricação envolve a acetilação (uso de anidrido acético) da polpa de celulose para produção de um produto intermediário, os flocos. O cabo acetato é produzido por meio da dissolução dos flocos em acetona. Após a dissolução, ocorre uma filtragem para remoção de partículas e a fiação dos filamentos, que são reunidos para formar uma fita ou corda. Em seguida, esta fita passa por um processo no qual é ondulada para unir os filamentos e condicionada para remoção dos resíduos de acetona. A Figura 11 apresenta a fórmula estrutural da celulose.

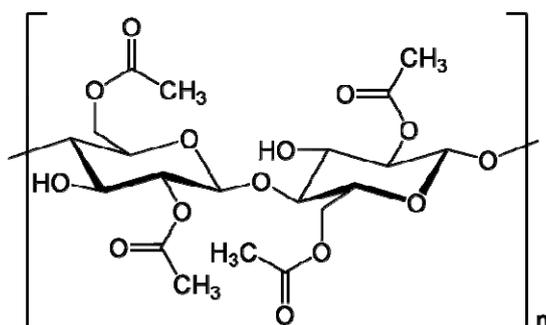


Figura 11 - Fórmula estrutural do acetato de celulose.

Quando oxidado, o acetato de celulose decompõe-se, liberando ácido acético, o qual pode provocar a corrosão de equipamentos, além de emissões atmosféricas.

4.4. Madeira

Talvez a fonte mais conhecida de biomassa seja a madeira, um recurso renovável e que, no caso da Souza Cruz já é utilizada em forma de lenha como combustível. A madeira em forma de lascas (condição necessária para combustão no queimador) possui um poder calorífico de 3300 kcal/kg, sendo um combustível auxiliar bastante interessante, visto seu elevado poder calorífico.

Ambientalmente, segundo HINRICHS (2004), as emissões de SO_x e NO_x a partir da madeira são baixas.

5. SISTEMA DE QUEIMA

O queimador de resíduos situa-se ao lado da caldeira, de forma totalmente independente, como mostram as Figura 12 e Figura 13. A tubulação de condução dos gases quentes do queimador para a caldeira é a única ligação física entre eles. Esses gases, decorrentes da queima dos resíduos, são insuflados para dentro da fornalha de queima de lenha, contribuindo com um montante de calor, complementar ao do combustível principal.

Trabalhando em sua capacidade máxima, o queimador pode processar até 400 kg de resíduo por hora. Esta vazão é controlada por uma automação específica que combina as demandas instantâneas de produção de vapor, exigidas à caldeira pela fábrica, com as necessidades específicas dos equipamentos de combustão principal e complementar. Isto garante uma operação da caldeira sem afetar as concepções e os processos originais da sua câmara de combustão.



Figura 12 - Fornalha de queima de pó ao lado da caldeira a lenha.

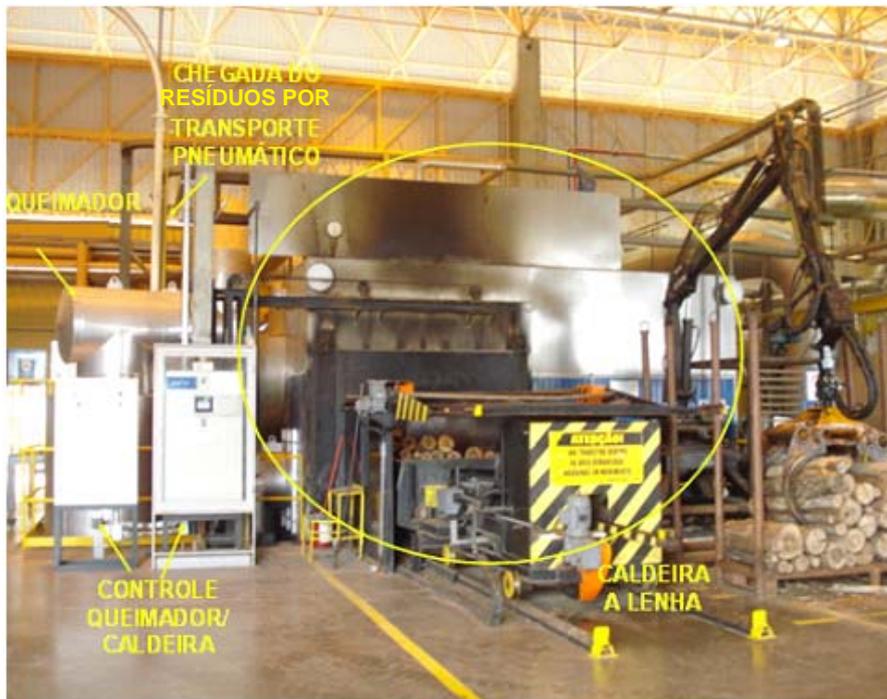


Figura 13 - Caldeira a lenha, com queimador acoplado à esquerda.

