

PROPOSTA DE METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA UTILIZANDO CONCEITOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA¹

Ana Paula da Silva²

Rejane Maria Candiota Tubino³

Resumo

A preocupação com as questões ambientais estão cada vez mais presentes no dia a dia das indústrias. Essa nova cultura voltada à preservação do meio ambiente vem tomando espaço e fazendo com que a gestão ambiental seja um fator estratégico para as organizações. Neste contexto, este trabalho visa identificar as técnicas de produção mais limpa, para auxiliar no desenvolvimento de uma metodologia de gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa do segmento metal-mecânico, com o objetivo de identificar as possibilidades de redução na geração de resíduos e estabelecer formas de segregação, acondicionamento e armazenamento que promovam possibilidades de reuso, envio à reciclagem e demais destinações adequadas. Para isto, foi realizado o mapeamento do processo produtivo atualmente desenvolvido pela empresa e a identificação dos resíduos gerados em cada etapa deste, após foram propostas algumas técnicas de produção mais limpa de modo a auxiliar no desenvolvimento da metodologia de gerenciamento dos resíduos gerados. Como resultado, analisou-se a metodologia proposta em comparação com o processo anteriormente realizado de forma a evidenciar os ganhos obtidos como a minimização de resíduos gerados e a redução de custos com disposição final.

Palavras-chave: Resíduo; Produção mais limpa; Indústria metal-mecânica; Gestão ambiental.

PROPOSED METHODOLOGY FOR WASTE MANAGEMENT IN METAL MECHANICAL INDUSTRY USING CLEANER PRODUCTION CONCEPTS

Abstract

Concern about environmental issues are increasingly present in everyday life of Brazilian industries. This new culture aimed at preserving the environment is increasing and doing with that environmental management is a strategic factor for organizations. In this context, this paper aims to identify cleaner production techniques, to assist in developing a methodology for solid waste management in an industrial company in the metalworking sector, with the aim of identifying ways to reduce waste generation and establish forms of segregation, packaging and storage that promote opportunities for reuse, recycling and sent to other appropriate destinations. For this, we performed the mapping of the production process currently underway by the company and the identification of waste generated in each step of this after have proposed a number of cleaner production techniques in order to assist in developing the methodology for managing the waste generated. As a result, we analyzed the proposed methodology in comparison with the process previously performed in order to highlight the gains made as the minimization of waste generated and reducing disposal costs.

Keywords: Waste; Cleaner production; Metalworking industry; Environmental management.

¹ *Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

² *Engenheira Química, Mestranda, PPGEM, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.*

³ *Dra., Professora, DEMET, PPGEM, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil; rejane.tubino@ufrgs.br.*

1 INTRODUÇÃO

Apesar das pressões da legislação ambiental e da sociedade que está exigindo, cada vez mais, produtos ecologicamente corretos, percebe-se que de uns tempos para cá, as indústrias estão abordando as questões de meio ambiente como fator estratégico para obter vantagens competitivas no mercado. Segundo Silva Filho e Sicsú⁽¹⁾ a gestão ambiental propõe a elevação do potencial competitivo junto à preocupação com o meio ambiente, satisfazendo o interesse essencial das organizações (lucro) em paralelo à proteção ambiental, visto que esta é interesse da sociedade em geral.

A geração de resíduos, tanto sólidos quanto líquidos, é inerente a qualquer atividade humana, seja ela industrial, comercial, urbana ou rural. Esta questão torna o gerenciamento de resíduos um dos assuntos mais trabalhados quando se fala de gestão ambiental, principalmente em nível industrial, em virtude dos diferentes segmentos existentes e dos vários fatores que influenciam na geração destes resíduos como o uso, até então descontrolado, dos recursos naturais, consumo de energia, entre outros.

Nascimento e Mothé⁽²⁾ ressaltam que atualmente, a aplicação de tecnologias apropriadas e ecológicas, que visem à redução da utilização de recursos naturais, a redução de desperdício, a minimização da geração de resíduos e poluição, é uma ação de prioridade mundial. Neste aspecto, para as indústrias do segmento metal-mecânico, os resíduos sólidos são um tema de especial preocupação devido ao grande volume gerado e possíveis impactos ambientais associados a estes. Isto sem falar na responsabilidade pelos resíduos sólidos que é atribuída ao gerador por legislações específicas.

