



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAS: UM ESTUDO EM INDÚSTRIAS METAL-MECÂNICA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE DO RIO GRANDE DO SUL

NAIRA E. BARBACOVI
UNIVERSIDADE DE SÃO CAETANO DO SUL
nairabarbacovi28@gmail.com

RAQUEL DA SILVA PEREIRA
USCS - Universidade Municipal de São Caetano do Sul
Raquelspereira@uol.com.br

ALBINO MOURA GUTERRES
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE DE PORTO ALEGRE
prof.albinomoura@gmail.com

DÉBORA REGINA SCHNEIDER LOCATELLI
Universidade Municipal de São Caetano do Sul
debora.locatelli@uffs.edu.br

DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAS: UM ESTUDO EM INDÚSTRIAS METAL-MECÂNICA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE DO RIO GRANDE DO SUL

RESUMO

O estudo teve como objetivo fazer uma análise em relação aos tipos de resíduos gerados e as formas de armazenamento e disposição final dos resíduos em indústrias metal-mecânicas. Para tanto, foram pesquisadas 25 indústrias de pequeno e médio porte, com área de atuação diversificada, localizadas em um município de médio porte no Estado do Rio Grande do Sul. Para a coleta das informações utilizou-se de visitas à Prefeitura do Município em busca de informações sobre as indústrias existentes e de visitas às indústrias, nas quais se aplicou um questionário semiestruturado junto aos responsáveis dessas indústrias na busca de informações relacionadas aos tipos de resíduos gerados e as formas de armazenamento e disposição final desses resíduos. Buscou-se também identificar o sistema de gerenciamento dos resíduos, para tanto foram feitas entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pelas indústrias. Como resultado, constatou-se que as indústrias em estudo informam possuir responsabilidade em relação às formas de armazenamento e disposição final dos resíduos, sendo que parte dos resíduos são encaminhados para empresas as quais fazem a disposição correta, para os demais resíduos são realizados a logística reversa, ou seja, as indústrias, buscam atender a todas as exigências estabelecidas pela legislação vigente, apresentado dessa forma uma preocupação ambiental.

Palavras-chaves: Gestão de resíduos; Resíduos Industriais; Indústrias Metal-mecânica.

ABSTRACT

SOLID WASTE INDUSTRIES DIAGNOSIS: A STUDY IN INDUSTRY METAL MECHANICAL IN A MEDIUM-PORTE CITY OF RIO GRANDE DO SUL

The study aimed to make an analysis on the types of waste generated and forms of storage and final disposal of waste in metal-mechanical industries. To this end, 25 small and medium industries were surveyed, with diversified operations area, located in a medium-sized municipality in the state of Rio Grande do Sul. To collect the information we used for visits to the Municipal Government in search information on existing industries and visits to industries in which applied a questionnaire semistructured of persons responsible in these industries in the search for information related to the types of waste generated and forms of storage and final disposal of such waste. It sought to identify the waste management system, for both semi-structured interviews were conducted with those responsible for industries. As a result, it was found that the industries under study report has responsibility for the forms of storage and final disposal of waste, and part of the waste is sent to companies which make proper provision for the other waste are conducted logistics reverse, that is, industries, seek to meet all the requirements established by law, presented this way an environmental concern.

Keywords: Industrial Waste; Industries Metal-mechanics; Storage of waste.

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial do século XVIII promoveu o crescimento econômico e abriu perspectiva de maior geração de capital, proporcionando melhor qualidade de vida para a sociedade, a qual passou a ter oportunidades de trabalho longe das árduas atividades rurais e com possibilidade de consumo de bens industrializados. Essa mesma industrialização intensificou-se, trazendo consigo vários problemas ambientais, sendo um deles a enorme geração de resíduos e a necessidade de uma gestão e destinação correta desses resíduos, minimizando a poluição do ambiente natural e o prejuízo à saúde humana (DIAS, 2006).

A Lei 12.305/2010 estabelece clara distinção entre os termos “resíduos” e “rejeitos”, afirmando que os resíduos devem retornar à cadeia produtiva e somente o rejeito (aquilo que não tem jeito) deve seguir para a disposição final em aterro sanitário ou incineração (BRASIL, 2010).

De acordo com Butter (2003), o destino final dos rejeitos industriais é um problema a ser enfrentado em curto prazo por parte das indústrias, que historicamente investiram em insumos de produção, priorizando a extração de novos recursos naturais para o processo produtivo, esquecendo-se de minimizar ao máximo as perdas no processo e deixando de aproveitar materiais que já receberam valor agregado ao serem extraídos, transportados e transformados – os resíduos.

Com o agravamento dos problemas socioambientais e de acordo com a legislação brasileira supracitada, as perdas foram evidenciadas, passando a ser evitadas, pois podem causar multas altíssimas e, em alguns casos, caracterizar-se como crime ambiental pela Lei Federal de Crimes Ambientais, nº 9.605 (BRASIL, 1998).

Além da questão de redução de custos e maximização de lucros, há, a partir de 2010, a obrigatoriedade de logística reversa, por parte de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dentre outros atores corresponsáveis nas cadeias de produção.