O queimador é constituído de duas câmaras de combustão, de construção em aço carbono e revestimento de concreto refratário. Esse material funciona também como isolamento térmico e é extremamente importante nas retomadas da combustão do pó após as paradas comandadas pela automação. Assim, o material refratário mantém a temperatura necessária às partidas, funcionando como um volante térmico, que facilita a manutenção das condições adequadas na queima completa do pó após as interrupções.

A câmara primária, apresentada na Figura 14, possui um queimador a base de gás natural industrial (GNI), responsável pelo pré-aquecimento e acendimento da chama. Os gases originados na pré-combustão ocorrida na câmara primária são conduzidos, por uma tubulação tangencial, até uma câmara secundária, onde se completa a combustão.

Na segunda câmara, mostrada na Figura 15, construída em formato de um cilindro vertical, o pó queima em fluxo centrífugo ascendente e as partículas mais pesadas (cinzas) são lançadas para as paredes e caem no fundo do cilindro, de onde são constantemente retiradas por uma rosca extratora. Grande parte das cinzas é retirada nesse ponto, preservando-se, assim, a integridade da fornalha da caldeira, que poderia sofrer desgaste por abrasão devido à presença de sílica. A temperatura nessa câmara varia entre 900 e 1100 °C.



Figura 14 - Câmara de queima primária.



Figura 15 - Câmara de queima secundária.

Os gases quentes provenientes desse processo passam por uma tubulação em formato de “Z”, como mostrado na Figura 16, e entram na fornalha da caldeira, exatamente sobre o leito de queima da lenha, na altura das chamas, cumprindo o papel de contribuir com uma parcela do calor necessário para a geração de vapor. A Figura 17 mostra o detalhe do insuflamento de gases para caldeira.



Figura 16 - Tubulação de insuflamento de gases quentes na caldeira.



Figura 17 - Detalhe do insuflamento de gases na caldeira.

6. CONTROLE DE EMISSÕES DE PARTICULADOS

O processo de combustão gera poluentes atmosféricos, os quais podem ser classificados, de acordo com RENDEIRO et. al. (2008), em três categorias: gases que provocam o efeito estufa, gases nocivos (agridem a saúde e destroem os bens materiais) e resíduos inertes. Na primeira categoria está o dióxido de carbono (CO_2) e hidrocarbonetos como o metano (CH_4). Na segunda, estão o monóxido de carbono (CO) e gases que contenham nitrogênio (NO_x) ou enxofre (SO_x). Na terceira, estão o carvão e as cinzas.

Uma grande parcela das emissões decorrentes da queima dos resíduos e de lenha é de material particulado, que requer tratamentos específicos para ser removido dos gases de combustão. O material particulado oriundo da combustão de resíduos possui um perfil granulométrico com maior quantidade de finos do que as emissões geradas apenas pela queima de lenha. Por esses motivos, existe a necessidade da instalação de um filtro antes da exaustão de gases pela chaminé.

O controle de emissões conta também com um multiciclone extrator de partículas grosseiras, apresentado na Figura 18, localizado logo após a saída dos gases da caldeira e que também funciona como eliminador primário de fagulhas. Essas fagulhas são extremamente prejudiciais aos elementos filtrantes e um processo para detecção e extinção de fagulhas por pulverização de água pressurizada foi, portanto, instalado na tubulação entre o ciclone e o filtro, para o caso de alguma eventual fagulha passar pelo ciclone.



Figura 18 - Multiciclone para remoção de partículas e de fagulhas.

Em seguida, os gases seguem para um filtro de mangas especiais de fibra de vidro, que suportam temperaturas de até 260 °C, com uma eficiência de retenção de 99 %, garantindo uma emissão final de material particulado inferior a 50 mg/Nm³.

Finalmente, os gases tratados são liberados por uma chaminé metálica. A Figura 19 mostra os filtros de mangas e a chaminé da caldeira.



Figura 19 – Filtros de manga e chaminé da caldeira.

Uma vista geral de todo o sistema de controle de emissões de particulados pode ser observada na Figura 20.