Desta forma, este trabalho visa identificar a aplicabilidade das tecnologias de produção mais limpa para o desenvolvimento de uma metodologia de gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa do segmento metal-mecânico. Como objetivo tem-se a identificação das possibilidades de redução na geração de resíduos e estabelecer formas de segregação, acondicionamento e armazenamento temporário que promovam formas de reuso, envio à reciclagem e demais destinações adequadas.

A metodologia adotada foi à realização de um mapeamento do processo produtivo atualmente desenvolvido pela empresa e a identificação dos resíduos gerados em cada etapa deste, em seguida foi avaliada a aplicabilidade de algumas ferramentas de produção mais limpa de modo a auxiliar no desenvolvimento da metodologia de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais gerados. Como resultado, apresentou-se uma análise da metodologia proposta em comparação com o processo anteriormente realizado de forma a evidenciar os ganhos obtidos como a minimização de resíduos gerados e a redução de custos com disposição final.

2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Um dos conceitos mais trabalhados em nível de classificação e gerenciamento de resíduos sólidos, foi trazido pela Norma NBR 10004,⁽³⁾ sendo que esta traz a seguinte definição para os resíduos sólidos:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, 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”.

A partir do ano de 2010 com a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei Federal nº 12.305/2010,⁽⁴⁾ em agosto e, com a sua regulamentação através do Decreto Federal nº 7.404/2010,⁽⁵⁾ em dezembro deste mesmo ano, o gerenciamento de resíduos sólidos se tornou um fator ainda mais presente nas indústrias brasileiras, trazendo como conceito de resíduos sólidos:

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.⁽⁴⁾

Tanto uma quanto a outra definição, que de uma forma geral são semelhantes, servem para a orientação e entendimento na hora de se identificar os resíduos gerados por determinada atividade e assim auxiliar no gerenciamento dos mesmos. Porém, para a classificação dos resíduos sólidos industriais as orientações da Norma NBR 10004⁽³⁾ são fundamentais.

Os resíduos podem ser classificados de diferentes maneiras., como por exemplo:

- Quanto à origem:
 - *urbanos*: são os resíduos domiciliares, o resíduo comercial produzido em escritórios, lojas, supermercados, etc. e os resíduos de serviços de limpeza pública urbana;
 - *industriais*: são resíduos gerados nos diversos tipos de indústrias e empresas de processamentos para a produção de produtos;
 - *resíduos de serviços de saúde*: são os gerados em hospitais, clínicas médicas e veterinárias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, consultórios e outros. Estes resíduos possuem legislação específica para o seu gerenciamento; e
 - *resíduos da construção civil*: são os oriundos das atividades de construção civil, reformas, etc. e também contam com legislação específica.
- Quanto à natureza do resíduo, sendo esta classificação bastante atribuída aos resíduos industriais:
 - *resíduos diretamente associados à atividade-fim da empresa*: são os subprodutos resultantes da fabricação do produto (sucatas de metais ferrosos e não ferrosos, óleo, borra de tinta, borra de plásticos do processo de injeção etc.);
 - *resíduos oriundos das atividades-periféricas à atividade fim da empresa*: são os resíduos gerados na realização de tarefas que não estão ligadas diretamente ao produto (varrição de piso, manutenção, lodos de ETE etc.); e
 - *resíduos não associados à atividade-fim da empresa*: são os resíduos gerados por qualquer empresa, ou seja, são independentes do tipo de atividade industrial (lâmpadas, pilhas, baterias, toalhas, entulho de obras, entre outros).

- Classificação quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, conforme estabelecido na Norma NBR 10004,⁽³⁾ da seguinte forma:
 - *Resíduos Classe I – Perigosos*: de forma genérica, são os que apresentam em sua composição, uma das seguintes características: inflamabilidade, reatividade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade. Desta forma podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento da mortalidade ou apresentarem efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;
 - *Resíduos Classe IIA – Não-Perigosos e Não Inertes*: são os resíduos ou misturas que não se enquadram na Classe I ou na Classe IIB. Podem apresentar propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Exemplo: alguns tipos de plásticos, fibras, borrachas, entre outros; e
 - *Resíduos Classe IIB – Não-Perigosos e Inertes*: resíduos ou misturas que não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em água, ou seja, são resíduos inertes. Exemplo: rochas, tijolos, plásticos que não são facilmente decompostos. (

Conforme destacam Lima e Ferreira,⁽⁶⁾ a legislação invoca o princípio da responsabilidade do gerador para os resíduos industriais, ou seja, trata a responsabilidade desde a geração, estocagem, armazenamento, transporte e tratamento até a sua disposição final e, portanto, o gerenciamento requer um bom entendimento do processo que dá origem ao resíduo, bem como o estabelecimento de sua classificação.