Os rejeitos, aqueles materiais que não podem ser reaproveitados e não voltam para as cadeias produtivas são encaminhados a aterros sanitários ou incineradores e retirados das instalações por empresas terceirizadas, que por sua vez responsabilizam-se pelo transporte e pela destinação final adequada deste material.

Por sua vez, há ainda, o equivocado entendimento por parte de alguns empresários de que o ciclo reverso dos resíduos, têm sua responsabilidade terminada quando o material sai de sua empresa, o que não é verdade, conforme preconiza a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

A geração de resíduos industriais ocorre, muitas vezes, de forma desordenada, carecendo de um gerenciamento adequado, bem como de conscientização dos gestores das indústrias para mudar seus hábitos, costumes e cultura, partindo-se sempre do pressuposto de um desenvolvimento sustentável, no qual as gerações atuais se utilizem desses recursos de forma a evitar carências para as gerações futuras, para que se consiga manter a base do desenvolvimento sustentável, respeitando os aspectos sociais, econômicos e ambientais (BRUNDTLAND, 1991).

Desta forma, o estudo teve como objetivo diagnosticar os tipos de resíduos gerados em indústrias metal-mecânicas e analisar as formas de armazenamento e disposição final desses resíduos. Para tanto, o estudo fez uma análise em 25 indústrias de um município de porte médio do Estado do Rio Grande do Sul, classificando-as como de pequeno e médio porte com áreas de atuação diversificadas.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

A Norma Brasileira de Referência (NBR) 10004/2004 (ABNT, 2004) considera resíduos sólidos todos os que se encontram em estado sólido ou semissólido, provenientes de atividades industriais; além destes, os lodos dos sistemas de tratamento de água, os resíduos gerados em equipamentos e instalações para controle de poluição alguns líquidos, que por suas especificidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água.

O conceito de resíduo tem um duplo significado. Podendo ser visto como um desperdício ou como um material que foi comprado e pago, mas que não foi transformado em um produto comercializável. Resíduo é, portanto, indicativo de ineficiência de produção.

Assim, os custos de materiais desperdiçados, capital e trabalho têm de ser adicionados aos custos ambientais. Resíduo neste contexto é usado como um termo geral de resíduos sólidos, águas residuais e emissões atmosféricas, e, assim, compreende toda a produção de não produto (JASCH, 2003).

Para Tocchetto (2005) os resíduos industriais são todos os provenientes das atividades industriais, podendo ser de processos químicos, petroquímicos, indústria papelreira, metalúrgica, alimentícia, dentre outros. De acordo com Missiaggia (2002), este tipo de resíduo é bem diversificado sendo representado por: cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros e cerâmicas, entre outros. Cabe destacar que pertence à categoria dos resíduos sólidos industriais a maior parte dos resíduos tóxicos.

Com relação ao cálculo de custos ambiental, não são consideradas somente taxas de transporte e eliminação, mas também o desperdício, valor material de compra, custos de produção de resíduos e emissões, adicionados os demais (JASCH, 2003).

Desde 2010, o Brasil conta com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que foi instituída através da Lei Federal nº 12.305, a qual define as diretrizes gerais para a gestão dos resíduos no Brasil. Sua regulamentação ocorreu através do Decreto nº 7.404, também de 2010, que traz como principal ferramenta de ação o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, na qual encontram-se enquadradas as organizações industriais, com a incumbência da correta gestão de seus resíduos (BRASIL, 2010a; 2010b; 2012).

O artigo 13º da PNRS estabelece que resíduos industriais são aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais, e inclui também materiais perigosos que precisam de tratamento especial devido ao seu alto potencial de impacto à saúde e ao meio ambiente (BRASIL, 2010b; 2012).

2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos industriais

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características e a comparação destes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Segundo a NBR 10004/2004 (ABNT, 2004), os resíduos podem ser classificados em três classes:

- a) **Classe I - Perigosos:** são aqueles resíduos de misturas de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;

b) **Classe II A - Não perigosos e não inertes:** não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

c) **Classe II B - Inertes:** quando submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não possuem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Em relação à classificação dos resíduos industriais estes também requerem uma série de procedimentos e testes, descritos em uma série de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

a) NBR 10004/2004 - Resíduos Sólidos – Classificação;

b) NBR 10005/2004 – Lixiviação de Resíduos- Procedimentos;

c) NBR 10006/2004 – Solubilização de Resíduos – Procedimentos, e

d) NBR 10007/2004 – Amostragem de resíduos – Procedimento.

Segundo Rocca (1993), a classificação dos resíduos industriais depende da sua correta amostragem, um conjunto de operações que levam a obtenção de uma pequena porção que seja representativa da composição média do todo.

2.1.2 Resíduos das indústrias metal-mecânicas

As atividades industriais são as maiores responsáveis por uma expressiva parcela dos impactos globais do meio ambiente. Em consequência a essas questões verifica-se: o aquecimento da temperatura da Terra; a destruição da camada de ozônio; a poluição das águas; a degradação do solo; a destruição dos resíduos; a perda da biodiversidade. Esse crescimento quase que desordenado das atividades econômicas vem deteriorando os ecossistemas, prejudicando a sustentabilidade do meio ambiente (DIAS, 2006).