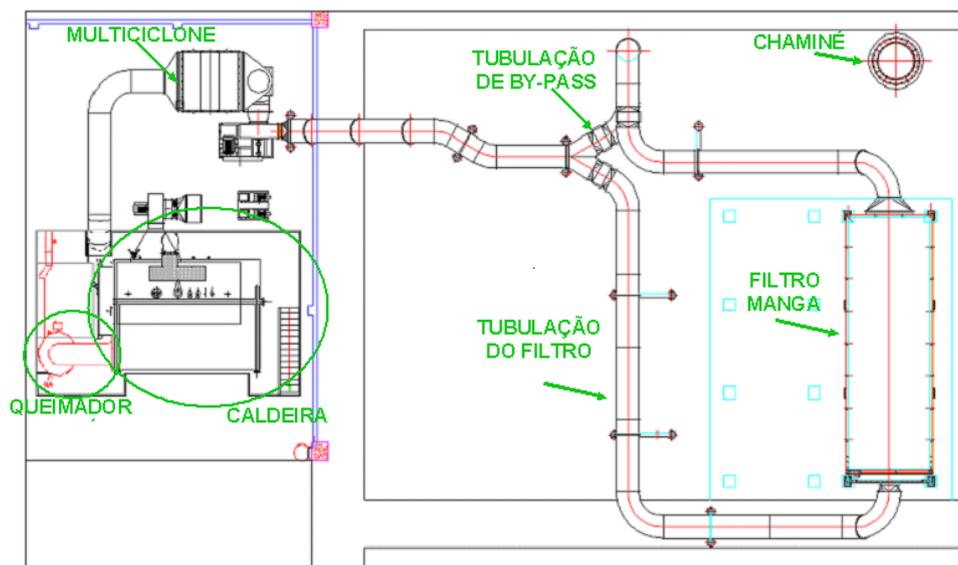


Figura 20 - Esquema da casa de caldeiras e do sistema de controle de particulados.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado teve como objetivo analisar a viabilidade da queima de resíduos gerados na Souza Cruz, buscando minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes da disposição dos resíduos gerados. Durante a condução do trabalho, desde a referência bibliográfica e levantamento de dados quanto a origem e características dos resíduos gerados, até a análise da possibilidade da queima dos mesmos, foram observadas características necessárias para combustão, bem como a compatibilidade com o sistema de queima existente e a viabilidade técnica, ambiental e econômica desta queima.

Observaram-se algumas propriedades dos resíduos que influenciam a queima, como o poder calorífico, e como estes precisariam ser preparados para que sejam compatíveis com o sistema de queima. Além disso, foram avaliadas as implicações ambientais decorrentes da utilização dos resíduos sólidos e estas foram abordadas como um dos pontos restritivos para utilização destes resíduos como combustível auxiliar para geração de vapor na caldeira a lenha. As exigências da legislação ambiental vigente impõem limites para emissão de poluentes na atmosfera, as quais poderiam inviabilizar a aplicação do combustível.

7.1. Potencial para aplicação de resíduos

Através da caracterização dos resíduos, pode-se notar que o poder calorífico dos resíduos de pó de fumo, papel e papelão, madeira, cigarro triturado e cabo acetato é satisfatório para processos com necessidade de geração de energia térmica. Além disso, tais resíduos apresentam umidade baixa, contribuindo para queima.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de análise das emissões atmosféricas no teste de queima de pó de fumo com combustível auxiliar, realizadas com o intuito de comparar, avaliar e quantificar as emissões de material particulado (MP), óxidos de nitrogênio (NO_x), densidade da fumaça pela escala Riengelman e dióxidos de enxofre (SO_2) presentes nos gases gerados pela queima de uma mistura de combustíveis (lenha e pó de fumo), na produção de vapor, utilizado nos diversos setores da empresa.

Os testes foram realizados a partir do pó de fumo coletado como resíduo na empresa. Os tempos de coleta foram os tempos determinados pelas normas vigentes e tanto as coletas quanto as análises laboratoriais foram realizadas conforme métodos da CETESB, ABNT e US EPA para dutos e chaminés de fontes estacionárias.

Para realização do teste, uma tomada de amostra foi instalada, por uma empresa especializada, na chaminé da saída dos gases de combustão da caldeira geradora de vapor, num duto vertical, observando a norma CETESB L9.221 e seus anexos.

Tabela 3 - Resultados de análise das emissões atmosféricas no teste de queima de pó de fumo com combustível auxiliar.

Parâmetro	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	Padrão de emissão
Concentração de MP (mg/Nm ³)	160,31	129,82	137,71	75
Densidade da fumaça (%)	<20	<20	<20	Máx. 20
Concentração de NO _x (mg/Nm ³)	115,18	81,70	100,45	400
Concentração de SO ₂ (mg/Nm ³)	10,347	8,396	10,550	250

A partir da tabela 3, nota-se que todos os parâmetros, exceto o de material particulado atendem a legislação. A fim de corrigir a concentração de MP emitida, foi instalado um sistema de filtro de mangas, ficando a emissão de MP entre 16 e 23 mg/Nm³, dentro dos padrões exigidos pela legislação ambiental. O anexo A, apresenta a caracterização do resíduo de pó de fumo, segundo a NBR 10004.

