

III-605 - RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA COUREIRO-CALÇADISTA: AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA INCINERAÇÃO COMO DESTINAÇÃO FINAL

Adriana Hoenisch da Silva⁽¹⁾

Gestora Ambiental pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Mestranda em Engenharia Civil – área de concentração Gerenciamento de Resíduos pela UNISINOS).

Prof. Dra. Daniela Montanari Migliavacca Osorio⁽²⁾

Química e Mestre em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e Doutora em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora da Universidade Feevale e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Endereço^{(1) (2)}: Av. Unisinos, 950 - Bairro Cristo Rei - CEP: 93.022-000 – São Leopoldo – Rio Grande do Sul (RS) Fone: (51) 3591 1122 e-mail adrihoenisch@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho trata do estudo da percepção ambiental de indústrias do setor coureiro-calçadista quanto a incineração como destinação dos resíduos de couro. Também foi avaliado a percepção ambiental de uma central de resíduos que possui uma planta de incineração quanto aos aspectos, impactos e vantagens e desvantagens da incineração. O trabalho apresenta pesquisas quanto a aplicação das cinzas deste processo. Utilizou-se questionários como ferramenta para avaliação da percepção ambiental aplicado nas empresas e na central de resíduos, e pesquisa bibliográfica para o estudo quanto a legislação e aplicação das cinzas. Observou-se que as empresas do setor utilizam ferramentas de gestão ambiental para minimização e gerenciamento de seus resíduos. Conclui-se que a incineração é uma alternativa viável e pode ser uma alternativa frente a problemática da geração e destinação final de resíduos sólidos do setor avaliado. Com base nos dados da central de resíduos a incineração apresenta vantagens econômicas e ambientais, como a redução de volume, com redução de 1500 kg de aparas de couro, gerando somente 150 Kg de cinzas. As cinzas geradas apresentam grande viabilidade na recuperação de cromo para produção de ligas metálicas e para produção do sal sulfato de cromo amplamente utilizado na indústria. Evidenciou-se com 57% das empresas entrevistadas que há interesse do setor quanto a incineração de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Couro, Incineração, Percepção ambiental.

INTRODUÇÃO

Atualmente, percebe-se uma maior preocupação com o meio ambiente, bem como a qualidade de vida, e isso pode estar relacionado com não gerar ou minimizar resíduos, que podem nos expor a contaminações diretas ou indiretas.

Assim, é importante criar políticas de gerenciamento de resíduos, o que está cada vez mais amparado legalmente, desde a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6938 agosto de 1981) até a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305 agosto de 2010), onde novos processos podem favorecer o adiantamento de uma gestão eficiente.

Em virtude disso indústrias arcam com altos custos para a considerada destinação final adequada dos resíduos sólidos, neste caso a destinação em aterros licenciados. Porém sabe-se da problemática futura de espaço físico, e por isso também o aumento da importância em pesquisas para atenuar o problema do passivo ambiental, e dos resíduos continuamente gerados, para que este não comprometa o meio ambiente das futuras gerações.

Uma vez o resíduo destinado, a organização (empresa, indústria) será responsável pelos próximos anos que perdurarem o mesmo no aterro. Este passivo poder contribuir para o desequilíbrio do meio ambiente, gerando grandes efeitos sobre a população do entorno, poluição de rios e aquíferos, contudo ainda não há inventários de áreas contaminadas ou potencialmente contaminadas em decorrência da desativação de aterros (SÁNCHEZ,

2001). Segundo Weber (2010) é importante tomar medidas para minimizar a quantidade de resíduos sólidos existentes, uma vez que não é só importante cumprir a legislação, mas principalmente preservar o ambiente que vivemos.

A indústria coureiro-calçadista apresenta um grande problema além da geração de resíduos sólidos, pois a grande variedade de insumos dificulta a vida útil do calçado depois de descartado. Além do crescimento acelerado da industrialização e do descarte, tornam-se escassas as áreas disponíveis para os resíduos (CULTRI 2008).

Porém, somente substituição de matéria-prima não impactante, como a utilização de couros *free cromo*¹, como forma de auxiliar na mitigação de impactos ambientais não se torna suficiente (ALVES; CULTRI 2008). Ora devemos também focar na eliminação e reutilização dos resíduos já gerados, uma vez que, este free cromo será resíduo futuramente.

Trabalhos sobre percepções e ações ambientais na indústria calçadista demonstram que há preocupação quanto ao ciclo de vida do calçado, através da escolha de matérias-primas, bem como da sua logística reversa, onde o produtor será responsável pela coleta e destinação do produto após o uso (CULTRI, 2008). Ainda é necessário maiores ações sustentáveis relacionadas à logística reversa, além da diminuição do resíduo na fonte, ou seja, no processo produtivo (ANDRIGUETTO; CARNEIRO; DALLABRIDA, 2011).

Percebe-se assim, a importância em estudar novas tecnologias para a destinação de resíduos industriais perigosos, e considerar o fomento de estudos para a utilização de geração de energias alternativas a partir destes processos, no presente caso, os resíduos de couros.