O Quadro 1 apresenta alguns dos principais resíduos gerados por indústrias metal-mecânicas e a respectiva classificação.

Quadro 1 - Tipos de resíduos gerados pelas indústrias e a classificação

Tipo de Resíduo	Classe
Resíduos corrosivos (rejeitos do digestor)	I
Lodos Perigosos de ETE	I
Resíduos perigosos de varrição	I
Óleos usados	I
Materiais contaminados com óleo	I
Resíduos têxteis contaminados (buchas, panos)	I
Borras de retífica	I
Solventes contaminados	I
Resíduos de catalisadores	I
Resíduos de tintas pigmentos e corantes	I
Sucatas de metais ferrosos	I
Tambores metálicos	II-A
Sucatas de metais não ferrosos	II-A
Resíduos de papel e papelão	II-A
Bombonas plásticas	II-A
Resíduos de borracha	II-A
Escórias de fundição	II-A
Resíduos de materiais não metálicos	II-A

Resíduos de vidro	II-B
Resíduos de materiais cerâmicos	II-B

Fonte: Adaptado do Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002.

Os resíduos Classe I são classificados como perigosos, os Classe II-A são os não inertes e os Classe II-B são inertes.

2.2 FORMAS DE ARMAZENAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS

Segundo a NBR 12235/1992 (ABNT, 1992), **armazenamento** é uma contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança.

Em relação à disposição final dos resíduos, de acordo com a NBR 10004/2004 (ABNT, 2004) é necessário que a disposição esteja de acordo com as normas brasileiras. O processo utilizado para a disposição final de resíduos industriais é o aterro de resíduo industrial, que pode ser classificado em aterro Classe I e aterro Classes II e III. Esse processo consiste na disposição dos resíduos sólidos no solo que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinação segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

3 METODOLOGIA

Este estudo considerou as indústrias metal-mecânicas localizadas em um município de médio porte localizado no interior do Estado do Rio Grande do Sul. Considerado um centro sub-regional, a segunda cidade mais populosa do norte do Estado, com 97.916 habitantes. Para a realização dessa pesquisa selecionou-se 25 indústrias de pequeno e médio porte, de áreas de atuação diversificadas.

O estudo foi estruturado em duas etapas: na primeira etapa fez-se a caracterização das indústrias metal-mecânicas, a fim de identificar as indústrias que participariam do estudo e após buscou-se identificar o atual sistema de gerenciamento dos resíduos em cada uma delas.

Na coleta de informações preliminares foram visitadas as Secretarias de Desenvolvimento Econômico e de Meio Ambiente do Município, realizando-se entrevistas com os responsáveis por essas secretarias e obteve-se a relação das indústrias que possuem licenciamento ambiental. Com base nesta listagem das indústrias foram levantadas as características das indústrias metal- mecânicas em estudo: a) número de indústrias; b) qual a área de atuação; c) como podem ser classificadas; d) se possuem licenciamento ambiental.

Para o alcance dos objetivos, realizaram-se visitas dirigidas nas indústrias para identificar: a) qual a área de atuação de cada indústria; b) classificação por porte; c) se possuem licenciamento ambiental e d) coleta de documentos e dados. Buscou-se também identificar o sistema de gerenciamento dos resíduos, para tanto foram feitas entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pelas indústrias.

A segunda etapa buscou caracterizar os resíduos gerados pelas indústrias e identificar as formas de armazenamento e disposição final desses resíduos. Nesta etapa foi realizada a aplicação de questionário junto aos responsáveis pelas indústrias e análise dos documentos fornecidos pelas mesmas.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS METAL-MECÂNICAS ESTUDADAS

Para a caracterização das indústrias, fez-se um levantamento de informações referentes a área de atuação de cada uma, posteriormente, identificou-se as que participaram do estudo e na sequência analisou-se a forma de gerenciamento dos resíduos.

4.1.1 Área de atuação das indústrias metal-mecânicas pesquisadas

Com relação à quantidade de indústrias existentes no Município, os órgãos públicos pesquisados forneceram três listas com nomes de indústrias, para que se pudesse fazer o levantamento para a realização do estudo, com as quais foi possível identificar um número aproximado de 80 indústrias metal-mecânicas.

A partir dessas três listas fornecidas pelos órgãos públicos, fez-se a classificação das mesmas, na qual se verificou que existem aproximadamente oitenta indústrias metal-mecânicas, com áreas de atuação diversificada. As áreas de atuação compreendem:

- a) indústrias de artigos de cutelaria e ferramentas manuais, sem tratamento de superfície e sem pintura;
- b) fabricação de estruturas artefatos recipientes outros metálicos, sem tratamento de superfície e com pintura (exceto pincel);
- c) fabricação de estruturas e artefatos recipientes outros metálicos, sem tratamento de superfície e com pintura a pincel;
- d) fabricação de estruturas artefatos recipientes outros metálicos, sem tratamento de superfície e sem pintura;
- e) fabricação de máquinas e aparelhos, sem tratamento de superfície inclusive tratamento térmico, sem fundição e com pintura;
- f) fabricação de utensílios, peças acessórios, sem tratamento de superfície, inclusive tratamento térmico, sem fundição e com pintura;
- g) fabricação de utensílios, peças e acessórios, sem tratamento de superfície, inclusive tratamento térmico, sem fundição e sem pintura.