Em contrapartida, o cabo acetato (acetato de celulose), ao oxidar-se, libera gases ácidos e oxidantes, o que inviabiliza sua queima devido aos cuidados que devem ser tomados tanto com os equipamentos, os quais podem ser danificados, quanto com as emissões geradas. Testes realizados no sistema de queima acoplado a caldeira geradora de vapor para queima de pó de fumo gerado como resíduo no processo produtivo da Souza Cruz apresentaram baixa taxa de geração de material particulado no fluxo gasoso proveniente da combustão.

É importante ressaltar que a trituração, no caso de resíduos de cigarro, papel, papelão e madeira, é necessária para redução de tamanho a dimensões abaixo de 5–20 mm, possibilitando o transporte até o queimador via transporte pneumático e proporcionando uma melhor alimentação no queimador com aumento significativo da área do combustível.

7.2. Estimativa da economia de lenha

Segundo FERREIRA (2001) como toda decisão envolve aspectos operacionais, econômicos e financeiros, qualquer mensuração deve considerar também esses aspectos. Para isso, utiliza-se dos conceitos de gestão econômica,

medindo as receitas e os custos dos produtos e serviços prestados pelas atividades de prevenção, recuperação e reciclagem sob a responsabilidade da gestão ambiental. Ressalta-se que o foco é sobre o resultado da gestão ambiental e não somente sobre os custos da degradação do meio ambiente.

A avaliação do potencial de economia de lenha obtido através da implantação de um sistema de aproveitamento térmico da queima de alguns resíduos gerados na unidade Cachoeirinha da Souza Cruz foi realizada calculando o quanto de energia poderia ser gerada, no período de um ano, a partir da queima de uma mistura de resíduos e, desta forma, a quantidade de lenha que pode deixar de ser queimada a partir da utilização deste combustível auxiliar para geração de vapor na caldeira.

Sendo a capacidade máxima do queimador de 400 kg/h e considerando-se 247 dias trabalhados no ano, em regime de trabalho contínuo (24 horas diárias), tem-se que, considerando a mistura de resíduos apresentada na Tabela 4, obtém-se um resíduo com poder calorífico igual a 3186 kcal/kg, resultando em uma energia térmica anual equivalente a 7.471,5 Gcal.

Tabela 4 - Composição da mistura de resíduos para queima.

Resíduo	Composição
Cigarro triturado	1,33%
Madeira	8,40%
Papel e papelão	42,11%
Pó de fumo (processo)	48,15%

A composição apresentada na Tabela 4 foi obtida a partir da proporção de resíduos com bom poder calorífico gerados na Souza Cruz.

A partir dos cálculos realizados, percebe-se que a queima de resíduos para obtenção de energia pode economizar até 3.113 toneladas de lenha por ano, considerando-se o poder calorífico da lenha, a 40 % de umidade, como 2400 kcal/kg.

7.3. Minimização de impactos ambientais

A destinação dos resíduos sólidos para aterros, além do espaço ocupado e da possibilidade de contaminação do solo e lençóis freáticos, exige o transporte destes resíduos, que, normalmente, é realizado por uma frota de caminhões abastecidos com óleo diesel. O óleo diesel é um combustível fóssil, derivado do petróleo, formado basicamente por hidrocarbonetos e possuindo também em sua composição, oxigênio, nitrogênio e enxofre.

Nesse sentido, pode-se afirmar que com o reaproveitamento energético de resíduos, tem-se uma minimização do impacto ambiental, pois haverá a redução do

espaço ocupado em aterros, bem como a integração da energia gerada ao processo produtivo, minimizando a emissão proveniente dos meios de transporte, a utilização de combustíveis fósseis e a quantidade de lenha utilizada para geração de vapor nas caldeiras.

8. CONCLUSÕES

Embora muitas mudanças positivas venham ocorrendo nas últimas décadas, ainda existem diversas ações a serem tomadas para minimizar, ainda mais o impacto da geração de resíduos no meio ambiente.

Através deste trabalho, pôde-se realizar uma avaliação da viabilidade da queima de resíduos industriais gerados na unidade de Cachoeirinha da Souza Cruz para obtenção de energia térmica a ser utilizada numa caldeira geradora de vapor, tornando o processo mais sustentável.