A partir disto, a presente pesquisa traz a percepção ambiental de empresas do setor coureiro calçadista quanto ao gerenciamento e destinação de seus resíduos, assim como o interesse no processo de incineração como alternativa de destinação dos resíduos de couro. Também é apresentada a percepção ambiental referente a uma planta piloto de incineração em funcionamento obtida através de visita técnica. Além disso, apresenta a legislação pertinente a incineração de resíduos e as possíveis aplicações das cinzas geradas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Compreende-se por resíduo sólido, o resíduo nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Também podemos citar os lodos provenientes de tratamento de água, os gerados em equipamentos e sistemas de controle de poluição, bem como determinados líquidos onde suas particularidades os tornem inviáveis de lançamento na rede de esgoto ou corpos hídricos (ABNT NBR 10004:2004). Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) podem ser incluídos como resíduo sólido os gases contidos em recipientes.

Ainda de acordo com a norma, os resíduos Classe I - Perigoso são aqueles que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas e químicas ou infecto-contagiosa ou uma das características seguintes: - Inflamabilidade: caracterizado como inflamável; - Corrosividade: caracterizado como corrosivo; - Reatividade: caracterizado como reativo; - Toxicidade: caracterizado como tóxico; - Patogenicidade: caracterizado como patogênico.

Trabalhos sobre resíduos sólidos e gestão ambiental afirmam que o aumento dos resíduos, quaisquer que seja, está relacionado à expansão do consumo, que se relaciona com o crescimento da população e bens de consumo. Assim, o aumento considerado desordenado ao longo das décadas vem causando problemas de disposição incorreta e acúmulo destes resíduos (HERNANDES, 2011; KLUGE, 2009; JAEGER, 2008). O impacto ambiental causado por resíduos deve-se a interação destes com o meio, paralelamente ao esgotamento de sua capacidade de depuração. Por consequência desta interação um aterro sanitário ou um incinerador, por exemplo, quando bem construídos e operados, apresentam minimamente esse tipo de interação, ou seja, um mínimo impacto ambiental. Isto pode ser extrapolado também para os impactos ambientais não formalizados como térmico, olfativos ou visuais (PROSAB, 2001).

¹ Couro curtido com vegetal ex.: taninos extraídos de vegetais (acácia, quebracho) PACHECO (2005)

O processo que visa transformar a pele verde ou salgada em couro é composto por diversas etapas, segundo Dettmer (2008) são elas: - Ribeiro: consiste em operações em meio aquoso e operações mecânicas para limpar e preparar a pele para o curtimento; - Curtimento: nesta etapa o agente curtente reage com a proteína da pele, proporcionando a estabilização da estrutura; - Acabamento: consistem em operações de recurtimento, pré-acabamento e acabamento que conferem ao couro suas características finais, tais como cor e maciez.

As etapas de geração de resíduos de couro com Cromo III são a ribeira, curtimento e o acabamento (AMARAL, 2008). O processo industrial com Cromo III, utilizado na sua maioria, gera resíduos de aparas raspa contendo ou não Cromo (BASTOS et al., 2008). Há também os resíduos gerados após o curtimento. Segundo Springer (1982) apud Vieira (2004) os resíduos produzidos durante a fabricação do couro podem ser classificados em:

- resíduos contidos nos efluentes industriais (dissolvidos ou suspensos);
- lodos primários ou secundários;
- banhos residuais, passíveis de reutilização; -
- resíduos gasosos que se desprendem ao longo do processo;
- resíduos sólidos curtidos;
- resíduos sólidos não curtidos.

Os resíduos sólidos não curtidos são ricos em colágeno e gorduras, compreendem a pela bruta e os restos de descarte e divisão, como aparas caleadas, aparas não caleadas, carnaça e demais resíduos de ribeira. Os resíduos sólidos curtidos compreendem as aparas de couro curtido, serragem e aparas da operação de rebaixamento, pó de lixadeira e demais resíduos do processo de recurtimento e acabamento. A Figura 1 apresenta o fluxograma com as principais etapas do processo de fabricação de couros e os pontos de geração de resíduos.