Segundo informações da Prefeitura Municipal, todas essas indústrias possuíam Licenciamento Ambiental.

4.1.2 Identificação das indústrias estudadas

Após o levantamento das informações referentes à quantidade aproximada de indústrias metal-mecânicas e da área de atuação das mesmas, entrou-se em contato com as 80 indústrias identificadas. Em um primeiro momento esse contato ocorreu por telefone, realizando assim o agendamento das visitas.

Paralelamente, também se realizou contato com a Secretária de Meio Ambiente e Secretária de Desenvolvimento Econômico, com o objetivo de conhecer a forma de controle realizada por esses órgãos públicos em relação aos resíduos industriais.

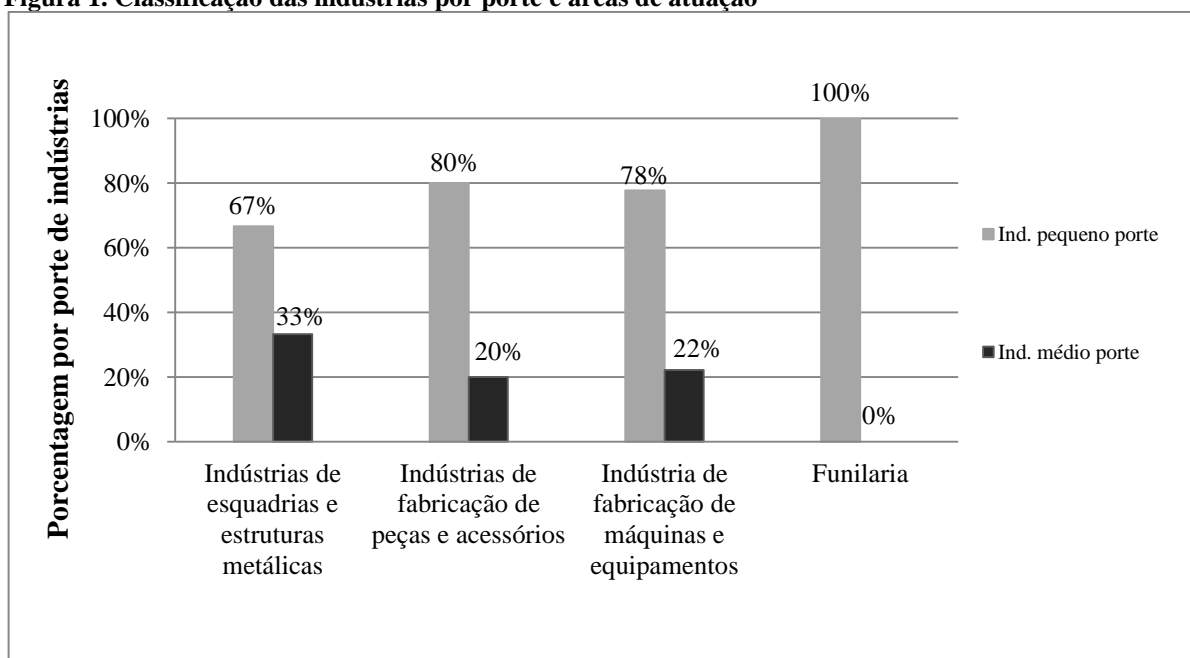
Constatou-se que há uma preocupação por parte desses órgãos públicos com a destinação desses resíduos, conscientizando e fiscalizando para que as indústrias deem a destinação correta, caso contrário, em muitos casos há a aplicação de multas. Esse controle é feito através de visitas não regulares e na ocorrência de denúncias de irregularidades. As indústrias são orientadas a entregar anualmente à Prefeitura documentos que comprovem a destinação correta aos resíduos, esses documentos são assinados e são de responsabilidades das indústrias e do engenheiro responsável.

Das 80 indústrias metal-mecânicas do município, 30% aceitaram participar deste estudo, ou seja, uma amostra de 25 indústrias, estas de ramos de atividade e de tamanhos diferenciados.

As indústrias que participaram do estudo compreendem: nove indústrias de esquadrias e estruturas metálicas, as quais fabricam em sua maioria, grades, portões, portas e janelas metálicas, além de estruturas em aço para pavilhões; cinco indústrias de fabricação de peças e acessórios, que atuam na fabricação de peças mecânicas diversas (parafusos, porcas, engrenagens, pinos, entre outras); nove indústrias de fabricação de máquinas e equipamentos foram visitadas nove indústrias e estas fabricam secadores diversos (erva mate, maravalha, serragem, bagaço de cana, lodos industriais), ciclone, classificadores, máquinas de fazer tela, entre outras; duas indústrias de funilaria, que fabricam de calhas, algerosas, tubulações, exaustores, entre outras.

A Figura 1 apresenta o porte das indústrias estudadas e as áreas de atuação.

Figura 1. Classificação das indústrias por porte e áreas de atuação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação à disponibilidade das informações por parte das indústrias que aceitaram participar do estudo, não houve restrição na coleta dos dados, todas se mostraram interessadas pelo estudo, sendo que todas as informações solicitadas foram fornecidas.