O efetivo controle da geração de resíduos é condição indispensável para que a empresa possa tratar e destinar corretamente os seus resíduos. Percebeu-se, a partir da análise da geração de resíduos na empresa, que os resíduos gerados na Souza Cruz são bastante variados, apresentando diferentes características. Dessa forma, o estudo focou nos resíduos de pó de fumo, papel, papelão, cabo acetato, cigarro triturado e madeira. Propôs-se uma mistura composta por estes resíduos, exceto cabo acetato (filtro do cigarro), obtendo-se uma mistura para queima com poder calorífico inferior, igual a 3186 kcal/kg, representando uma energia térmica anual equivalente a 7.471,5 Gcal.

Verificou-se, portanto, que é possível realizar a queima de pó de fumo proveniente do processo de produção, papel, papelão, cigarro triturado e lascas de madeira, podendo-se obter uma economia de consumo de lenha de mais de 3.000 toneladas ao ano. Entretanto, há a necessidade de redução granulométrica de alguns resíduos, de forma que a queima seja mais efetiva, bem como da separação dos filtros dos cigarros triturados.

Em suma, com o presente estudo constatou-se que a utilização de um sistema de queima de resíduos sólidos com reaproveitamento de energia é viável, pois além de apresentar um retorno econômico através da redução no consumo de lenha, há também a redução das emissões atmosféricas provenientes dos meios de transporte, bem como a redução dos espaços utilizados em aterros sanitários.

As perspectivas futuras deste estudo são: a realização de testes com a mistura de resíduos proposta, de modo a caracterizar fielmente a emissão atmosférica decorrente da queima destes resíduos e seu impacto ao meio ambiente para obtenção da licença operacional para queima destes.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BROLLO, M. J.; SILVA, M. M. Política de gestão ambiental em resíduos sólidos: Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABES, 2001.

FERREIRA, Aracéli, de Souza. Custos Ambientais – Uma visão de Sistemas de Informação. In I SEMINÁRIO DE CONTABILIDADE AMBIENTAL, Salvador – BH, 2001.

HENRIQUES, Rachel Martins, Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Tecnológica. COPPE-UFRJ, Dissertação de Mestrado, 2004.

HENRIQUES, Rachel Martins; OLIVEIRA, Luciano Basto; COSTA, Angela Oliveira da. Geração de Energia com Resíduos Sólidos Urbanos: Análise custo benefício. In: V Encontro nacional da ECOECO, 2003, Caxias do Sul – RS.

HINRICHES, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. Energia e meio ambiente. Tradução técnica da 3ª edição norte-americana: Flávio Vinci, Leonardo Mello. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

LANÇA, Roberta Oliveira; SILVA, Celso Luiz da. Diagnostico dos residuos gerados em uma industria alimentícia e avaliação técnica, ambiental e econômica do tratamento térmico dos mesmos. AIDIS; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sección Uruguay. Rescatando antiguos principios para los nuevos desafíos del milenio. Montevideo, AIDIS, 2006, p.1-10.

MISSAGGIA, Rita Rutigliano. Gestão de Resíduos Sólidos Industriais: Caso Springer Carrier. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. (Dissertação de Mestrado em Administração)

MONTEIRO, José Henrique Penido, et. al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

MORGADO, Túlio Cintra; FERREIRA, Osmar Mendes. Incineração de resíduos sólidos urbanos, aproveitamento na co-geração de energia: estudo para região metropolitana de Goiânia. Goiânia: UCG, 2006.

NASCIMENTO, Teresa Cristina F. do; MOTHÉ, Cheila Gonçalves. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. Revista Analytica, São Paulo, nº 27, p. 36-48, fevereiro/março 2007.

Oficina de restauração e reparo. Disponível em: <http://sigarra.up.pt/up/web_base.gera_pagina?P_pagina=2316> Acesso em: 02 de junho de 2011.

Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Metodologias e Técnicas de Minimização, reciclagem, e Reutilização de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 65p. il.

REIS, Renato Vaz; SILVEIRA, Djalma Dias. Incineração de lixo sólido com aproveitamento de energia térmica e de resíduos. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, Vitória – ES.

RENDEIRO, Gonçalo et. al. Combustão e gaseificação de biomassa sólida: soluções energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008. 192p.

SAQUETO, Karla Carolina. Estudo dos resíduos perigosos do Campus de Aparas da Universidade de São Carlos visando a sua gestão. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2010. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana)

Tabela de poder calorífico inferior. Disponível em: <<http://www.aalborg-industries.com.br>> Acesso em: 02 de junho de 2011.

TOCCHETTO, Marta Regina Lopes. Gerenciamento de resíduos sólidos industriais. Santa Maria: UFSM, 2005.

TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS GERA RECEITAS. Gestão de Resíduos. Editora E F G Editora Ltda. Disponível em <www.gestaoderesiduos.com.br>. Acesso em 19/04/2011.