3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão ambiental começou a tomar forma nas empresas com o surgimento das Normas da série ISO 14000 na década de 1990 e em virtude da necessidade para tal, da avaliação dos aspectos e impactos ambientais associados à determinada atividade, o gerenciamento de resíduos sólidos passou a ser um dos principais temas a ser discutido e fundamentado em nível industrial.

O constante aumento da população mundial e a mudança dos seus hábitos consumistas, bem como a urbanização das comunidades e o avanço de tecnologias de industrialização, resultaram em um significativo aumento no volume dos resíduos gerados.⁽⁶⁾

Ainda conforme destaca Missiaggia:⁽⁷⁾

“A globalização dos negócios, a internacionalização dos padrões de qualidade ambiental esperadas na ISO 14.000, a conscientização crescente dos atuais consumidores e a disseminação da educação ambiental nas escolas permitem antever que a exigência que farão os futuros consumidores em relação à preservação do meio ambiente e à qualidade de vida deverão intensificar-se.”

Hoje e cada vez mais, esses fatores, além de legislações específicas e pressões de instituições não governamentais farão com que os empresários se voltem a trabalhar a gestão ambiental em suas organizações. Uma forma simples de se começar um trabalho de gestão ambiental pode ser viabilizada pelo gerenciamento dos resíduos gerados, pois como citado anteriormente, além da responsabilidade associada ao gerador, os resíduos sólidos gerados na indústria representam um grande volume estando facilmente passíveis da ocorrência de possíveis impactos ambientais.

A PNRS conceitua o gerenciamento de resíduos sólidos como:

“Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.”⁽⁴⁾

A segregação de resíduos é outro fator que auxilia muito no gerenciamento de resíduos, pois tem como objetivo principal possibilitar a reciclagem dos mesmos, ou seja, estabelecer uma forma de destinação mais nobre ao resíduo. A segregação pode ser realizada através da coleta seletiva dos resíduos, que consiste na separação na própria fonte geradora, dos materiais que podem ser recuperados/reciclados, mediante um acondicionamento distinto para cada material ou grupo de materiais. Destaca-se ainda que a coleta seletiva baseia-se no tripé: ‘tecnologia’ para efetuar a coleta, separação e reciclagem; ‘informação’ para motivar o público-alvo; e ‘mercado’ para absorção do material recuperado/reciclado.⁽⁷⁾

O gerenciamento e a minimização na geração de resíduos são atitudes ambientais responsáveis e devem ser práticas corriqueiras em indústrias, necessitando do comprometimento das chefias e de todo o pessoal envolvido com as atividades de produção, para que o programa ou metodologia de gerenciamento de resíduos desenvolvido tenha chance de sucesso.⁽²⁾

4 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Segundo o CNTL⁽⁸⁾ a Produção mais Limpa é a aplicação de uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e benefícios econômicos.

Os resíduos sejam sólidos, líquidos ou gasosos, sempre foram considerados sobras inevitáveis dos processos produtivos.⁽⁸⁾ Hoje, com os conceitos de gestão ambiental, gerenciamento de resíduos e tecnologias de produção mais limpa, os resíduos podem assumir diferentes ‘papéis’ nas indústrias, como matéria-prima de reuso, como carga em algum processo específico, como combustível etc.

Estes novos ‘papéis’ que os resíduos passaram a assumir estão de acordo com a tendência mundial que hoje se difunde, principalmente, nos países altamente industrializados, sendo que está baseada em:

- redução da geração na fonte - minimização: consiste na alteração de práticas operacionais até alterações tecnológicas no processo produtivo, ou ainda substituição de matérias-primas;
- reutilização de resíduos: 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: pode ser dividida em reciclagem interna e externa onde a primeira utiliza os resíduos como matéria-prima em outro processo produtivo e a segunda, além desta utilização, pode transformá-los em outro produto;
- incineração de resíduos com aproveitamento de calor: visa à redução de volume e toxicidade dos resíduos, bem como pode ser dirigida à recuperação energética dos materiais contidos no resíduo;

- implantação de monitoramento nos locais de disposição de resíduos: prevenção e controle da poluição ambiental;⁽⁸⁾ e
- de uma forma geral, como afirmam Silva Filho e Sicsú⁽¹⁾ na produção mais limpa tenta-se reduzir a formação de resíduos ou o impacto ambiental negativo durante a manufatura do produto ou proveniente do seu uso e, portanto, esta técnica visa prevenir o aparecimento do problema ao invés de apenas solucioná-lo.