Nas indústrias de pequeno porte, as entrevistas se deram com os próprios proprietários. Já nas indústrias de médio porte as entrevistas se deram com os responsáveis pela parte administrativa e/ou ambiental. A maioria dos entrevistados tanto nas pequenas quanto nas indústrias de médio porte, foram pessoas do gênero masculino (85%) e que trabalhavam há mais de cinco anos nas empresas (65%).

4.1.3 Identificação do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais

Constatou-se que na sua totalidade, as indústrias não possuem um sistema de gestão de resíduos implantado, somente, 8% dos respondentes disseram estar em fase de implantação de um sistema na indústria, mas não abriram detalhes em relação ao modelo do mesmo. No entanto, todas realizam a segregação, identificação dos resíduos e o armazenamento conforme exigência das normas, e encaminham estes a empresas licenciadas para darem o destino final.

A fiscalização dessas formas de armazenamento e acondicionamento é realizada pela Prefeitura Municipal, sendo o órgão responsável a Secretária de Meio Ambiente.

4.2 DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS DAS INDÚSTRIAS

Para a realização do diagnóstico, dos resíduos obteve-se informações referentes aos tipos de resíduos e as formas de armazenamento e disposição final dos mesmos.

4.2.1 Caracterização dos resíduos gerados pelas indústrias

Para obtenção de informações referentes às características dos resíduos gerados pelas indústrias, fez-se um levantamento de informações, através de visitas às indústrias, concomitantemente à realização de entrevistas semiestruturadas.

Em relação aos tipos de resíduos têm-se: sucata de metais, panos mecânicos, equipamentos de proteção individual (EPIs), embalagens e tambores (tintas, óleos e graxas), óleo e fluidos de corte, sucata de pó de ferro, resíduo de papel e papelão, resíduos de varrição, disco de corte, embalagens plásticas e resíduos de escritório.

Com relação à quantidade desses resíduos, as indústrias informaram valores médios mensais e através desses valores calculou-se a média que cada indústria produziria por mês, de acordo com o porte de atividade. Na Tabela 1 encontra-se a relação dos resíduos das indústrias de esquadrias e estruturas metálicas.

Tabela 1: Média de resíduos produzidos nas indústrias de esquadrias metálicas

Resíduos	Peso médio (kg/mês)	
	Pequeno Porte	Médio Porte
Sucatas de metais	248	556
Sucatas de pó de ferros	20	49
Panos Mecânicos	6	10
Resíduos de Papel e Papelão	12	19
EPI's	1	2
Embalagens de tintas	4	4
Varrição	23	49
Embalagens Plásticas	9	15
Resíduos de Escritório	3	6
Total de resíduos (kg/mês)	326	710

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se a predominância de produção de sucatas de metais como resíduos nos dois tipos de porte de indústrias, facilmente entendível, considerando-se a área de atuação destas.

Por sua vez, a Tabela 2 apresenta os resíduos produzidos por indústrias de fabricação de máquinas e equipamentos.

Tabela 2: Média de resíduos produzidos nas indústrias de fabricação de máquinas e equipamentos.

Resíduos	Peso médio (kg/mês)	
	Pequeno Porte	Médio Porte
Sucatas de metais ferrosos	90	824
Disco de corte	2	5
Panos Mecânicos	3	14
Resíduos de papel, papelão e plástico	3	4
EPI's	1	5
Embalagens de tintas	7	14
Embalagens de óleos	3	7
Varrição	14	29
Resíduos de Escritório	2	5
Total de resíduos (kg/mês)	125	905

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 2 também se verifica que o tipo de resíduo que mais gera volume tanto em empresas de pequeno como de médio porte é a sucata de metais ferrosos.

Por sua vez, na Tabela 3 é possível conhecer os resíduos das indústrias de peças e acessórios.

Tabela 3: Média de resíduos produzidos nas indústrias de fabricação de peças e acessórios

Resíduos	Peso médio (kg/mês)	
	Pequeno Porte	Médio Porte
Sucatas de metais	43	90
Óleos e fluídos de corte	2	5
Panos Mecânicos	3	3
EPI's	3	1
Embalagens de plásticos, papelão	1	10
Varrição	7	12
Resíduos de Escritório	3	3
Total de resíduos (kg/mês)	62	124

Fonte: Elaborado pelos autores.

Este tipo de indústria gera pouco volume de resíduos, destacando-se as sucatas de metais.

A Tabela 4, apresenta os resíduos gerados pelas indústrias de funilaria.

Tabela 4: Média de resíduos produzidos nas indústrias de funilaria.

Resíduos	Peso médio (kg/mês)
	Pequeno Porte
Sucatas de metais	50
Embalagens de tintas	4
Panos Mecânicos	3,5
EPI's	0,5
Varrição	7,5
Resíduos de Escritório	2,5
Total de resíduos (kg/mês)	68

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ressalta-se que, as empresas de esquadrias metálicas, fabricação de máquinas e equipamentos e funilarias, em suas atividades produtivas utilizam-se de processos de soldagem e os mais comuns são: soldadura com eletrodo revestido, MIG-MAG e soldadura TIG. O processo de soldadura por eletrodo revestido gera como resíduos sólidos as escórias e

pontas de eletrodos. Enquanto que os processos MIG-MAG e soldadura TIG geram somente resíduos de pontas de eletrodos. No entanto, as indústrias não mensuram a quantidade desses resíduos, alegando que estes são gerados em pouca quantidade.