VANZIN, Emerson. Procedimento para análise da viabilidade econômica do uso do biogás de aterros sanitários para geração de energia elétrica: aplicação no Aterro Santa Tecla. Passo Fundo: Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, 2006 (Dissertação de Mestrado em Engenharia)

ANEXO A

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO DE PÓ DE FUMO PELA NBR 10.004

RESULTADOS ANALITICOS DA AMOSTRA RESIDUO
Pó de Fumo

Coletor da Amostra:

⇒ **NBR 10004 - Massa Bruta**

NBR 10004:2004 - Massa Bruta

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP - NBR 10004:2004
Ponto de Fulgor	°C		>60	60 (a,d)
pH (Suspensão 1:1)		0 - 14	5,4	2,0 - 12,5 (b)
Sulfeto (como H ₂ S)	mg/kg	2	< 2	500 (c)
Porcentagem de Sólidos	% p/p	0,05	99,8	
Cianeto (como HCN)	mg/kg	0,2	< 0,2	250 (c)

⇒ **NBR 10005 - Lixiviado**

NBR 10005:2004 - Lixiviado - Parâmetros Inorgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
Arsênio	mg/L	0,01	< 0,01	1,0
Bário	mg/L	0,01	0,719	70,0
Cádmio	mg/L	0,001	0,002	0,5
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	1,0
Cromo	mg/L	0,01	< 0,01	5,0
Fluoreto	mg/L	0,1	< 0,1	150
Mercurio	mg/L	0,00005	< 0,00005	0,1
Prata	mg/L	0,005	< 0,005	5,0
Selênio	mg/L	0,008	< 0,008	1,0

NBR 10005:2004 - Lixiviado - Parâmetros Orgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	3,0
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	1,0
1,4-Diclorobenzeno	mg/L	0,001	< 0,001	7,5
2,4,5-T	mg/L	0,001	< 0,001	0,2
2,4,5-TP	mg/L	0,001	< 0,001	1,0
2,4,5-Triclorofenol	mg/L	0,001	< 0,001	400
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,0005	< 0,0005	20,0
2,4-D	mg/L	0,0005	< 0,0005	3,0
2,4-Dinitrotolueno	mg/L	0,001	< 0,001	0,13
Aldrin e Dieldrin	mg/L	3E-5	< 3E-5	0,003
Benzeno	mg/L	0,001	< 0,001	0,5
Benzo(a)pireno	mg/L	5E-5	< 5E-5	0,07
Clordano (isômeros)	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,02
Cloro de Vinila	mg/L	0,001	< 0,001	0,5
Clorobenzeno	mg/L	0,001	< 0,001	100
Clorofórmio	mg/L	0,001	0,002	6,0
DDT (isômeros)	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,2
Endrin	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,06
Hexaclorobenzeno	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,1
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,001	< 0,001	0,5
Hexacloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	3,0
m-Cresol	mg/L	0,001	< 0,001	200
Metoxicloro	mg/L	0,0005	< 0,0005	2,0
Nitrobenzeno	mg/L	0,001	< 0,001	2,0
o-Cresol	mg/L	0,001	< 0,001	200
p-Cresol	mg/L	0,001	< 0,001	200
Pentaclorofenol	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,9
Piridina	mg/L	5	< 5	5,0
Tetracloro de Carbono	mg/L	0,001	< 0,001	0,2
Tetracloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	4,0
Toxafeno	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,5
Tricloroetano	mg/L	0,001	< 0,001	7,0
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	mg/L	2E-5	< 2E-5	0,003
Lindano (g-BHC)	mg/L	5E-5	< 5E-5	0,2
Metiletilcetona	mg/L	5	< 5	200

NBR 10005:2004 - Lixiviado

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
Tempo de Lixiviação	h		18	16 - 20
Solução de Extração			1	
pH Final do Lixiviado			4,75	

⇒ **NBR 10006 - Solubilizado**

NBR 10006:2004 - Solubilizado - Parâmetros Inorgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
Alumínio	mg/L	0,01	0,091	0,2
Arsênio	mg/L	0,01	< 0,01	0,01
Bário	mg/L	0,01	0,933	0,7
Cádmio	mg/L	0,001	0,006	0,005
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	0,01
Cianeto	mg/L	0,05	< 0,05	0,07
Cloreto	mg/L	50	553	250
Cobre	mg/L	0,005	0,082	2,0
Cromo	mg/L	0,01	< 0,01	0,05
Ferro	mg/L	0,01	0,782	0,3
Fluoreto	mg/L	0,1	0,2	1,5
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	0,6	0,01
Manganês	mg/L	0,01	2,5	0,1
Mercurio	mg/L	0,00005	< 0,00005	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	5	128	10,0
Prata	mg/L	0,005	< 0,005	0,05
Selênio	mg/L	0,008	< 0,008	0,01
Sódio	mg/L	0,5	40,0	200
Sulfato	mg/L	50	126	250
Surfactantes	mg/L	0,1	1,0	0,5
Zinco	mg/L	0,01	0,789	5,0