5 EMPRESA

A empresa objeto deste estudo é uma indústria metal-mecânica de grande porte, do segmento automotivo, localizada na cidade de Caxias do Sul – RS.

Além da constante preocupação com o atendimento à legislação ambiental, devido à grande diversidade de resíduos sólidos gerados em sua atividade fabril e a preocupação com o desperdício de matéria-prima que já estava sendo monitorada pela empresa no ano de 2011, se identificou a necessidade do desenvolvimento de uma metodologia de gerenciamento de resíduos, o que motivou a realização deste trabalho.

6 METODOLOGIA

A metodologia aplicada na elaboração deste trabalho compreendeu o método de estudo de caso, com base na resolução do problema de pesquisa, que em síntese trata: “Como gerenciar os resíduos sólidos gerados no processo industrial de uma empresa do segmento metal-mecânico?”. Desta forma, como objetivo geral, tem-se a implantação de metodologia de gerenciamento de resíduos sólidos em ambiente industrial do setor metal-mecânico, indústria automotiva.

Para atingir este objetivo, após uma revisão da literatura através da pesquisa bibliográfica, foi realizado um diagnóstico da situação atual do processo produtivo da empresa de forma a identificar os pontos de maior geração de resíduos sólidos. Este diagnóstico permitiu avaliar situações que possibilitem a aplicação das técnicas de produção mais limpa de modo a auxiliar no desenvolvimento da metodologia de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Para a finalização deste trabalho, analisou-se a metodologia proposta para o gerenciamento dos resíduos sólidos em comparação com o processo anteriormente realizado, evidenciando-se os ganhos obtidos.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O diagnóstico da situação atual consistiu na análise de cada etapa do processo produtivo para assim identificar os principais resíduos gerados, conforme apresentado, de forma sucinta, na Figura 1, bem como, na verificação da forma de gerenciamento dos resíduos, atualmente praticada na organização, para possibilitar o comparativo com a proposta de metodologia para o gerenciamento dos mesmos, baseada nos conceitos de produção mais limpa.

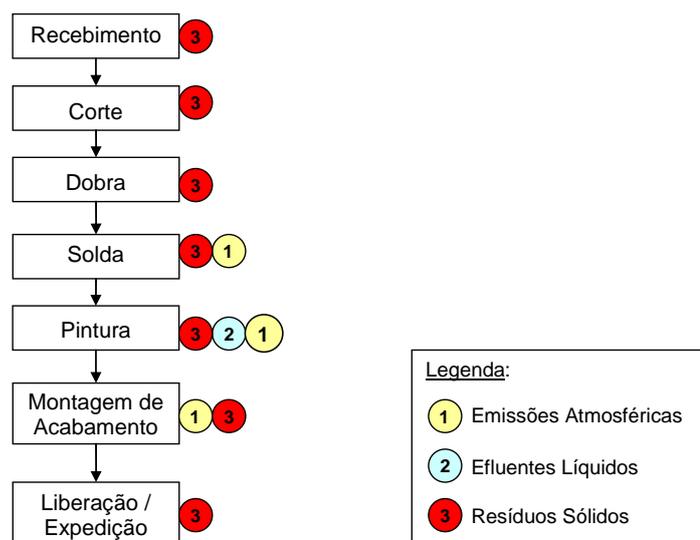


Figura 1. Fluxograma simplificado do processo produtivo com a identificação dos resíduos, efluentes e emissões atmosféricas emitidos em cada etapa.

Através do fluxograma do processo produtivo da empresa, é possível verificar que em algumas etapas há a geração de emissões atmosféricas e efluentes líquidos, além dos resíduos sólidos. Porém, como o objetivo do trabalho é propor uma metodologia de gerenciamento de resíduos sólidos utilizando conceito de produção mais limpa, o objeto do estudo enfatizará o tema resíduos sólidos.