Baseado na NBR 10004/2004 que classifica os resíduos perigosos em três classes: classe I – perigosos, classe II - A – não inertes e classe II – B - inertes, conforme já citado, foi elaborado o Quadro 2, que apresenta os tipos de resíduos identificados nas indústrias estudadas e sua classificação.

Quadro 2 - Tipos de resíduos e classificação dos resíduos das indústrias

Tipos de resíduos	Classe
Sucata de metais contaminados	I – perigoso
Panos mecânicos	I – perigoso
EPIs	I – perigoso
Embalagens e tambores vazios (tintas, óleos, graxas, etc).	I – perigoso
Óleo e fluídos de corte	I – perigoso
Embalagens de insumos (contaminados)	I – perigoso
Sucata de pó de ferro (contaminado)	I – perigoso
Resíduos de varrição	I – perigoso
Resíduos de escritório (cartuchos e toners vazios)	I – perigoso
Embalagens de insumos (não contaminado)	II B – inertes
Resíduos de solda (pontas de eletrodos)	II B – inerte
Resíduos de escritórios (folhas brancas, jornal, etc.)	II B – inerte
Disco abrasivo	II A - não inertes
Resíduo de solda (escória)	II A - não inertes
Sucata metais não contaminado	II A - não inertes

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sequência, estão descritos esses resíduos, bem como, o processo produtivo que os gera:

a) **Sucata de metais:** As sucatas de metais são formadas por sobras de matérias-primas, peças refugadas e cavacos de metais oriundos dos processos de fabricação. Nas empresas estudadas os processos de fabricação mais comuns são o corte, a furação, torneamento e fresamento. Estes processos geram resíduos de metais, conhecidos como cavacos, contaminados com fluídos de corte e a NBR 10004/2004 o considera resíduo perigoso. Já as sobras de matérias-primas e as peças refugadas como não sofrem contaminação, são considerados resíduos não inertes. De acordo com o estudo, os resíduos de metais não ferrosos são os que as empresas geram em maior quantidade;

b) **Resíduos têxteis:** A utilização de panos mecânicos foi identificada em todas as indústrias, dependendo do porte de cada indústria, foi verificado o maior ou menor uso. Esses panos são utilizados para limpeza de máquinas, equipamentos e peças, e acabam sofrendo contaminação por óleos e graxas. Segundo a NBR 10004/2004 este resíduo é considerado perigoso;

c) **Resíduos de EPIs:** Os resíduos de EPIs, também são classificados como perigosos, principalmente quando considerados as botas e luvas utilizadas, todas as indústrias estudadas fazem a utilização dos mesmos. No entanto, alguns EPIs podem ser higienizados e reutilizados. Essa opção diminui o descarte desnecessário e a produção de resíduos, além de reduzir os gastos e reduzir o impacto ao meio ambiente. Algumas empresas, em especial os próprios fornecedores desses equipamentos, já vêm adotando essas práticas ambientais;

d) **Embalagens e tambores vazios (tintas, óleos, etc.):** As embalagens de tintas classificam-se como resíduo perigoso, grande parte das indústrias estudadas realizam a pintura em seus processos produtivos. As indústrias de fabricação de peças, máquinas e equipamentos se utilizam de quantidades expressivas, de óleos, fluidos de corte e graxas durante as suas operações, desta forma as embalagens de armazenamento desses produtos, classificam-se também como resíduos perigosos. Dependendo da composição, alguns tipos de tintas podem

apresentar toxicidade similar aos agrotóxicos, portanto, suas embalagens são passíveis de procedimento de logística reversa (recolhimento) e posterior reciclagem, reutilização ou inutilização;

e) **Óleos e fluidos de corte:** O óleo e fluidos de corte, de acordo com a NBR 10004/2004 são classificados como resíduo perigoso, as indústrias de fabricação de peças e máquinas utilizam esse material em seus processos de usinagem. As indústrias estudadas sabem da importância do adequado manuseio e acondicionamento dos óleos e fluidos de corte usados. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 9/1993, todo o óleo lubrificante usado e contaminado, segundo o artigo 2º desta resolução, deverá obrigatoriamente ser recolhido e terá uma destinação adequada, de forma a não afetar negativamente o meio ambiente. No artigo 3º da mesma resolução, ficam proibidos quaisquer descartes de óleos lubrificantes usados em solos, águas superficiais e/ou subterrâneas, no mar territorial e em sistemas de esgotos ou evacuação de águas residuais;