NBR 10006:2004 - Solubilizado - Parâmetros Orgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
2,4,5-T	mg/L	0,001	< 0,001	0,002
2,4,5-TP	mg/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4-D	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,03
Aldrin e Dieldrin	mg/L	3E-5	< 3E-5	0,00003
Clordano (isômeros)	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
DDT (isômeros)	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,002
Endrin	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0006
Hexaclorobenzeno	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,001
Metoxicloro	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,02
Toxafeno	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	mg/L	2E-5	< 2E-5	0,00003
Lindano (g-BHC)	mg/L	5E-5	< 5E-5	0,002

NBR 10006:2004 - Solubilizado

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
pH Final do Solubilizado			5,06	

⇒ **NBR 10006 - Solubilizado**

NBR 10006:2004 - Solubilizado - Parâmetros Inorgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
Alumínio	mg/L	0,01	0,082	0,2
Arsênio	mg/L	0,01	< 0,01	0,01
Bário	mg/L	0,01	0,838	0,7
Cádmio	mg/L	0,001	0,007	0,005
Chumbo	mg/L	0,01	< 0,01	0,01
Cianeto	mg/L	0,05	< 0,05	0,07
Cloreto	mg/L	50	501	250
Cobre	mg/L	0,005	0,093	2,0
Cromo	mg/L	0,01	< 0,01	0,05
Ferro	mg/L	0,01	0,908	0,3
Fluoreto	mg/L	0,1	0,1	1,5
Índice de Fenóis	mg/L	0,001	0,5	0,01
Manganês	mg/L	0,01	2,5	0,1

NBR 10006:2004 - Solubilizado - Parâmetros Inorgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
Mercúrio	mg/L	0,00005	< 0,00005	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	5	95	10,0
Prata	mg/L	0,005	< 0,005	0,05
Selênio	mg/L	0,008	< 0,008	0,01
Sódio	mg/L	0,5	39,5	200
Sulfato	mg/L	50	108	250
Surfactantes	mg/L	0,1	1,1	0,5
Zinco	mg/L	0,01	0,637	5,0

NBR 10006:2004 - Solubilizado - Parâmetros Orgânicos

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
2,4,5-T	mg/L	0,001	< 0,001	0,002
2,4,5-TP	mg/L	0,001	< 0,001	0,03
2,4-D	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,03
Aldrin e Dieldrin	mg/L	3E-5	< 3E-5	0,00003
Clordano (isômeros)	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0002
DDT (isômeros)	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,002
Endrin	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,0006
Hexaclorobenzeno	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,001
Metoxicloro	mg/L	0,0005	< 0,0005	0,02
Toxafeno	mg/L	0,0001	< 0,0001	0,005
Heptacloro e Heptacloro Epóxido	mg/L	2E-5	< 2E-5	0,00003
Lindano (g-BHC)	mg/L	5E-5	< 5E-5	0,002

NBR 10006:2004 - Solubilizado

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	VMP NBR 10004:2004
pH Final do Solubilizado			5,23	

CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO

Controle de Qualidade - Mercúrio - Água

108770/2009-0 - Branco de Análise - Mercúrio Total - Água

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Mercúrio	µg/L	0,05	< 0,05

108771/2009-0 - LCS - Mercúrio Total - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Mercúrio	1	µg/L	99	80-120

Controle de Qualidade - Mercúrio - Água

110949/2009-0 - Branco de Análise - Mercúrio Total - Água

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Mercúrio	µg/L	0,05	< 0,05

110950/2009-0 - LCS - Mercúrio Total - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Mercúrio	1	µg/L	96	80-120

Controle de Qualidade - Metais Totais - Água

109362/2009-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Prata	µg/L	5	< 5
Alumínio	µg/L	10	< 10
Arsênio	µg/L	10	< 10
Bário	µg/L	10	< 10
Cádmio	µg/L	1	< 1
Cromo	µg/L	10	< 10
Cobre	µg/L	5	< 5
Ferro	µg/L	10	< 10
Sódio	µg/L	500	< 500
Selênio	µg/L	8	< 8
Zinco	µg/L	10	< 10
Manganês	µg/L	10	< 10