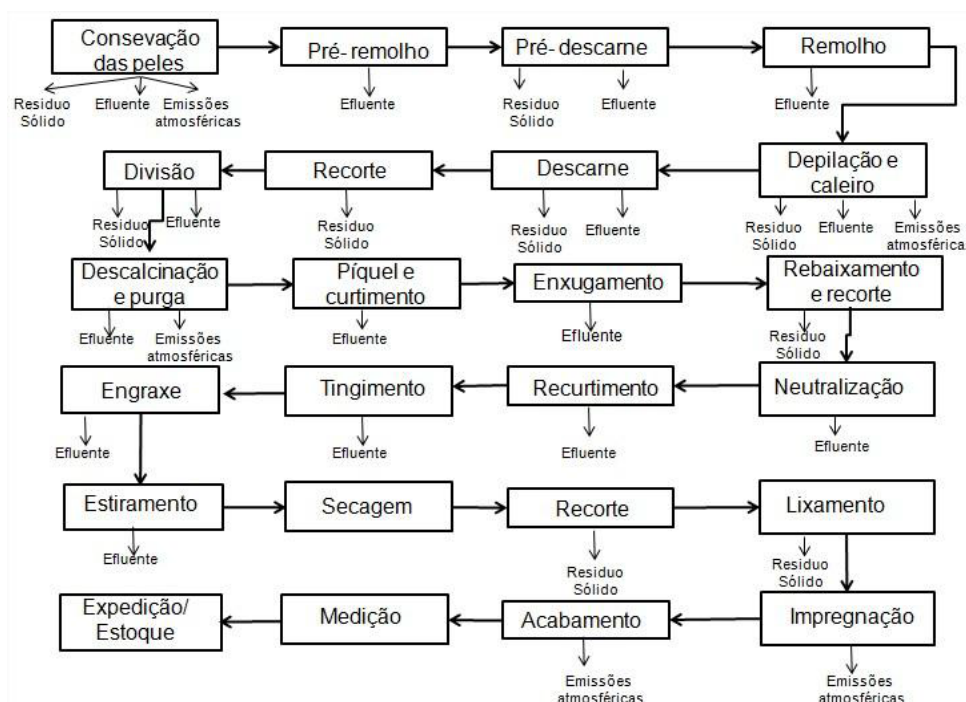


Figura 1 - Fluxograma esquemático da fabricação de couros: operações de ribeira, curtimento, acabamento molhado e acabamento

Quanto aos resíduos da indústria calçadista segundo Sanz et. al (2002) apud Vieira (2004), os resíduos de couro gerados são potencialmente perigosos como uma consequência do processo de curtimento das peles ao cromo. Conforme Vieira (2004) após levantamento dos resíduos gerados por indústrias calçadistas que pertencem a uma central de resíduos, a composição do resíduo sólido destas empresas contém: aparas de couro, papel/ papelão, sintético, tecido, plásticos, EVA, entre outros. A maior parte da composição do resíduo

sólido é de aparas de couro, com aproximadamente 50,57%. A Figura 2 mostra os tipos de resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo da fabricação do calçado.

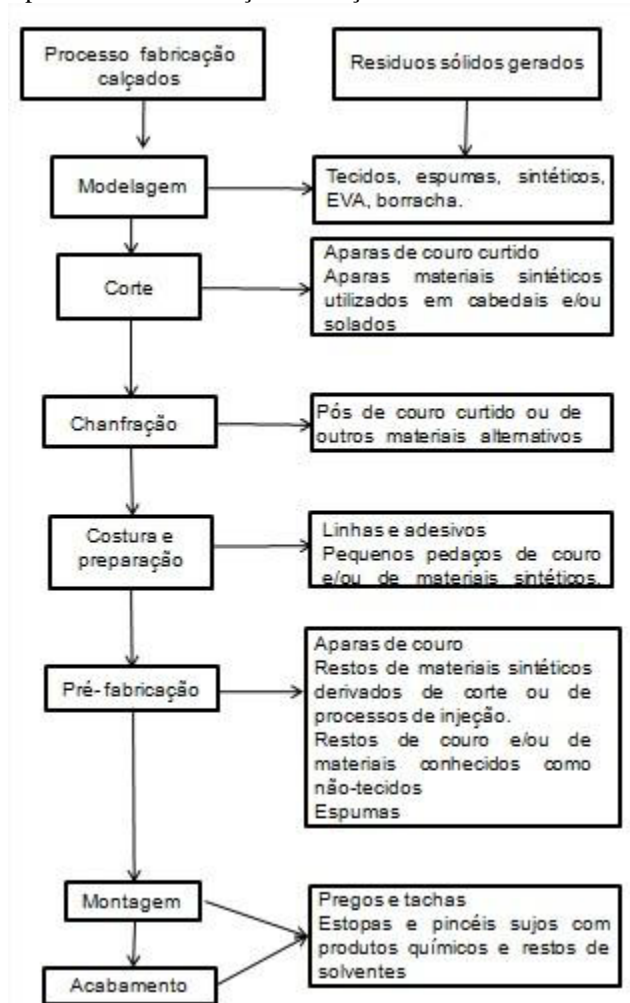


Figura 2 – Fluxograma fabricação do calçado x geração de resíduos sólidos

Sabe-se que nos resíduos de curtume prevalece a presença de cromo III, mas frente a alguns parâmetros pode ocorrer a oxidação do Cromo III para cromo VI.

Reações químicas que convertem o Cromo III a Cromo IV poderão ocorrer naturalmente. Assim, deve-se considerar a possibilidade de despejos de íons de Cromo III, que mesmo não sendo nocivos a baixas concentrações, podem causar danos quando em elevadas quantidades (MARTINS, 2001).

Os principais problemas ocasionados por este tipo de resíduo de acordo com Gatelli; Zeve; Sikilero (2010) são:

- Contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas pelo descarte inadequado dos resíduos;
- Emissão de odores que geram incômodo significativo à comunidade próximo aos curtumes;
- Emissão atmosférica devido ao uso de caldeiras à lenha, óleo combustível e carvão;
- Impacto da mineração de cromo, podendo contaminar o lençol freático e os rios, contaminando os peixes que se come, afetando o bem-estar público.