Com base na pesquisa realizada e após o mapeamento do processo produtivo, foi desenvolvida a uma metodologia para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em indústrias do segmento metal-mecânico, conforme apresentado na Figura 2 e descrito nas sete etapas a seguir:

1. *Identificação dos pontos de geração de resíduos:* o primeiro passo é conhecer a origem dos resíduos, ou seja, identificar as etapas do processo onde os mesmos são gerados. Nesta etapa é importante, também, a análise das possibilidades de minimização na geração dos resíduos ou até reuso dos mesmos no processo;
2. *Caracterização dos resíduos:* com a identificação dos pontos de geração dos resíduos parte-se para a caracterização dos mesmos conforme estabelecido na norma NBR 10004;⁽³⁾
3. *Quantificação dos resíduos:* mensurar a quantidade de resíduos gerados por unidade de tempo. Geralmente atribui-se como unidade de tempo um mês (geração mensal). Uma forma de apresentação para a identificação dos pontos de geração, classificação e quantificação dos resíduos é através de uma tabela conforme exemplo do Quadro 1;

Quadro 1. Identificação dos resíduos industriais gerados mensalmente, por classe (classificação) e etapa de geração.

Resíduo	Quantidade Mensal	Unidade de Medida	Classificação / Classe	Ponto de Geração
A0040 - Sucata de Metais Ferrosos	80	T	II	Processos de corte e usinagem
F0042 - Resíduos Têxteis Contaminados	22000	un	I	Processo industrial em geral, principalmente, Processo de Pintura.
K0106 - Lâmpadas Fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)	90	un	I	Manutenção
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

4. *Acondicionamento e armazenamento:* consiste em identificar as formas adequadas de acondicionamento, atribuindo para tal os conceitos de coleta seletiva e formas adequadas de armazenamento temporário dos resíduos para posterior destinação final, conforme exemplo do Quadro 2;

Quadro 2. Acondicionamento e armazenamento temporário dos resíduos.

Resíduo	Acondicionamento	Armazenamento
A0040 - Sucata de Metais Ferrosos	Caçamba/Container	Central de Resíduos da empresa
F0042 - Resíduos Têxteis Contaminados	Sacos de Algodão	Central de Resíduos da empresa, em área coberta.
K0106 - Lâmpadas Fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)	Caixas de origem ou enroladas em plástico bolha	Central de Resíduos da empresa, em área coberta.
⋮	⋮	⋮

5. *Transporte dos resíduos:* definição referente aos requisitos legais específicos para o transporte de resíduos (documentos, rótulos, placas de identificação etc.);

6. *Destinação final:* identificação das formas (reciclagem, tratamento, aterro industrial, co-processamento etc.) e os locais licenciados para a destinação final dos resíduos gerados na indústria. A destinação final dos resíduos sólidos industriais gerados pode ser identificada conforme exemplo do Quadro 3; e

Quadro 3. Destinação final dos resíduos gerados.

Resíduo	Destinação	Razão Social do Receptor	CNPJ	Endereço	LO / Órgão Expedidor	Custo para Destinação
A0040 - Sucata de Metais Ferrosos	Reciclagem Externa	Empresa XYZ	01.234.56 7/ 8910-11	Rua ABC, nº 111, Cidade A	XXXX/XXXX - FEPAM	Venda a um valor de R\$ 2,80/kg
F0042 - Resíduos Têxteis Contaminados	Devolução ao fornecedor	Empresa RST	01.234.56 7/ 8910-11	Rua DEF nº 222, Cidade B	XXXX/XXXX - FEPAM	Custo de R\$ 0,33/und
K0106 - Lâmpadas Fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)	Descontaminação	Empresa OPQ	01.234.56 7/ 8910-11	Rua GHI nº 333, Cidade C	XXXX/XXXX - FEPAM	Custo de R\$ 0,70/und
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

7. *Plano de treinamento*: estabelecimento de formas e cronograma de treinamento, sendo que todos os funcionários responsáveis pela segregação e acondicionamento dos resíduos deverão ser treinados e orientados sobre a importância do gerenciamento e suas vantagens.