109363/2009-0 - LCS - Metais Totais - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Arsênio	0,1	mg/L	107	80 - 120
Cromo	0,1	mg/L	102	80 - 120
Cobalto	0,1	mg/L	108	80 - 120
Lítio	0,1	mg/L	119	80 - 120
Manganês	0,1	mg/L	106	80 - 120
Estrôncio	0,1	mg/L	107	80 - 120

Recuperação dos Surrogates

109362/2009-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Itrio (M.M.T.)	100	%	96	70 - 130

109363/2009-0 - LCS - Metais Totais - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Itrio (M.M.T.)	100	%	104	70 - 130

Controle de Qualidade - Metais Totais - Água

109364/2009-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Prata	µg/L	5	< 5
Alumínio	µg/L	10	< 10
Arsênio	µg/L	10	< 10
Bário	µg/L	10	< 10
Cádmio	µg/L	1	< 1
Cromo	µg/L	10	< 10
Cobre	µg/L	5	< 5
Ferro	µg/L	10	< 10
Sódio	µg/L	500	< 500
Selênio	µg/L	8	< 8
Zinco	µg/L	10	< 10
Manganês	µg/L	10	< 10

109365/2009-0 - LCS - Metais Totais - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Arsênio	0,1	mg/L	103	80 - 120
Cromo	0,1	mg/L	102	80 - 120
Cobalto	0,1	mg/L	105	80 - 120
Lítio	0,1	mg/L	110	80 - 120
Manganês	0,1	mg/L	104	80 - 120
Estrôncio	0,1	mg/L	109	80 - 120

Recuperação dos Surrogates

109364/2009-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Itrio (M.M.T.)	100	%	96	70 - 130

109365/2009-0 - LCS - Metais Totais - Água

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
Itrio (M.M.T.)	100	%	104	70 - 130

Controle de Qualidade - VOC - Água

112367/2009-0 - Branco de Análise - VOC - Água

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
1,1-Dicloroetano	µg/L	1	< 1
1,2-Dicloroetano	µg/L	1	< 1
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	1	< 1
Benzeno	µg/L	1	< 1
Cloroeto de Vinila	µg/L	1	< 1
Clorobenzeno	µg/L	1	< 1

(GC/MS) - Prep: POP PA 97 (Rev.01) Method 3535 Solid-phase Extration - SPE (mod.).

Massa Bruta - Observações dos parâmetros

- (a) = Avaliação da Inflamabilidade - Item "a" do tópico 4.2.1.1 da NBR 10004:2004 - (d) = Valor Máximo para Resíduos Líquidos
(b) = Avaliação da Corrosividade - Item "a" do tópico 4.2.1.2 da NBR 10004:2004
(c) = Avaliação da reatividade - Item "e" do tópico 4.2.1.3 da NBR 10004:2004.

LQ*: Limite de Quantificação

VMP:** Valores Máximos Permitidos pela Norma ABNT NBR 10004:2004.

Nota 1: Os resultados referem-se somente à amostra analisada. Este Boletim Analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

Informações Complementares: **Classificação de resíduos sólidos:**

Um resíduo é classificado como Classe I (Perigoso) quando um ou mais parâmetros do Lixiviado e/ou Massa Bruta estiverem acima dos valores máximos permitidos pelos anexos da NBR 10004.

Um resíduo é classificado como Classe II A (Não Inerte) quando um ou mais parâmetros do solubilizado estiverem acima dos valores máximos permitidos pelos Anexo G da NBR 10004.

Um resíduo é classificado como Classe II B (Inerte) quando todos os parâmetros, tanto da Massa Bruta quanto dos ensaios de solubilização e lixiviação estiverem abaixo dos valores máximos permitidos pelos anexos da NBR 10004.

Massa Bruta: Comparando-se os resultados obtidos com os Valores Máximos Permitidos pela NBR 10004:2004 podemos afirmar que: Os parâmetros satisfazem os limites permitidos.

Solubilizado: Comparando-se os resultados obtidos com os Valores Máximos Permitidos pela NBR 10004:2004 - Anexo G podemos afirmar que: Os parâmetros Bário, Cádmio, Cloreto, Índice de Fenóis, Ferro, Manganês, Nitrato (como N), Surfactantes ultrapassam os limites máximos permitidos.

Lixiviado: Comparando-se os resultados obtidos com os Valores Máximos Permitidos pela NBR 10004:2004 - Anexo F podemos afirmar que: Os parâmetros satisfazem os limites permitidos.

Em função dos resultados obtidos, a amostra de resíduo deve ser classificada como Classe II A - Resíduo Não Inerte.

Revisores

Marcos Ceccatto
Simone Pereira do Nascimento
Débora Fernandes da Silva
Nereida Aparecida Bongiorno
André Alex Colletti



André Alex Colletti
Coordenador de Projeto
CRQ 04447446 - 4ª Região