O problema que cerca o resíduo de cromo referente a sua oxidação é fundamentado em estudos de amostras de solo com umidade natural contendo Cromo III e que pode sofrer oxidação e chegar a Cromo VI, especialmente na presença de manganês IV que favorece a oxidação para Cromo VI (AMARAL, 2008).

O setor coureiro, devido ao tipo de tecnologia empregada, possui um grande desperdício na transformação de insumos e matérias-primas em produto final. Segundo Souza (2005) apud Gatelli, Zeve, Sikilero (2010) mais de 40% da matéria-prima é descartada como resíduo junto às águas residuais como em resíduos sólidos. A geração de resíduos é um importante problema para a indústria coureira. Embora a matéria-prima seja a pele e o couro, que são resíduos da indústria frigorífica, a sua transformação em couro, gera grandes quantidades de efluente líquido e resíduo sólidos curtido e não curtido.

O gerenciamento dos resíduos sólidos está ligado a questão de uma busca por valorização destes resíduos ou da disposição mais adequada. Além de outros fatores que podem ser considerados como: técnicos, regulamentares, ambientais, econômicos, etc.(PROSAB, 2008).

É na verdade uma procura a gestão integrada, que consiste em um conjunto de ações voltadas para a pesquisa de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (CIESP; FIESP, 2003).

A sequência da triagem para a decisão está representada na Figura 4, onde são listados os vários critérios que deverão ser abordados em série (técnicos, regulamentares, ambientais, econômicos, etc.), sendo avaliados e triados sucessivamente até o último critério, quando resultará o(s) melhor (es) tratamento(s).

Sabe-se de toda a preocupação ambiental, e o aumento da visão sistêmica de forma holística para a solução da disposição e reaproveitamento dos resíduos sólidos, mas na prática disposição em aterros industriais torna-se mais fácil, apesar do custo elevado (KLUGE, 2009; JAEGER, 2008).

A partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010, definem-se importantes propostas do gerenciamento de resíduos como: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição ambientalmente adequada.

Esta mesma PNRS objetiva direcionar uma gestão integrada ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, bem como a necessidade do plano de gerenciamento de resíduos municipal, chamando a atenção para o problema de onde dispor fisicamente o resíduo que já foi gerado.

A PNRS também instiga para o desenvolvimento dos sistemas de gestão ambiental empresarial para o reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo o aproveitamento energético.

No processo de incineração o resíduo é tratado termicamente entre 900 e 1200°C, em um forno apropriado, que permite a combustão de maneira uniforme. A energia térmica liberada pode ser recuperada e utilizada para usos convencionais: calefação, vapor e produção de eletricidade (MAPFRE, 1994). O desenvolvimento do processo teve início há muitos anos, com enfoque voltado para queima de resíduos domiciliares. A aplicação do processo à queima de resíduos perigosos passou a receber uma atenção maior, tendo em vista os problemas ambientais ocasionados pela disposição inadequada no solo de materiais tóxicos não degradáveis, altamente persistentes, e até mesmo aqueles não passíveis de disposição no solo (PEREIRA, 2006). Segundo Bruner (1986) apud Martins (2001) a tendência atual é o aumento do uso da incineração. É uma opção atraente para o crescente número dos tipos de resíduos, tendo em vista que os aterros sanitários e/ou controlados determinados para sua disposição estão no máximo de sua capacidade, particularmente da área de resíduos perigosos, portanto, a incineração está se tornando o método mais atrativo para a disposição de resíduos.

A incineração pode ser definida como um processo de redução de volume e periculosidade de um resíduo, a partir de um conjunto de fenômenos físicos e químicos (PROSAB, 2001). A redução de peso e volume depende diretamente do conteúdo dos materiais combustíveis, mas os valores médios estão entre 70% de redução em peso e entre 80% e 90% em volume.

O conhecimento das características do resíduo é de suma importância para que se possam avaliar as alternativas de tratamento e disposição final. Para isso também é importante conhecer a origem do resíduo e os processos industriais que o geraram (JAEGER, 2008). A disposição em aterros, de resíduos perigosos ou não, deve ser realizada de maneira que não traga riscos à saúde ou ao meio ambiente, minimizando o impacto ambiental (MARTINS, 2001).

Por ser necessária uma grande área física para condicionar estes resíduos, há a preocupação para serem destinados somente resíduos sólidos os quais não podem ser reciclados ou reutilizados.

Tendo em vista que o poder calorífico inferior é um dos fatores determinantes para a possibilidade de incineração, o couro apresenta-se com 4030 kcal/kg (MAPFRE, 1994), sendo um valor considerável para a viabilidade de incineração e consequentemente o aproveitamento de energia.

A incineração requer um controle e monitoramento quanto as emissões atmosféricas, pois o processo pode apresentar a emissão de dioxinas, substância altamente nociva, e cinzas contendo contaminação de metais não voláteis e substâncias orgânicas não queimadas (MARTINS, 2001).