f) **Sucata de pó de ferro:** Este resíduo pode ser classificado como perigoso desde que sofra contaminação durante o processo produtivo. Nas indústrias estudadas identificou-se que o resíduo conhecido como pó de ferro (partículas metálicas) é gerado principalmente em três processos de produção, no corte com disco abrasivo, nos processos de retificação e nos processos de esmerilhamento. Sendo que o pó de ferro gerado no processo de esmerilhamento e corte a seco, são misturados com o pó abrasivo oriundo das ferramentas de corte utilizadas nos processos, salienta-se que os resíduos oriundos desta mistura não são perigosos. Já o resíduo de pó de ferro oriundo dos processos de retificação e de corte refrigerado estão contaminados com o fluido de corte, óleos de máquinas e pó abrasivo. Esse resíduo é considerado perigoso;

g) **Resíduos de papel, papelão, plásticos e metais (embalagens de insumos):** Resíduo de papel, papelão, plástico e metais (embalagens de insumos), podem ser classificados como perigosos, no caso destas embalagens serem contaminadas com resíduos oleosos, utilizados para conservação dos insumos;

h) **Resíduos de varrição:** A varrição do local de produção compõe-se de diversos resíduos gerados nos processos de produção. Neste caso, é comum encontrar resíduos como: escórias de solda, pó de ferro, pó de abrasivos, cavacos (contaminados com fluido de corte e óleos de máquinas), além de resíduos de poeiras, papel, papelão, dentre outros. Este tipo de resíduo, por ser composto por diferentes tipos de materiais (alguns considerados perigosos) é classificado conforme NBR 10004/ 2004 como Classe I, perigoso, podendo apresentar riscos ao meio ambiente;

i) **Resíduos de discos abrasivos (disco de corte e esmerilhamento):** Nos processos de corte a seco, as indústrias estudadas possuem máquinas manuais, que se utiliza de ferramentas conhecidas disco de corte. Esses discos possuem uma pequena vida útil, sendo que frequentemente os discos gastos tem que ser substituídos, resultando um grande volume de discos usados (resíduos). O mesmo ocorrendo nas operações de esmerilhamento, no qual o disco abrasivo também se desgasta rapidamente. Segundo a NBR 10004/2004, esses resíduos (discos abrasivos desgastados) são classificados com Classe II A - não inertes;

j) **Resíduos de solda:** Nas indústrias estudadas os resíduos gerados com operação de solda são as pontas de eletrodos (eletrodo consumido) e as escórias. A NBR 10004/2004 classifica as pontas de eletrodos, como resíduo de Classe II B - inertes, para todos os processos de solda que utilizam eletrodos básicos. Já as escórias como são geradas através da fusão do material base com o material do eletrodo, segue as mesmas recomendação de classificação do material base (material metálico);

k) **Resíduos de escritórios:** Já os resíduos de escritório, compostos por jornal, papel de impressora, saco de papel, papel branco, misto, embalagem de papelão são considerados resíduos inertes e são reciclados. No caso de carbono, papel plastificado e papel parafinado

(*fax*), estes são considerados inertes, mas, no entanto, não são reciclados. Cartucho e *tonner*, são classificados como resíduo perigoso. A maioria pode ser destinada a aterros sanitários ou reciclada, uma vez que não sofrem qualquer tipo de alteração em sua composição com o passar do tempo.

Com relação à forma de armazenamento e disposição dos resíduos pelas indústrias, verificou-se que 100% das indústrias, tanto de pequeno como médio porte, fazem a separação e a identificação dos resíduos. O Quadro 3 apresenta forma de acondicionamento e disposição final dos resíduos.

Quadro 3 – Formas de acondicionamento e disposição final dos resíduos

Tipo de resíduo	Classe	Acondicionamento	Estocagem	Disposição Final
Sucata de metais (contaminado)	Classe I	A granel latas/tambores	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino (Reprocessamento; Reciclagem externa)
Sucata de metais (não contaminado)	Classe II - A	A granel latas/tambores	Área fechada com isolamento	Reaproveitamento; Ferro velho; Doação.
Resíduos Têxteis (panos mecânicos)	Classe I	Sacos/ Tambores	Área fechada com isolamento	Encaminhado a lavanderias licenciadas (reaproveitado).
EPIs	Classe I	Sacos	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino (reprocessamento; reciclagem externa).
Embalagens e tambores vazios (tintas, óleo e graxas, etc.)	Classe I	Containers	Área fechada com isolamento	- Encaminhado para empresas licenciadas; - Venda para terceiros; - Devolvido ao fornecedor.
Óleos e fluidos de corte	Classe I	Tambores	Área fechada com isolamento	Encaminham para empresas licenciadas.
Sucata de pó de ferro (contaminado)	Classe I	Tambores	Área fechada com isolamento	Encaminham para empresas licenciadas.
Sucata de pó de ferro (não contaminado)	Classe II-A	Sacos e Tambores	Área fechada com isolamento.	Encaminham para aterro municipal. - Doação (ferro velho).
Sucata de pó de ferro (não contaminado)	Classe II-A	Sacos e Tambores	Área fechada com isolamento.	Encaminham para aterro municipal. - Doação (ferro velho).
Resíduos de papel, papelão, plásticos e metais (embalagens de insumos, contaminados)	Classe I	Sacos/ Tambores	Área fechada com isolamento	Encaminhado a empresas licenciadas.
Resíduos de papel, papelão, plásticos e metais (embalagens de insumos, não contaminados).	Classe II- B	Sacos/ Tambores	Área fechada com isolamento	Aterro Prefeitura Municipal (Reciclagem).
Resíduos de varrição	Classe I	Tambores	Área fechada com isolamento	Encaminhado a empresas licenciadas.
Resíduos de discos abrasivos (disco de corte e esmerilhamento)	Classe II - A	Galões/ tambores	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino (reprocessamento; reciclagem externa).
Resíduos de solda (ponta de eletrodos)	Classe II - B	Tambores	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino.
Resíduo de solda (escórias)	Classe II - A	Tambores	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino.