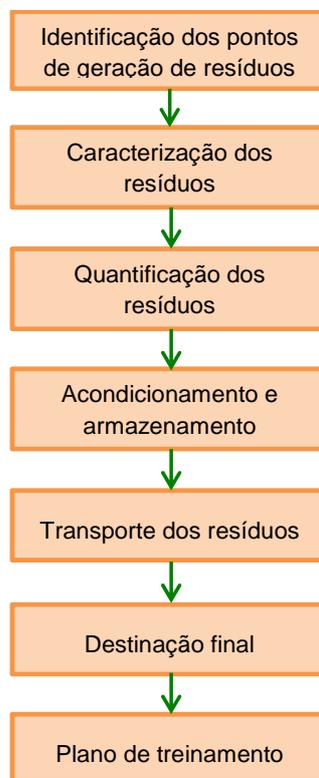


Figura 2. Fluxogramas das etapas para a implementação da Metodologia de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Indústria do Segmento Metal-Mecânico.

De forma a facilitar o acompanhamento dos dados para o bom gerenciamento dos resíduos sólidos, os mesmos podem ser formatados em uma única tabela, conforme foi realizado neste trabalho com a implementação da metodologia proposta, o que possibilitou ainda, identificar os resíduos de maior volume gerados na empresa e, então, avaliar as formas de minimização na geração destes, visando ganhos com a disposição dos mesmos, conforme apresenta a Figura 3.

Resíduo	Quantidade Mensal	Unidade de Medida	Classificação / Classe	Ponto de Geração	Acondicionamento	Armazenamento	Destinação	Razão Social do Receptor	CNPJ	Endereço	LO / Órgão Expedidor	Custo para Destinação
A0040 - Sucata de Metais Ferrosos	80	t	II	Processos de corte e usinagem	Caçamba/Container	Central de Resíduos da empresa	Reciclagem Externa	Empresa XYZ	01.234.567/8910-11	Rua ABC, nº 111, Cidade A	XXXX/XXXX-DL - FEPAM	Venda a um valor de R\$ 2,80/kg
F0042 - Resíduos Têxteis Contaminados	22000	und	I	Processo industrial em geral, principalmente, Processo de Pintura	Sacos de Algodão	Central de Resíduos da empresa, em área coberta	Devolução ao fornecedor	Empresa RST	01.234.567/8910-11	Rua DEF nº 222, Cidade B	XXXX/XXXX-DL - FEPAM	Custo de R\$ 0,33/und
K0106 - Lâmpadas Fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)	90	und	I	Manutenção	Caixas de origem ou enroladas em plástico bolha	Central de Resíduos da empresa, em área coberta	Descontaminação	Empresa OPQ	01.234.567/8910-11	Rua GHI nº 333, Cidade C	XXXX/XXXX-DL - FEPAM	Custo de R\$ 0,70/und
K0106 - Resíduos Perigosos Diversos	50	m³	I	Processo industrial em geral	Caçamba/Container	Central de Resíduos da empresa, em área coberta	Aterro Industrial	Empresa LMN	01.234.567/8910-11	Rua JKL nº 333, Cidade C	XXXX/XXXX-DL - FEPAM	Custo de R\$ 160,00/m³
K0106 - Resíduos Não Perigosos	12	t	I	Processo industrial em geral	Caçamba/Container	Central de Resíduos da empresa, em área coberta	Aterro Industrial	Empresa IJK	01.234.567/8910-11	Rua MNO nº 333, Cidade C	XXXX/XXXX-DL - FEPAM	Custo de R\$ 195,00/t

Figura 3. Planilha de gerenciamento de resíduos sólidos industriais.

Os treinamentos, contemplados na sétima etapa da metodologia apresentada, foram inicialmente ministrados à equipe do Setor de Meio Ambiente e, posteriormente, à

liderança da fábrica de forma que estes multipliquem as informações aos demais colaboradores.