Segundo a ABETRE a quantidade de resíduo processada em incineração ou outro tratamento térmico está na média de 1,4%, disposição em aterro 77% e co-processamento 17%, e observa-se um crescimento da geração de resíduos anual na média de 26%.

Quanto a quantidade de resíduo por periculosidade, dentre os enviados para tratamento, a média é de 25% de resíduos perigosos, e 75% de não-perigosos, e os passivos ambientais em média 21%, considerando como passivo os resíduos estocados há mais de um ano, e resíduos de áreas contaminadas, conforme Figuras 5 e 6, que apresentam em total de milhões de toneladas e a porcentagem de cada estratificação em relação ao total.

No caso da incineração de resíduos de couro, pode-se obter cinzas do processo de incineração com alto teor de cromo, em torno de 45% de Cromo III, e alguma presença de Cromo IV (PEREIRA, 2006).

Segundo Carneiro et. al (2002) apud Pereira (2006) as cinzas geradas a partir de aparas curtidas são tão ricas em cromo como o próprio minério cromita, de onde se obtém o cromo. A cromita é fonte de cromo para a produção de diversos compostos, como obtenção de cromo metálico, fabricação de cromatos, e preparação de sais de cromo (PEREIRA, 2006).

A incineração gera outros resíduos como cinzas de fundo, aquelas que permanecem no fundo da caldeira, e cinzas volantes, materiais coletados pelos equipamentos de controle da poluição atmosférica.

Para que estas cinzas não sejam dispostas em aterro, há o interesse na incorporação de materiais para aplicações em construção (LANGE, SILVA 2008), recuperação para obtenção de cromato (PEREIRA, 2006) e ligas de ferro-cromo (ALVES, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho se desenvolveu por pesquisa exploratória, que visa desenvolver, esclarecer conceitos e ideias, através de levantamento bibliográfico e documental (GIL, 2008).

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de livros, sites de busca acadêmicos, banco de dados de teses e dissertações, sites de empresas de tratamento de resíduos e de órgãos ambientais. Também se realizou um levantamento bibliográfico de trabalhos dos últimos 15 anos sobre incineração de resíduos sólidos perigosos, resíduos do setor coureiro, estudos quanto a aplicação das cinzas, e a legislação vigente brasileira e mundial.

A busca de dados para avaliar a percepção ambiental quanto ao assunto, foi realizada através de questionário, que trata-se da técnica de investigação composta por um conjunto de questões com o propósito de obter informações (GIL, 2008).

O questionário aplicado nas empresas do ramo de curtume e calçado com pesquisa e desenvolvimento contemplou questões fechadas, mas com abertura para comentários em algumas das questões.

O período de avaliação foi de janeiro a março de 2013, onde os questionários foram enviados via e-mail (devido a praticidade e ganho de tempo) para 40 empresas (37 curtumes e 3 empresas de calçados) do Vale dos Sinos, e ainda dos estados de São Paulo, Goiás, Paraná, Santa Catarina, estados que possuem distritos coureiro

calçadistas e sediam importantes curtumes, e também para se obter um maior número de questionários respondidos, mas que resultaram em somente duas empresas respondentes de outros estados.

O questionário da visita in loco, realizada em uma central de resíduos conteve questões abertas, também relacionadas a percepção ambiental da empresa com a sua atuação na incineração dos resíduos, identificando aspectos e impactos, a eficiência atual da planta, avaliando, ainda a viabilidade técnica, econômica e ambiental. As respostas foram avaliadas de forma descritiva, já que se trata de questões abertas.

APLICAÇÃO DAS CINZAS

O quadro 1 apresenta os autores e seus respectivos trabalhos a partir da recuperação da cinza gerada na incineração do resíduo do setor coureiro calçadista, trabalhos estes desenvolvidos no Rio Grande do Sul.

Quadro 1 – Estudos para a aplicação da cinza da incineração de resíduos de couro do setor coureiro-calçadista

Autor	Aplicação	Resultados
Basegio, 2004	Imobilização do íon cromo oriundo da cinzas de incineração de serragem de couro em corpos cerâmicos vitrificados	Imobilização do íon cromo em limite máximo de 5mg/L. Formação da fase vítrea diminui a lixiviação do cromo
Vieira, 2004	Recuperação de cromo contido nas cinzas proveniente da incineração de resíduos da indústrias coureiro calçadistas visando a obtenção de cromato de sódio (IV)	Oxidação das cinzas para obtenção do Cromato de Sódio IV, superior a 96%
Pereira, 2006	Obtenção de cromato de sódio a partir das cinzas de incineração de resíduos de couro do setor calçadista visando a produção de sulfato básico de cromo	Basicidade na faixa de 46%-52% pode ser utilizado para curtimento de peles em combinação com sais de basicidade menor
Alves, 2007	Obtenção de uma liga de ferro cromo de alto teor de carbono a partir das cinzas de incineração de aparas de couro	Possível reutilização do cromo contido nas cinzas na produção de uma liga de ferro-cromo. Obteve-se liga com 28% e 7% de carbono
Klug, 2007	Simulação termodinâmica da adição de Cr_2O_3 em escória para o aproveitamento do cromo do resíduo de incineração do couro	Aplicação através de simulação computacional
Dettmer, 2008	Recuperação de cromo das cinzas de tratamento térmico de resíduos da indústria coureiro calçadista visando o curtimento de peles	Resultado de curtimento satisfatório, com estabilidade hidrotérmica
Wenzel, 2008	Redução do cromo contido nas cinzas do tratamento térmico de resíduos de couro visando a obtenção de liga Ferrocromo e Sulfato de cromo	Ligas metálicas com teores de 46,62% e 68,39%. É possível a recuperação do cromo contido nas cinzas. Melhores resultados para o sulfato de cromo com adição de ácido perclórico