Resíduo de solda (escórias)	Classe II - A	Tambores	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino.
Resíduos de escritório (papel, jornal, etc.)	Classe II - B	Sacos	Área fechada com semi-isolamento	Aterro prefeitura municipal; Reciclagem
Cartuchos e toners vazios	Classe I	Sacos	Área fechada com isolamento	Empresa licenciada para dar destino.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo as indústrias, o transporte interno dos resíduos ocorre de forma manual, todos os resíduos são identificados, evitando dessa forma contaminação de um resíduo com outro, o que pode ser constatado nas visitas *in loco*. O transporte externo é feito por empresas licenciadas.

De acordo com os respondentes, os resíduos são encaminhados para o destino final a cada quatro a seis meses, dependendo da necessidade das indústrias. A empresa recolhadora cobra uma taxa para recolher os resíduos de acordo com a quantidade do mesmo, essas empresas são na maioria de outras cidades. Para as indústrias o valor cobrado é considerado alto, entretanto não informaram qual é esse valor. Ressalta-se que os resíduos que são recolhidos pela Prefeitura, não acarretam nenhum custo para as empresas e são recolhidos três vezes por semana. Também há indústrias que reutilizam alguns resíduos, como exemplo, sucatas de metais, que são utilizadas como contrapeso de portas, esse é o caso de algumas das indústrias de esquadrias.

Com relação às empresas que realizam a coleta dos resíduos, todas estas são licenciadas e são responsáveis, desde a coleta, transporte, tratamento e até a destinação final de resíduos. A maioria das empresas licenciadas busca indicar para o correto ordenamento dos resíduos dentro das indústrias metalomecânicas, procurando orientar as formas adequadas de segregação, armazenamento, proteção dos resíduos a intempéries e outras orientações que sejam necessárias, para o acondicionamento adequado dos resíduos até a coleta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à caracterização das indústrias metal-mecânicas do Município em estudo, constatou-se a existência de aproximadamente 80, com áreas de atuação e portes diversificados. O estudo contou com a participação de 25 indústrias, representando uma amostra de 30% do total aproximado. Através das visitas e entrevistas verificou-se que as indústrias estudadas não possuem um sistema de gerenciamento de resíduos industriais, no entanto, todas afirmaram realizar a segregação, armazenamento e disposição final de acordo com as normas e legislação vigentes.

Também se realizou um diagnóstico dos resíduos das indústrias metal-mecânicas, através do qual foi possível conhecer os tipos de resíduos gerados e fazer a classificação conforme as normas (Classe I – perigoso, Classe II A – não inertes e Classe II B – inerte). Assim verificou-se que, as formas de armazenamento, acondicionamento e disposição final estão de acordo com as NBR 12235/1992 – armazenamento de resíduos perigosos, NBR 11174/1990 armazenamento de resíduos não inertes e inertes e NBR 10004/2004 formas de disposição final dos resíduos.

Ressalta-se que em relação à disposição final dos resíduos estes são encaminhados para empresas licenciadas darem a destinação correta, ou seja, os entrevistados não entenderam como sendo também deles a responsabilidade pelo acompanhamento do transporte e destinação dos resíduos, o que leva ao entendimento de que não estão atentos à Lei 12.305/2010.

Através dos resultados pode-se constatar que todas as indústrias procuraram mostrar-se conscientes com relação ao meio ambiente, no entanto, gostariam que houvesse alguma política pública que os auxiliassem na destinação do resíduo.

Como limitador desse estudo pode-se apontar que a amostra obtida foi relativamente pequena. Assim, para estudos futuros sugere-se a observação em maior percentual de indústrias, bem como a comparação com indústrias de outro segmento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 10004: resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 12235: armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **NBR 11174: armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III - inertes**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

BRASIL. **Política Nacional de resíduos sólidos**. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012.

_____. **Legislação brasileira sobre meio ambiente**. 3. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010(a).

_____. **Lei Federal nº 12305**, de 2 de agosto de 2010(b). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 14 jul. 2015.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

BUTTER, P. L. Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no Sistema de gestão ambiental da empresa. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 313 de 29 de outubro de 2002**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0993.html>>. Acesso em: 12 jul. 2015.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

JASCH, C. The use of Environmental Management Accounting (EMA) for identifying environmental costs. **Journal of Cleaner Production**, 2003. p. 667–676.

MISSIAGGIA, R. R. **Gestão de resíduos sólidos industriais: caso da Springer Carrier**. 2002. Dissertação (Mestrado em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ROCCA, A. C. C. **Resíduos sólidos industriais**. 2. ed. São Paulo: Cetesb, 1993.

TOCCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. Departamento de Química. Universidade Federal de Santa Maria, 2005.