O comparativo entre a forma de gerenciamento de resíduos praticada até o desenvolvimento deste trabalho e a metodologia de gerenciamento de resíduos sólidos proposta neste estudo, pode ser evidenciada conforme Tabela 1 que traz a relação entre as duas situações, as Figuras 4a e 5, que tratam da situação anterior e as Figuras 4b, 6, 7 e 8 que tratam das melhorias após a implementação a seguir:

Tabela 1. Comparativo entre a situação anterior e a situação atual da empresa, após a aplicação da metodologia proposta

Situação Anterior	Situação Atual (Metodologia Proposta)
Os resíduos sólidos não perigosos - Classe II, eram acondicionados juntamente com os resíduos perigosos - Classe I.	Adquiriu-se um novo container para o acondicionamento destes resíduos em separado, possibilitando uma destinação final mais adequada a cada um deles e, também, a redução em 20% do custo com destinação final.
Utilização de papel para o isolamento no setor de pintura, gerando resíduo de papel contaminado, ou seja, resíduo Classe I.	Substituição de matéria-prima de papel para plástico, gerando uma redução no custo de aquisição da matéria-prima e, também, a redução no custo com destinação por gerar um menor volume de resíduo.
Utilização de rolos de arame de solda, gerando resíduos e um grande desperdício de matéria-prima no início e final dos carretéis.	Substituição de embalagem de fornecimento de rolos para bobinas, gerando uma economia na aquisição da matéria-prima e melhor aproveitamento da mesma.
Embalagens vazias de produtos químicos eram destinadas para aterros industriais e/ou descontaminação, gerando custos para estas disposições.	Grande parte das embalagens vazias já estão sendo devolvidas aos fornecedores, reduzindo assim os gastos com destinação das mesmas.



(a)



(b)

Figura 4. Central de resíduos (a) Situação anterior - com apenas um container para o acondicionamento dos resíduos Classe I e Classe II, juntos; (b) Situação atual com os containers para acondicionamento dos resíduos Classe I e Classe II, em separado.



Figura 5. Situação Anterior - Interior da Central de Resíduos com container para vidros fora do padrão de coleta seletiva e lâmpadas acondicionadas de forma inadequada – Carrinhos para a coleta de resíduos na fábrica, fora do padrão e sem identificação.



Figura 6. Situação Atual - Interior da Central de Resíduos – Lâmpadas Queimadas que são destinadas para a descontaminação e Container para o acondicionamento de vidros.



Figura 7. Situação Atual - Interior da Central de Resíduos – Prensa para os resíduos de papéis/papelões limpos e Bag's para a segregação e acondicionamento dos plásticos limpos.



Figura 8. Situação Atual - Carrinhos coletores e Containers para o acondicionamento dos resíduos/sucata gerados na fábrica, que estão dispostos em cada linha de produção de forma a possibilitar a correta segregação/coleta seletiva dos resíduos na fonte geradora.

8 CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentada uma metodologia de gerenciamento de resíduos que possibilitou identificar muitas oportunidades de melhoria relacionadas às técnicas de produção mais limpa, como a substituição de matérias-primas e a segregação dos resíduos que possibilitaram a minimização dos resíduos gerados em determinadas atividades e viabilizaram formas mais nobres de destinação dos mesmos, com redução nos custos de disposição final.

A metodologia proposta neste trabalho pode facilmente ser aplicada em indústrias do segmento metal-mecânico, trazendo ganhos em economia e ao meio ambiente às empresas que tratarem este tema com esta preocupação.

Agradecimentos

À empresa pelo interesse, disponibilidade e confiança depositada para a realização deste trabalho e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelas oportunidades apresentadas.

REFERÊNCIAS

- 1 SILVA FILHO, J. C. G.; SICSÚ, A. B. Produção mais limpa: uma ferramenta da gestão ambiental aplicada às empresas nacionais. **Anais eletrônicos...** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, Brasil, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR1005_0001.pdf>. Acesso em: 27 out 2011.
- 2 NASCIMENTO, T. C. F; MOTHÉ, C. G. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. **Revista Analytica**, n. 27, p. 36-48, fev – mar. 2007.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**, Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- 4 **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 27 dez 2011.
- 5 **DECRETO Nº 7.404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010**. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm> Acesso em: 27 dez 2011.

- 6 LIMA, R. G. C.; FERREIRA, O. M. **Resíduos Industriais – Métodos de Tratamento e Análises de Custos**. Goiânia, 2007. Disponível em:
<<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/RES%C3%8DDUOS%20INDUSTRIAIS%20-20M%C3%89TODOS%20DE%20TRATAMENTO%20E%20AN%C3%81LISE%20DE%20CUSTOS.pdf>>. Acesso em: 02 jan 2012.
- 7 MISSIAGGIA, R. R. **Gestão de Resíduos Sólidos Industriais: Caso Springer Carrier**. Dissertação de Mestrado UFRGS, 2002.
- 8 CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre, 2003.