A maioria das pesquisas teve como objetivo recuperar o cromo contido nas cinzas, que possui em torno de 50-60% de Cr_2O_3 (DETTMER, 2008). A importância em recuperar este elemento se dá porque atualmente os compostos de cromo, no caso o sulfato de cromo, amplamente utilizado na indústria coureira, são obtidos através do minério cromita.

A cromita é o único mineral contendo cromo com importância econômica (DETTMER, 2008). Segundo o estudo de economia ambiental do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) do ano de 2012, as reservas mundiais de minério de cromo (medidas e indicadas em Cr_2O_3 contido) foram objetos de reavaliação e as mesmas estão concentradas, principalmente, no Cazaquistão (220 milhões de toneladas), África do Sul (200 milhões de toneladas) e Índia (54 milhões de toneladas). Cerca de 87,5% dos recursos mundiais de cromo estão geograficamente concentrados nesses dois primeiros países. A produção mundial de cromita, em 2011, foi de 24,57 Mt, 9,14% superior a 2010, destacando-se como países produtores a África do Sul (44,76%), Índia (15,46%), Cazaquistão (15,87%) e outros países (21,56%). O Brasil, praticamente o único produtor de cromo no continente americano, continua com uma participação modesta, da ordem de 0,53% das reservas e de 2,35% da oferta mundial de cromita (DNPM, 2012). O mineral cromita é consumido principalmente nos setores da metalurgia, indústria química e refratários. Desta forma, a recuperação de cromo contido nas cinzas também se torna interessante para a produção de ligas metálicas contendo este metal.

PERCEPÇÃO AMBIENTAL

A ferramenta utilizada para a análise da percepção como já explicado na metodologia, foram questionários aplicados em empresas do setor coureiro-calçadista e em uma central de resíduos que possui a planta piloto para incineração de resíduos de couro do setor. A seguir apresentam os resultados e discussões dos questionários aplicados.

O questionário de percepção ambiental foi aplicado em 40 empresas (37 curtumes e 3 empresas de calçados), no período de janeiro a março de 2013. O questionário continha 10 questões abordando quanto ao gerenciamento e destinação de resíduos perigosos e não perigosos, e a existência de outras ferramentas de gestão ambiental como logística reversa, produção mais limpa, entre outros. Ao final, houve uma adesão de 35% (14) questionários respondidos e 5% (2) de retorno informando não estarem autorizados para responder as questões.

Em relação a segregação e controle dos resíduos, todas as respondentes afirmam realizarem a separação de resíduos Classe I - Perigosos e Classe II - Não-perigosos, e contam com um responsável para a gestão dos resíduos. Nesta questão foi aberto para comentários se é realizado outro tipo de destinação, interessante que duas empresas informam que realizam logística reversa, e uma destina para a empresa que realiza a incineração dos resíduos de couros, mas também realiza a triagem de recicláveis do processo de fabricação de calçados. Importante ressaltar a inserção de logística reversa com um meio de ferramenta de gestão ambiental (JAEGER, 2008; KLUGE, 2009).

Os resultados da pergunta sobre qual a destinação dos resíduos Classe II Não-perigosos passíveis de reciclagem, sendo que 88% (14) vendem para empresas recicladoras e 12% (2) destinam para a coleta seletiva realizada pela prefeitura. Neste caso, as duas empresas que destinam para a coleta seletiva, também realizam a venda para recicladoras.

O resultado referente ao questionamento quanto a destinação dos resíduos perigosos, e 75% (12) das respondentes, enviam para Aterro de Resíduo Industrial Perigoso (ARIP), e paralelo a esta destinação 25% (4) possuem resíduos armazenados na empresa aguardando destinação

Já sobre a realização de melhorias ou minimização quanto aos resíduos, pois sabe-se que o envio de quantidades de resíduos para destinação envolve custos, onde para resíduo Classe I - Perigoso possui um preço médio de disposição em aterro de R\$ 120,00, valor do ano de 2013, por metro cúbico (WEBER, 2010). O resultado se apresenta bastante positivo quanto a conscientização do gerenciamento dos resíduos perigosos no processo para melhorias resultando em minimização de resíduos, pois 79% (11) das empresas afirmam que realizam ou já realizaram melhorias nos processos, visto que algumas ferramentas de gestão são contínuas, sendo diagnosticado e implantado o ajuste no processo, pode-se manter esta prática através do gerenciamento dos resíduos.

O resultado quanto a questão de avaliação do custo, considerando o interesse para outro tipo de destinação para os resíduos perigosos, ao final, 71% (10) das empresas afirmam ter interesse a outro tipo de destinação. O resultado confirma o interesse em avaliar a questão custo e a forma de destinação dos resíduos perigosos.

Isto pode servir como ferramenta para discussão de novas formas de destinação e reaproveitamento dos resíduos perigosos, com base na PNRS (BRASIL, 2010) onde há o incentivo para a diminuição da geração de resíduo, bem como um melhor reaproveitamento do mesmo.

Quanto ao conhecimento e percepção quanto a incineração dos resíduos de couro do setor coureiro-calçadista a maioria dos respondentes, 57% (8) considera interessante esta possibilidade, o que é algo significativo para que a incineração como destinação de resíduos perigosos seja vista como uma alternativa, e de interesse para maiores pesquisas, tanto pelas empresas quanto pelos órgãos ambientais. Somente uma das empresas apenas inseriu comentário, sem escolher umas das opções de resposta.

O questionário de percepção da visita técnica foi aplicado ao gerente administrativo de uma central de resíduos, localizada na zona rural da cidade de Dois Irmãos. A central tem uma área total de 28 hectares, onde há um pavilhão para recebimento e estocagem dos resíduos classe II – não perigoso, com 480 m² e um pavilhão para resíduos classe I - perigoso com 800m². A área onde está instalado o incinerador tem 225 m² com pé direito de 10 metros, e a Estação de Tratamento de Efluente (ETE) possui capacidade de 78m³. A empresa possui instalada a planta piloto para tratamento térmico dos resíduos de couro do setor coureiro-calçadista, e atualmente atende quatro empresas calçadistas da cidade, desde a triagem dos resíduos passíveis de reciclagem, como para a incineração dos resíduos de couro.

A redução do volume é umas das grandes vantagens da incineração, podendo atingir 90% em redução de volume, e sabe-se também da preocupação quanto a diminuição de espaços físicos disponíveis para a destinação de resíduos. Pois de acordo com o respondente a “importância na redução de volume de resíduo Classe I - Perigoso, pois com a queima o transformamos em cinzas, que num comparativo de um volume de 1500 kg de aparas de couro se transforma em 150 kg de cinzas, se calcularmos esse volume sendo destinado em valas imagina o espaço físico”.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

É possível verificar que o setor coureiro-calçadista já está utilizando ferramentas de gestão ambiental para um melhor gerenciamento e minimização dos resíduos sólidos.

O setor gera grandes quantidades de resíduos perigosos, principalmente aparas e farelo de couro, e a incineração deve ser avaliada como uma potencial destinação final, visto que há rendimento quanto a queima dos resíduos, destinação das cinzas para co-processamento e de aparas passíveis para reciclagem como biofertilizantes, como informado através da entrevista com o gerente da central de resíduos visitada.

A percepção das indústrias se demonstrou otimista quando ao interesse para a incineração, já que pode-se incentivar o setor para a criação de cooperativa com planta de incineração e destinação de outros resíduos passíveis de reciclagem, além disto estudos para a recuperação de energia a partir da incineração devem ser fomentados junto às empresas e órgãos ambientais.

Sabe-se que o retorno de questionários poderia ter sido maior, mas tendo em vista que quando se trata de assuntos sobre resíduos ainda há certa restrição para compartilhamento de informações, mesmo que para trabalhos acadêmicos.

Através dos resultados apresentados quanto a aplicação das cinzas da incineração nota-se vantagens tanto econômicas, devido a incorporação industrial quanto, e principalmente ambiental, já que estas cinzas não precisariam ser destinadas a aterros.

A partir deste trabalho pode-se aplicar novos questionários quanto a viabilidade e interesse para criação de uma cooperativa de incineração de resíduos e aproveitamento energético.

Baseado nos dados da bibliografia e dos dados coletados na central de resíduos, a incineração é economicamente vantajosa, e também ambientalmente, já que a área física para armazenagem dos resíduos até

o momento da queima é fixa, e se tendo um bom controle de emissões atmosféricas o sistema se torna eficiente e seguro.

Além disso, se sabe da problemática atual e futura quanto a disponibilidade de áreas para destinação de resíduos, no caso, as denominadas “valas”, o que torna a incineração uma alternativa ainda mais plausível frente ao cenário ambiental, principalmente no Vale dos Sinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRIGUETTO, Fernando Dudeque; CARNEIRO, Ricardo José; DALLABRIDA, Luciano. Análise dos vetores da responsabilidade social da central de triagem de resíduos da indústria calçadista de Três Coroas/RS - Estudo de caso. In: XIV Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais –SIMPOI. 2011. São Paulo.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS – ABETRE. Perfil do setor de tratamento de resíduos. Diógenes Del Bel. 2011
3. ALVES, Claudia Rosane Ribeiro. Obtenção de uma liga de ferro-cromo com alto teor de carbono a partir das cinzas da incineração de aparas de couro. 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.
4. ALVES, Vanessa Cintra; CULTRI, Camila Nascimento. A importância da visão sistêmica para articular ações ambientais na cadeia coureiro-calçadista: uma discussão sobre os resíduos do couro. In: 4º Congresso Brasileiro de Sistemas. 2008. Franca – SP.
5. AMARAL, Luciani Alano. Alternativas para o tratamento de resíduos de couro curtido ao cromo – hidrólise enzimática e ação bacteriana. 2008. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
7. BASTOS, Ana Rosa Ribeiro; CARVALHO, Kele Tatiane Gomes; MARQUES, João José Granate de Sá e Melo; NASCIMENTO, Robervone Severina de Melo Pereira do; OLIVEIRA, Diana Quintão Lima de; OLIVEIRA Luiz Carlos Alves de. Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim-elefante. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 32, n. 1, Fev. 2008.
8. BASEGIO, Tania Maria. Imobilização do íon cromo oriundo da cinzas de incineração de serragem de couro em corpos cerâmicos vitrificados. 134 f. 2004. Dissertação (Doutorado em engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.
9. BRASIL. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2 de agosto de 2010.
10. _____. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras Providências. Brasília, DF, 31 de agosto de 1981.
11. CIESP, FIESP. CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Paulo, 2003.
12. CULTRI, Camila do Nascimento. Ações e percepções articuladas na sustentabilidade: estudo de múltiplos casos na indústria calçadista. 2008. 154f. Dissertação (Tese de mestrado) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2008.
13. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. Sumário Mineral 2012 - Cromo. Marco Antonio Freire – DNPM/ Bahia.
14. DETTMER, Aline. Recuperação de cromo das cinzas de tratamento térmico de resíduos da indústria coureiro calçadista visando o curtimento de peles. 2008. 111f. . Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.
15. GATELLI, Elisia; SIKILERO, Claudio Bastos; ZEVE, Carlos Mário Dal Col. Impacto ambiental da cadeia produtiva do setor calçadista no Vale do Rio dos Sinos. XXX Encontro Nacional de Engenharias de Produção. São Carlos, SP. 12 a 15 de outubro de 2010.

16. GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2008.
17. HERNANDES, Alessandra Rosado. Uma proposta de sistema de gestão integrado para unidades de triagem de resíduos sólidos urbanos. 2011. 133f. Dissertação (Tese de mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011.
18. JAEGER, Sílvio Aurélio. Medidas de minimização da geração de resíduos sólidos industriais em curtume – estudo de caso. 2008. 177f. Dissertação (Tese de mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão Tecnológica. Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2008.
19. KLUG, Jeferson Leandro. Simulação termodinâmica da adição de Cr2O3 em escoria para aproveitamento do cromo do resíduo da incineração de couro. 2007. 101f Dissertação (Tese de mestrado) – Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.
20. KLUGE, Anelise. Contribuição ao estudo de reaproveitamento de resíduos de couro: uma abordagem holística do ecodesign focado em calçados infantis. 2009. 140f. Dissertação (Tese de mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Design. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.
21. LANGE, Lisete Celina; SILVA, Maristela Lopes. Caracterização das cinzas de incineração de resíduos industriais e serviços de saúde. Quím. Nova, São Paulo, v. 31, n. 2, 2008.
22. MAPFRE, FUNCADACIÓN. ITSEMAP Ambiental. Implicación ambiental de La incineración de resíduos urbanos, hospitalarios e industriales. Editorial MAPFRE, Madrid, España, 1994.
23. MARTINS, Clauren Moura. Determinação das espécies de cromo nas cinzas de couro wet blue em reatores de leito fluidizado. 2001. 85f. Dissertação (Tese de mestrado). – Programa de Pós - Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.
24. PACHECO, José Wagner Faria. Curtumes – Série P + L . CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo, 2005.
25. PEREIRA, Samanta Vieira. Obtenção de cromato de sódio a partir das cinzas de incineração de resíduos do setor calçadista visando à produção de sulfato básico de cromo. 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.
26. PROSAB. Programa de pesquisa em saneamento básico. Resíduos sólidos de coletas especiais: eliminação e valorização. 2001.
27. SÁNCHEZ, Luis E. Desengenharia: o passivo ambiental da desativação de empreendimentos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
28. VIEIRA, Máiquel Santos. Recuperação de cromo contido nas cinzas proveniente da incineração de resíduos da indústrias coureiro calçadistas visando a obtenção de cromato de sódio (IV). 2004. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.
29. WEBER, Marta Hoffmann. A importância do armazenador no manejo de resíduos industriais – o caso da UTRESA. 2010. 70f. Trabalho de conclusão de curso. Escola de Administração – Curso de graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.
30. WENZEL, Bruno München. Redução do cromo contido nas cinzas do tratamento térmico de resíduos de couro visando a obtenção de liga Ferrocromo e Sulfato de cromo. 2008.140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.